

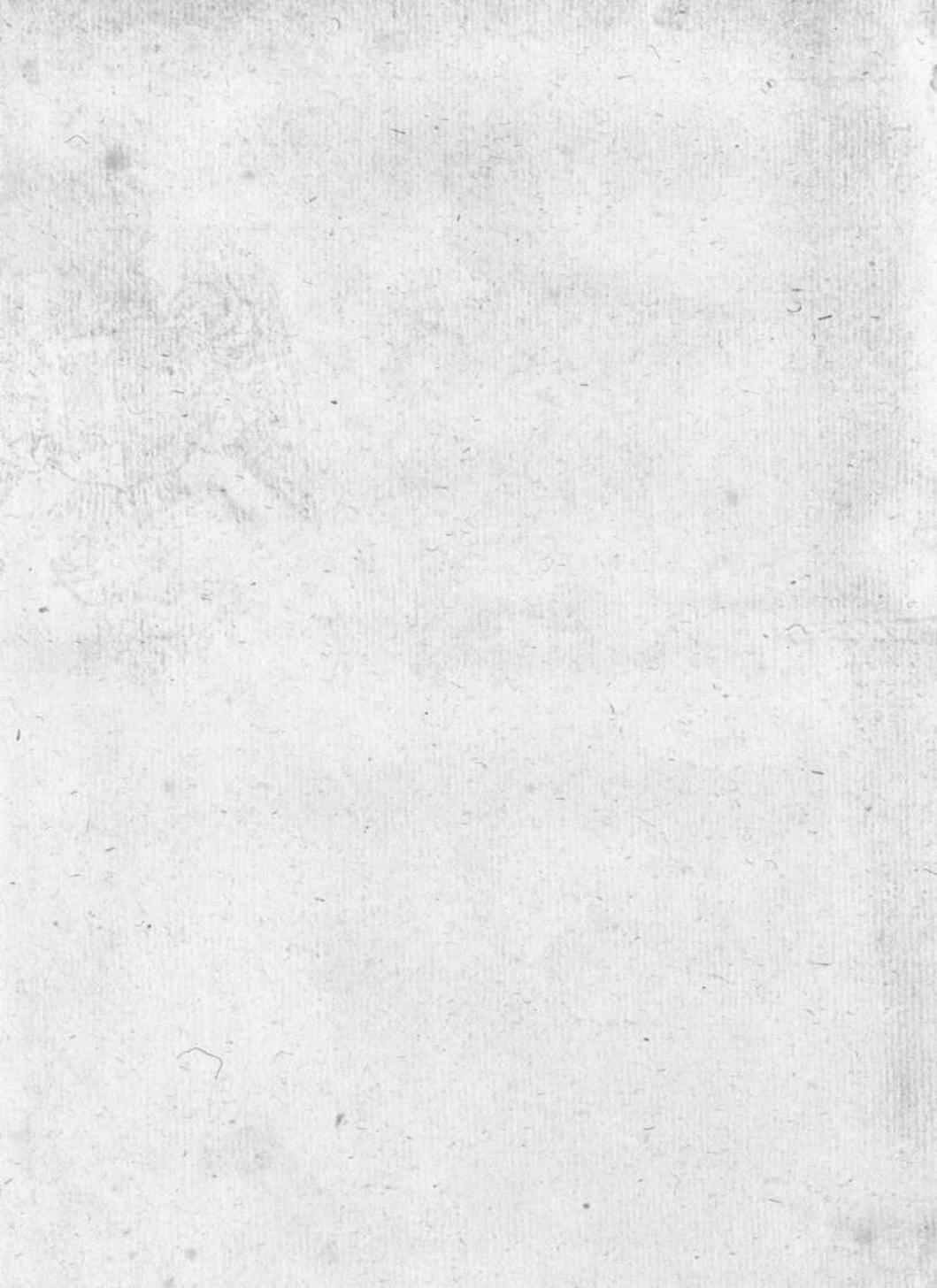


PROGRESOS

PROGRESOS

PROGRESOS

PROGRESOS



**ORIGEN,
PROGRESOS
Y ESTADO ACTUAL
DE TODA LA LITERATURA.**

ORIGEN

PROGRESOS

Y ESTADO ACTUAL

DE TODA LA LITERATURA



O R I G E N,
P R O G R E S O S
Y E S T A D O A C T U A L
D E T O D A L A L I T E R A T U R A.

OBRA ESCRITA EN ITALIANO

P O R E L A B A T E

D. JUAN ANDRES,
*individuo de las Reales Academias Floren-
tina, y de las Ciencias y buenas Letras
de Mantua:*

Y TRADUCIDA AL CASTELLANO

P O R

D. CARLOS ANDRES,
*individuo de las Reales Academias Floren-
tina, y del Derecho Español y Público
Matritense.*

T O M O V I I I .

EN MADRID

AÑO DE M. DCC. XCIX.

EN LA IMPRENTA DE SANCHA.

Se hallará en su librería en la calle del Lobo.

Con las *Licencias necesarias.*

O R I G I N A L
PROGRESOS
Y ESTADO ACTUAL
DE TODA LA LITERATURA
OBRA ESCRITA EN ITALIANO
POR EL ABATE
D. JUAN ANDRÉS
Y TRADUCIDA AL CASTELLANO
POR

D. CARLOS ANDRÉS
individuo de las Reales Academias Florentina y de la Real Española y Píbilico
de Matemáticas

T O M O VIII.

EN MADRID.

EN LA IMPRINTA DE ZANCAR.
Se halla en venta en la calle del Tabor.
Con las Licencias necesarias.

x

INDICE

DE LOS CAPITULOS

DE ESTE TOMO.

CAPITULO IX.

<i>De la Optica.</i>	Pag. 1
Primeros escritores de optica.	<i>Ibid.</i>
Paso de Aristófanes.	2
Espejo ustorio de Archîmedes.	4
Séneca.	5
Tolomeo.	6
Arabes escritores de optica.	7
Alhazen.	8
Vitelion.	<i>Ibid.</i>
Rugero Bacon.	<i>Ibid.</i>
Invencion de los anteojos.	10
Maurolico.	12
Porta.	<i>Ibid.</i>
Antonio de Dominis.	<i>Ibid.</i>
Guidobaldo.	13
Keplero.	<i>Ibid.</i>
Invencion de los telescopios.	14
Galileo.	15
Keplero.	16

Schi-

Scheinero.	18
Invencion de los microscopios.	19
Cartesio.	22
Gregori.	25
Telescopios gregorianos,	26
Divini, y Campani.	27
Huingens.	<i>Ibid.</i>
Hook.	29
Mejoras de los microscopios.	<i>Ibid.</i>
Grimaldi.	30
Cavalieri.	31
Barrow.	<i>Ibid.</i>
Newton.	32
Telescopios newtonianos.	34
Pretensiones de varios á la inven- cion de los telescopios catóp- tricos.	35
Espejos ustorios.	38
Tschirnausen.	<i>Ibid.</i>
Buffon.	40
Telescopios acromaticos.	41
Eulero.	<i>Ibid.</i>
Dollond.	42
Klingenstierna.	43
Boscovich.	46
Jeaurat.	50
Rochon.	51

Estudio sobre el mejoramiento del <i>Flintglass</i> .	51
Macquer.	<i>Ibid.</i>
Herschel.	53
Mejoras de los telescopios.	<i>Ibid.</i>

CAPITULO X.

<i>De la Astronomía.</i>	56
Antigüedad de la astronomía.	<i>Ibid.</i>
Astronomía indiana.	58
Astronomía antigua.	61
Caldea.	62
Egipciaca.	63
Griega.	65
Tales.	<i>Ibid.</i>
Anaximandro.	66
Pitágoras.	<i>Ibid.</i>
Pitagóricos.	68
Demócrito.	<i>Ibid.</i>
Otros astrónomos griegos.	69
Mérito de la griega astronomía antigua.	<i>Ibid.</i>
Eudoxó.	72
Piteas.	73
Aristilo, y Timocaris.	<i>Ibid.</i>
Aristarco.	74

Era-

IV

Eratostenes.	76
Hiparco.	80
Otros astrónomos griegos.	88
Tolomeo.	<i>Ibid.</i>
Astronomía arabiga.	94
Alfragano.	95
Thebit.	<i>Ibid.</i>
Arzachel.	<i>Ibid.</i>
Alpetragio.	96
Albatenio.	97
Astrónomos europeos discípulos de los árabes.	98
Restablecimiento de la astrono- mía.	99
Purbach, y Regiomontano.	100
Otros astrónomos.	101
Copernico.	<i>Ibid.</i>
Reinold.	105
Nuñez.	<i>Ibid.</i>
Guillermo, Landgrave de Hesse- Cassel.	106
Moestlin, y otros.	<i>Ibid.</i>
Ticon.	107
Keplero.	112
Galileo.	118
Scheinero.	126
Bayero.	127

Gasendo.	127
Horrox.	128
Cartesio.	<i>Ibid.</i>
Hevelio.	130
Huingsens.	131
Riccioli.	133
Mejoramiento de la astronomía	
práctica.	134
Cassini.	136
Roemero.	147
Richer.	148
Picard.	149
Newton.	<i>Ibid.</i>
Flamsteed.	157
Halley.	158
Bradlei.	161
Astrónomos franceses.	165
La Hire.	<i>Ibid.</i>
Louville.	<i>Ibid.</i>
Jacobo Cassini , y Maraldi.	<i>Ibid.</i>
Italianos.	166
Alemanes.	<i>Ibid.</i>
Medida de la tierra.	<i>Ibid.</i>
Richer.	<i>Ibid.</i>
Mejoramiento de la astronomía	
Física.	170
Irregularidad de los movimientos	
Tom. VIII.	b de

VI

de la luna.	171
De Júpiter, y de Saturno.	174
De la tierra.	<i>Ibid.</i>
Irregularidades seculares de los planetas.	175
Retorno de los cometas.	<i>Ibid.</i>
Precesion de los equinoccios.	177
Nutacion del eje de la tierra.	178
Fluxo y refluxo de la mar.	<i>Ibid.</i>
Observaciones del paso de Venus por el disco solar.	180
Bouguer.	182
La Caille.	183
Boscovich.	184
Maskeline.	185
Monnier.	<i>Ibid.</i>
Pingré.	<i>Ibid.</i>
Gentil.	<i>Ibid.</i>
Sejour.	<i>Ibid.</i>
Otros astrónomos.	<i>Ibid.</i>
De la Lande.	186
Bailly.	187
Messier.	188
Herschel.	189
Mejoras que deben hacerse en la astronomía.	191
Conclusion.	194

LIBRO SEGUNDO.

De la Física.

CAPITULO I.

<i>De la Física general.</i>	199
Origen de la física.	<i>Ibid.</i>
Escuelas griegas.	200
Físicos antiguos.	202
Mérito de la física griega.	204
Defectos de la física griega.	206
Obscuridad de las investigaciones.	208
Espíritu de partido de las diversas sectas.	214
Secta jonica.	215
Italica.	<i>Ibid.</i>
Eleatica.	217
Eraclito.	<i>Ibid.</i>
Demócrito.	<i>Ibid.</i>
Aristóteles.	218
Estoicos.	221
Epicureos.	222
Otras sectas.	224
Romanos.	225

Nigidio Figulo.	225
Lucrecio.	226
Séneca.	227
Arabes.	228
Escolásticos.	229
Bacon.	230
Galileo.	232
Otros físicos italianos.	234
Gassendo.	235
Cartesio.	236
Academia del <i>Cimento</i> .	241
Pascal.	244
Rohault.	245
Guericke.	<i>Ibid.</i>
Boile.	<i>Ibid.</i>
Otros físicos.	247
Instrumentos de la física.	248
Termómetro.	<i>Ibid.</i>
Barómetro.	255
Higrómetro.	258
Máquina pneumática.	260
Uso de los sistemas.	263
Newton.	<i>Ibid.</i>
Leibnitz.	266
Wolfio.	267
Boscovich.	<i>Ibid.</i>
Dificultades para introducirse en	
las	

las escuelas la física newto-	
niana.	269
Primeros introductores de ella.	272
Keil.	<i>Ibid.</i>
Hauksbeo.	<i>Ibid.</i>
Maclaurin.	<i>Ibid.</i>
Desaguliers.	273
Maupertuis.	<i>Ibid.</i>
Desaguliers.	275
S'Gravesande.	276
Muschembroek.	279
Nollet.	282
Matemáticos ilustradores de la	
física.	284
Mairan.	287
Estado presente de la física.	290

C A P I T U L O II.

<i>De la física particular.</i>	294
Física de los antiguos.	<i>Ibid.</i>
Democrito.	296
Aristóteles.	<i>Ibid.</i>
Epicuro.	297
Séneca.	298
Físicos modernos.	299
Del ayre.	301
	Gra-

Gravedad y elasticidad del ayre, reconocidas por los antiguos.	302
Porque negada por los escolásti- cos.	303
Conocida mas justamente por los modernos.	305
Gravedad del ayre comparada con la del agua.	306
Su presion.	307
Barómetro.	<i>Ibid.</i>
Emisferios magdeburgueses.	313
Elasticidad del ayre.	314
Su dilatacion.	317
Condensabilidad.	319
Fenómenos de esta elasticidad.	320
Físicos ilustradores del ayre.	322
Boile.	<i>Ibid.</i>
Mariotte.	323
Amontons.	324
Aplicacion del barómetro á la medida de los montes, y de la atmosfera.	328
Proporcion del descenso del mer- curio con la altura de los mon- tes.	330
Dificultad para determinar la al- tura de la atmosfera.	332

Figura de la atmosfera.	335
Fluxo y refluxo de la atmosfera.	337
Ayres facticios.	339
Escritores de estos ayres.	<i>Ibid.</i>
Ales.	<i>Ibid.</i>
Priestley.	343
Ayre fixo.	344
Ayre inflamable.	347
Globos aerostaticos.	349
Otros ayres.	353
Del fuego.	357
Gravedad del fuego negada por los antiguos.	362
Reconocida por los modernos.	<i>Ibid.</i>
Esfera del fuego.	364
Fuego central.	365
Virtud expansiva del fuego.	368
Pirometro.	369
Diferencia entre la luz y el calor.	371
Fosforos.	373
Piroforo.	378
Influencia de la luz sobre los cuerpos naturales.	379
Calor.	380
Máquina de fuego.	383
Espejos ustorios.	385
Flogisto.	389

Agua.

Agua.	391
Elasticidad del agua.	393
Fluidéz.	397
Fuerzas del agua.	399
Fuerza de los vapores.	400
Peso del agua.	402
Evaporaciones.	403
Hervor.	408
Achard.	413
Congelacion.	414
Académicos de Florencia.	415
Mairan.	418
Ales y Nollet.	420
Origen de las fuentes.	422
Cartesio.	423
La Hire.	424
Mariotte.	<i>Ibid.</i>
Halley.	425
Saladura del agua de la mar.	427
Varias operaciones para extraer la sal del agua de la mar.	430
Ales.	432
Poissonnier y otros.	433
Fluxo y refluxo.	435
Estudio meteorologico de los an- tiguos.	436
Economistas.	<i>Ibid.</i>

8 Médicos.	436
Religiosos.	437
Físicos.	438
Pronósticos.	439
Estudios meteorológicos de los tiempos baxos.	444
Estudios meteorológicos de los modernos.	445
Instrumentos físicos.	<i>Ibid.</i>
Franceses cultivadores de la me- teorología.	446
Ingléses.	450
Otros.	451
Aurora boreal.	452
Observaciones de los antiguos.	<i>Ibid.</i>
De Gassendo y de otros poste- riores.	453
Opiniones de los físicos.	455
De Mairan.	<i>Ibid.</i>
De Eulero.	458
Rocio.	459
Opinion de Gersten:	460
De Muschembroek.	461
De du Fai.	463
De le Roi.	465
Vientos.	466
Teoría de Mariotte.	467
Tom. VIII.	c De

XIV.

De Halley.	468
De Muschembroek.	469
Magnetología.	476
Antiguos concedores de algunas propiedades de la calamita.	<i>Ibid.</i>
Descuido de los antiguos en hacer observaciones.	479
Descubrimiento de la direccion polar.	480
Recibida por los antiguos.	481
Derivacion de este descubrimiento de la doctrina de los antiguos.	482
Gioja, creído autor de esta invencion.	485
Pelerina.	486
Declinacion de la aguja tocada con la piedra iman.	488
Su primer inventor.	489
Inclinacion de la aguja tocada con la piedra iman.	492
Ilustradores del magnetismo.	<i>Ibid.</i>
Cardeno.	<i>Ibid.</i>
Porta.	493
Gilberto.	494
Galileo.	496
Cabeo.	497
	Kir-

Kirker.	498
Academia del Cimento.	500
Académicos de Londres y de Pa-	
ris.	501
Halley.	502
Declinacion de la aguja.	507
Muschembroek.	508
Mejoras de la brújula.	510
Compas de variacion.	511
Calamitas artificiales.	512
Knight.	<i>Ibid.</i>
Duhamel.	514
Antheaume, y otros.	515
Ven Swinden.	518
Variaciones de la aguja.	520
Electrología.	522
Gilberto.	524
Cabeo.	<i>Ibid.</i>
Cartesio.	525
Guericke.	526
Newton.	<i>Ibid.</i>
Hauksbeo.	527
Grey.	528
Du Fai.	529
Botella de Leiden.	531
Muschembroek, y otros.	<i>Ibid.</i>
Nollet.	535

Efec-

Efectos médicos del electricismo.	537
Franklin,	538
Canton.	545
Wilke, y Epino.	548
Symmer.	549
Beccaria.	550
Turmalina.	554
Pararayos.	556
Mahon.	557
Bertolon.	558
Confirmacion de las curaciones médicas de la electricidad.	560
Electricidad animal.	561
Vegetable.	<i>Ibid.</i>
Electricidad del torpedo, ó de la anguila <i>temblante</i> .	562
Algunos instrumentos electricos.	566
Electroforo perpetuo.	568
Achard.	571
Priestley.	572
Van Swinden, y otros.	<i>Ibid.</i>
Conclusion.	575

ORIGEN,
PROGRESOS
Y ESTADO ACTUAL
DE LAS CIENCIAS NATURALES.

CAPITULO IX.

De la óptica.

De la óptica de los antiguos no tenemos tantos escritos, ni tantas memorias como de su música. Sabemos que Demócrito y Anaxágoras escribieron de la perspectiva (a); que un filósofo del tiempo de Filipo de Macedonia dexó algunos libros de cosas de óptica (b); que Platon (c), y Aristóteles (d) hablaron de la luz, de los colores, y de la vista; y que Aristóteles compuso ademas un libro que

Tom. VIII. A so-

(a) V. Vitruv. lib. VII. c. I. (b) Suid. V. Philosophus. (c) In Tim. Theet. et alib. (d) De Anima probl. al.

Primeros
escritores
de óptica.

solo trataba de la óptica (a): y todo esto puede probar suficientemente que desde muy antiguo empezaron ya los griegos á hacer sus especulaciones sobre esta ciencia. Pero de todas estas, y de otras antiguas obras ópticas solo nos quedan algunas pocas expresiones de Platon y de Aristóteles demasiado obscuras y equívocas, y no bastante conformes entre sí, para que nos puedan dar alguna idea de sus progresos en los conocimientos ópticos. Tal vez probaria mas á su favor el paso de Aristófanes, sino pudiera decirse que prueba sobrado, y mucho mas de lo que prudentemente puede concederse á las nacientes ciencias de aquella edad. Es bien sabido que Aristófanes hace hablar en las *Nubes* á Strepsiades, diciendo querer comprar de los especieros ó drogueros una piedra diáfana, que es el vidrio, con la qual se enciende el fuego, y desde lejos, aplicando al sol aquel vidrio, quemar el escrito de su condenacion (b). Esto parece en realidad un es-

Paso de
Aristófanes.

V. 1. 2. (c) I. 3. II. VII. VIII. V. V. pe-

(a) Laert. in *Aristot.* (b) Act. II. sc. I. n. 1. 2.

pejo ustorio, y supone tan comun el conocimiento de la refraccion de la luz, por medio del vidrio, necesaria para encender el fuego, que se hacia un comercio público de los vidrios preparados para este efecto, y era cosa usual y frecuente el encender con ellos el fuego; y antes bien Strepziades supone un conocimiento mas íntimo de una refraccion capaz de producir, aun desde lejos, un efecto semejante, lo que con dificultad podrian executar nuestros ópticos. ¿Pero era creíble en aquellos tiempos un conocimiento tan recondito? ¿Hubieran hablado de la luz con tanta incertidumbre, por no decir con tantos errores, Platon y Aristóteles, si antes hubiese sido vulgar y pública una tan sutil dióptrica? Por otra parte observo que el escoliador de Aristófanes nos da en dicho lugar una idea de aquel efecto, por medio del vidrio, muy diferente de la de la refraccion, diciendo, que aquellos vidrios redondos y gruesos se untaban con aceyte, y se calentaban, se les aplicaba un pábilo, ó lo que deba entenderse por las palabras griegas *Προσάγουσι θρυαλλισα* y de este modo en-

cendian el fuego. No creo que deba darse mucha fe al dicho del escoliador ; pero sin embargo, esto puede probar no deducirse con bastante claridad del paso de Aristófanés , que fuese en aquellos tiempos conocida la refracción de la luz en el vidrio para poder formar de él un argumento convincente. Del prodigioso efecto del espejo , ó de los espejos ustorios de reflexión de Archîmedes se ha escrito tanto , que sería inútil el querer hacer ahora una nueva disquisición. Nosotros dexando para otros el disputar eruditamente sobre la posibilidad , y sobre la realidad , solo diremos á nuestro propósito , que en tiempo de Archîmedes habia escrito ya Euclides su óptica , y su catóptrica , por lo qual debian tenerse en estas materias harto mas exâctas noticias que en tiempo de Aristófanés , y de Platon ; que el mismo Archîmedes habia tratado particularmente de los espejos ustorios , y él no sabia tratar materia alguna sin profundarla ; que de aquel ingenio sublime y fecundo de portentosos inventos nada deberá parecernos increíble ; que si Proclo pudo posteriormente obrar un pro-

Espejo ustorio de Archîmedes.

digio semejante (a); si Antemio llegó á hacer una pequeña experiencia, y la hizo realmente de modo que tuviese un feliz suceso; si Tzetzes supo describir el espejo de Archîmedes de aquel único modo, que podia producir tal efecto, no debe causar admiracion que Archîmedes supiese inventarlo; ni parece verisimil que Antemio y Tzetzes, ú otros griegos, pudiesen fingir esta invencion si antes no la hubiesen recibido de Archîmedes; y concluiremos que de todos modos será siempre cierto que los griegos tuvieron este conocimiento catóptrico de producir con muchos espejos planos á una larga distancia un fuerte y extraordinario efecto, que ha dado honor á Buffon, y á otros sublimes ingenios de los siglos posteriores. De que los antiguos tuviesen muchos conocimientos de los fenómenos dióptricos, y catóptricos, además de las memorias ahora referidas, tenemos la prueba en Séneca (b), el qual Séneca. no solo habla de varios efectos que se veian

(a) Zonaras, *Annal.* tom. II. (b) *Nat. quaest.* lib. I.

veían en los diversos espejos , y en los vidrios , sino que hace la observacion general de que las cosas vistas por medio del agua y del vidrio aparecen mucho mayores , y la prueba con diversas experiencias (a) ; pero que tuviesen exáctas teorías de los conocimientos de tales fenómenos , ni en Séneca , ni en ningun otro antiguo se vé con bastante claridad. Séneca se refiere á veces á los geómetras , como mas exáctos y precisos , y mas convincentes en sus racionios ; pero cabalmente de los geómetras no nos quedan en esta materia mas que pocos opúsculos baxo el nombre de Euclides , y de Archímedes , que en concepto de los buenos criticos no son de estos autores , y ciertamente no parecen dignos de ellos. Mas serian de desear los libros de óptica de Tolomeo , que todos han perecido , y podemos creer que contuviesen una doctrina útil y sólida ; puesto que de lo poco que vemos en Alhazen , Vitelion , y Rugero Bacon , se infiere que conocia

cla-

Tolomeo.

(a) Ibid. c. VI.

claramente la refraccion de la luz , y alguna causa de ella ; la refracción astronómica , y la ilusion de los ojos sobre el verdadero lugar de las estrellas en el horizonte , como tambien la razon de la mayor magnitud aparente de los astros en el horizonte que en el cenit.

Pero qualquiera que hubiese sido la doctrina óptica de Tolomeo , y de los griegos , ¿para qué nos hubiera servido si los árabes , y los latinos , sus discípulos , no nos la hubieran transmitido? Perdídose han sus libros , y solo quedan de la óptica griega aquellos que sin bastante fundamento tienen á su frente los respetables nombres de Euclides y de Archímedes , los quales poco ó nada nos enseñan ; y podemos decir que la ciencia óptica , aunque cultivada por los griegos , no empieza para nosotros hasta la época de los árabes. Estos , siempre sequaces de los griegos , muchas veces copiantes , algunas corrompedores , y otras tambien correctores y ampliadores , escribieron algunas obras sobre la óptica ; y en las bibliotecas orientales se ven citados libros de perspectiva , y sobre los espejos ustorios

Arabes escritores de óptica.

de

de Alhazen, libros ópticos de Alkindi, problemas ópticos de Zarcalli, y escritos y tratados ópticos, y catóptricos de varios árabes; pero solo Alhazen se ha dado á conocer públicamente á la docta posteridad, y sus obras han sido la guia que se propusieron seguir los otros escritores. La refraccion astronómica, conocida por los griegos, la ha explicado él con mas claridad; y aun ha propuesto un método para observarla y determinarla con harto mayor exáctitud por medio del instrumento astronómico de las armilas (a). De la doctrina de Tolomeo, y de Alhazen, Vitelion. formó su óptica Vitelion, geómetra mas profundo de lo que podia esperarse en aquella edad; y la misma dirigió en sus Rugero Ba- paradoxas ópticas al famoso Rugero Bacon, ingenio superior á su siglo, que entre las preocupaciones, y los errores entonces dominantes, supo divisar muchas útiles verdades. La teoría de la refraccion de la luz que él conoció por las obras de Tolomeo, y de Alhazen, la noticia de varios fenómenos, tanto de la refrac-

(a) Lib. VII, t. IV.

cion, como de la reflexi6n, y de los maravillosos efectos que por su medio habian producido ya los antiguos, su vivaz ingenio, y la acalorada imaginacion le presentaban muchos nuevos portentos de los espejos, y de los vidrios, unos posibles, y otros no, y despues los esparcia con franqueza, y sin reserva, y prorumpia en expresiones y promesas (a), que han hecho que algunos le reconocieran por inventor de los anteojos de larga vista, y de los telescopios. Lo cierto es que lo que 6l dice sobre los vidrios convex6s y c6ncavos, y sobre el aumento de los objetos producido por ellos en la vista, aunque fundado sobre una doctrina no siempre verdadera, podia bastar para construir los anteojos; pero de su misma doctrina se infiere con bastante claridad, que no conocia por experiencia dichos efectos de los vidrios, y solo hablaba por pura teor6a, y aun tal vez por vana imaginacion. Por lo que toca 6 los telescopios, son tan falsas algunas de sus aserciones, y otras,

Tom. VIII. B aun-

(a) *Perspect.* part. III, dist. II. &c. et alibi.

aunque verdaderas, tan vagas é inexâctas, que evidentemente manifiestan quanto distaba él, no solo de la execucion, sino de la verdadera idea de tales instrumentos, y de su construccion. Dexemos pues á Bacon la gloria de un sublime ingenio, y de una extension de conocimientos muy superior á su siglo; pero no queramos darle pródigamente la honra de autor, y padre de estas invenciones.

Invencion
de los anteojos.

En efecto los anteojos fueron descubiertos en aquellos tiempos, esto es, hácia fines del siglo XIII, entre el año 1280 y 1300; puesto que Fr. Jordan de Rivalto en un sermon del año 1305 decia „ aun „ no ha veinte años que se encontró el arte de hacer los anteojos“; y Redi cita un códice de su biblioteca donde en 1299 se escribia „ me encuentro tan agravado de „ los años, que no podria leer, y escribir „ sin los vidrios llamados anteojos, descubiertos recientemente“; y otro códice de la biblioteca de Santa Catalina de Pisa, donde se leia de Fr. Alexandro de Spina, muerto en 1313: *ocularia ab aliquo primo facta, et communicare nolente, ipse fecit, et communicavit*: y aunque no nos sea in-

con-

contrastablemente notorio quien fué el inventor, es muy probable que haya sido un tal *Salvino de Armato*, de los *Armato de Florencia*, el qual se veia alabado en una inscripcion sepulcral, que ahora ya no existe, como *inventor de los anteojos*, ó á lo menos algun otro toscano (a). Pero esta invencion, aunque muy útil á la sociedad, y digna de nuestra gratitud, no era mas que una mecánica aplicacion de la teoría, entonces ya bastante conocida y comun, de la refraccion de la luz por medio del cristal, y nada aumentaba las luces de la dióptrica, ni produjo á la ciencia óptica algun considerable adelantamiento. Solo á fines del siglo XVI. se empezó á acarrearle alguna mejora, y despues en el pasado se vió nacer para ella una nueva época, ó por mejor decir, en el siglo pasado se formó la óptica, que aun no era una verdadera y exácta ciencia.

Por mas estudio que hubiesen hecho los griegos, los árabes, y los latinos, so-

B 2 bre

(a) V. Manni *De Florent. inventis* cap. XXV; Smith. *Curs. de opt.* lib. I. c. III. not. 42.

bre el modo de formarse en nuestros ojos la vision, solo se tenian vagas y erróneas ideas. Maurolico, dirigido por sus geométricas especulaciones (*a*), y Porta, con la invencion de su cámara obscura, y con su vivaz ingenio (*b*), fueron los primeros que las dieron harto verdaderas y justas, bien que ni aun ellos las conduxeron á la debida exâctitud y perfeccion; y supieron explicar algunos fenómenos ópticos, que habian sido ininteligibles á los anteriores geómetras y físicos. El arco iris habia ocupado por muchos siglos el estudio de los físicos, y de los geómetras; pero como todos querian derivarlo únicamente de la reflexiôn, no podian dar de él mas que explicaciones distantes de la verdad. Un físico aleman, Fletcher, procuró añadir á la reflexiôn la doble refracciôn, pero no supo explicarla con exâctitud; y esta gloria le tocó á Antonio de Dominis, quien á ella sola debe la fama que conserva en la historia de las ciencias, aunque su explicacion

Antonio
de Domi-
nis.

(*a*) *Photismi de lumine et umbra, &c.* (*b*) *Magiæ natur.* lib. XVII.

cion haya necesitado nuevas luces comunicadas posteriormente por Cartesio y por Newton. La perspectiva habia sido tratada por los antiguos Demócrito, y Anaxágoras, y por los modernos Pedro de la Francesca, y Alberto Durer, Peruzzi, Barocci, y otros, y particularmente por el erudito Daniel Bárbaro: pero estos solo la trataron por lo que mira á la parte práctica; y el reducirla á principios ciertos, á rigurosas demostraciones, y á teorías geométricas, y formar de ella una ciencia exácta fué mérito solo del docto geómetra Guidobaldo. Despues de do. estos y otros escritores de óptica comparció, para su ilustracion, Keplero. y la trató con aquel ingenio vasto y profundo de que estaba dotado; y con la completa y exácta explicacion de la verdadera manera de formarse la vision, y de los fenómenos físicos y astronómicos no entendidos por los demas, y de otros nuevamente observados por él, con tentativas ingeniosas para una justa ley de la refraccion de la luz, y con otros útiles descubrimientos le acarreo él solo mayores ventajas que todos los escritores

res precedentes (a). Con todos los descubrimientos, y con todas las luces de Keplero, y de los otros géometras y físicos, recibia, sí, la óptica mayor lustre y esplendor; pero permanecia en su antiguo estado, no tomaba aun un nuevo ser, y no se transformaba en una ciencia que pudiera decirse nueva. Esta notable mutacion, esta gloriosa transformacion no la obtuvo la óptica sino con la invencion de los telescopios. — Es realmente vergonzoso para la historia, y para las ciencias, el que los inventores de los mas útiles é importantes descubrimientos queden comunmente desconocidos y oscuros, faltos de aquella gloria y celebridad que pródigamente se concede á tantos otros poco beneméritos, y aun á veces perjudiciales á la humanidad. Por mas discursos y argumentos que queramos sacar de las memorias que nos han dexado Borel (b), Huingens (c), y otros, no podremos venir en pleno conocimiento

Invencion
de los te-
lescopios.

(a) *Paralip. in Vitellionem, &c.* (b) *De vero telescopii inventore.* (c) *Dioptric.*

del verdadero nombre del primer inventor de los telescopios (a). Pero bien sea Jacobo Mezio, Zacarias Jans, Juan Laprey, ó qualquiera otro, su descubrimiento solo fué debido al acaso, y los primeros telescopios holandeses no sirvieron mas que de entretenimiento y diversion. La gloria de encontrar por justa teoría la construccion de tales instrumentos, de aplicarlos á las observaciones celestes, y hacerlos sumamente útiles á la astronomía, toda fué de Galileo. Galileo. Luego que este tuvo noticia de tal invencion, empezó á reflexionar que la superficie cóncava de los vidrios minorá los objetos, la convexâ los aumenta, pero los presenta harto confusos y alterados, la plana nada los altera; y concluyó que la union del vidrio cóncavo con el convexô debia producir el deseado efecto. Hizo finalmente la prueba, y con un tubo de dos vidrios, convexô el objetivo, y cóncavo el ocular, encontró aumentarse extraordinariamente los objetos, y animado del feliz éxito continuó

me-

(a) V. Montucla *Hist. des Math.* p. IV. lib. III.

mejorando los anteojos, y de los objetos terrestres pasó á aplicarlos á los celestes, y consiguió de este modo hacer fecundo de astronómicos y físicos descubrimientos aquel instrumento, que hubiera quedado estéril en las manos del artífice holandés; y podemos decir que quantas novedades dióptricas se han encontrado despues, mas se deben al racionio de Galileo, que á la suerte del primer inventor. Nuevos cielos se presentaron desde luego á los ojos de los observadores, y los milagros del nuevo antejo eran el objeto de la atencion y de la curiosidad de toda la europa. Keplero, con su acostumbrado entusiasmo, llamaba Hércules á Galileo, y al telescopio la clava; y á la pasion y enagenamiento con que miraba este instrumento debemos las claras luces que nos dió en su docta obra de la dióptrica. Sobre ésta intentó de nuevo Keplero fixar la justa ley de la refraccion, que no habia podido determinar precisamente en su primera obra óptica de los *Paralipomenos á Vitelion*; y si no llegó á establecerla con rigor geométrico, tomó con la experiencia una determinacion conjetural, que

que la encontró siempre conforme con los hechos, y coherente con la verdad. Examinó la propiedad de las lentes, determinó exáctamente al foco de las planoconvexâs, y de las que por los dos lados son igualmente convexâs, contentandose con una aproximación para las desigualmente convexâs, y aplicó á las cóncavas la misma medida, pero por el lado opuesto. Despues encontró sin dificultad la variacion que un vidrio convexô causa en la dirección de los rayos, que vienen de puntos diversos, y demostró en que caso deberán ser convergentes, y en qual divergentes. Examinó la imágen de los objetos que se forma por medio de los vidrios convexôs, y explicó su necesaria inversion; estableció la magnitud de la imágen que corresponde á la diversa distancia del vidrio al objeto, y del mismo á la imágen; y dió geoméricamente toda la teoría de los telescopios. Este profundo exámen le hizo ver que dos vidrios convexôs darian aun mayor aumento á los objetos, que uno convexô, y otro cóncavo, pero que presentarian la imágen al revés. Este descubrimiento quedó es-

Scheinero.

teril en las manos de Keplero ; y por entonces no se conoció otro telescopio que el *bátavo*, ó *galileano*, de un objetivo convexô, y un ocular cóncavo ; pero poco despues Scheinero puso felizmente por obra este conocimiento , é hizo telescopios , que ahora se llaman *astronómicos*, de dos lentes convexâs , que daban mucho mayor aumento , y claridad ; y porque en ellos los objetos se presentan inversos , observa que esto en nada perjudica á la visual configuracion de las estrellas , siendo estas redondas ; y para los objetos terrestres encontró el modo , con un pedazo de papel , de hacerlos ver derechos , y dice que de aquella manera acostumbraba hacer ver á muchos las manchas , y las faculas del sol , y en la misma habia hecho ver mas de trece años antes varios objetos al Archiduque de Austria Maxîmiliano. Con el mismo arte, añade, es conocido el microscopio, el qual maravillosamente aumenta los objetos , que por su pequeñez se ocultan á nuestra vista ; y concluye que con tres lentes convexâs se presentarán los objetos aumentados , y tambien derechos. Todo esto di-

ce Scheinero en su *Rosa Ursina* (a); y habiéndose empezado la impresion de aquel libro en el año 1626, aunque no concluida hasta el 1630, prueba que á lo menos desde el 1613, esto es, quando los usó con el Archiduque Maxîmiliano, se valia ya Scheinero de los telescopios llamados *astronómicos* de dos lentes convexâs, que no mucho despues se conocieron tambien los de tres vidrios convexôs, y que carece de fundamento el querer atribuir al capuchino Reita su invencion, á quien tal vez se deberán los telescopios de un objetivo, y tres oculares, todos convexôs, que describe él antes que todos (b), quando no quiera atribuirse á Campani, y los binóculos, en los quales por dos tubos diversos se mira con los dos ojos el mismo objeto, quando aun de estos no se quiera tomar el origen del *Celatone* inventado por Galileo para observar en el mar las estrellas. La invencion de los microscopios, compuestos de dos vidrios convexôs, se ve tambien por

Invencion
de los mi-
croscopios.

C 2

el

(a) Lib. II cap. XXX. (b) *V. Oculus Enoch, et Eliae, &c.*

el citado pasage de Scheinero haber nacido en aquellos tiempos, y Montuclá (a) no tuvo esto presente quando aseguró no tener nosotros vestigio del microscopio compuesto de dos vidrios convexos hasta el año 1646 en una obra de Fontana, quien quiso atribuirse la invencion (b). Viviani (c) dá á Galileo la gloria de la invencion del microscopio de una, y de dos lentes, y dice que ya en 1612 envió uno de regalo al Rey de Polonia. Sin embargo es preciso confesar que la invencion fuese entonces muy imperfecta, puesto que aun en 1624, enviandole uno Galileo al Príncipe Cesi, le escribe „ he „ tardado á enviarlo, porque no lo he re- „ ducido antes á perfeccion, habiendo te- „ nido dificultad para encontrar el modo „ de trabajar perfectamente los cristales.“ Este microscopio, por la diminuta descripción que hace de él, se vé que no fué mas que simple, formado solo de una

Invencion
de los mi-
croscopios.

pe-
dos vidrios convexos, se ve tambien por

¹³ (a) Part. IV. lib. III. (b) *Novae terr. et caelest. obs. Neapoli* 1646. (c) *De lactis solidis Aristici, &c. Inscriptiones, &c.*

pequeña esfera, ó lente de vidrio, y se equivocó el diligentísimo Montuclá quando dixo no haberse hecho estos de pequeñas lentes hasta la mitad del siglo pasado. Viviani dice (a) que Galileo inventó, y compuso microscopios de una, y de dos lentes; pero no por esto se deberá creer que inventase el microscopio compuesto de dos vidrios convexos, puesto que no conoció otra combinacion de vidrios para aumentar ópticamente los objetos que la de uno convexo, y otro cóncavo, como él mismo lo dice en el *Saggiatore*, y como le echa en cara Scheinero (b). Tal vez la invencion de estos microscopios de dos vidrios convexos habrá sido obra de Drebel, á quien se dá comunmente, aunque no sé porque, la gloria de inventor de los microscopios; pero antes del año 1621, en que quiere Huingens (c), seguido por Smith (d), que construyese él en Londres tales instrumentos, cita ya Viviani los de Galileo, y observa ademas Montuclá, que de la

(a) L. c. (b) L. c. (c) *Dioptr. &c.* (d) *Cours d'Opt. remar. lib. I, c. IV.*

misma carta de Borel , de donde se toma esta noticia del microscopio de Drebel , se infiere tambien que el microscopio usado por éste en Londres estaba hecho por Zacarias Jans (a). Demos pues á Galileo la gloria de la primera invencion de los microscopios , ó dexemos esta invencion igualmente desconocida y obscura que la de los telescopios. Pero es ciertamente digno de admiracion que quando de tantos modos trabajaban muchos para mejorar los anteojos , escribiese aun Cartesio que quantos habia en su tiempo todos estaban hechos segun el modelo del holandés ; con mas verdad pudo decir el mismo Cartesio , que de quantos trataron aquellas materias ninguno demostró bastantemente qué figura exgiesen dichos vidrios (b) : y á esta su curiosa y util investigacion debemos la docta é importante obra , que dió á luz , y el nuevo semblante que tomó entonces esta ciencia.

Cartesio. ; Quántas nuevas y bellas doctrinas

no

(a) *Hist. des Math.* lib. c. (b) *Dioptr.* c. I.

no nos presenta en su dióptrica aquel sublime y fecundo ingenio! La naturaleza de la luz expuesta, sino con toda la exâctitud de la verdad, á lo menos con claridad y precision de racionios filosóficos, la construccion del órgano de la vista, y todo el mecanismo de la vision ilustrada con aquella plenitud, y perfeccion que no le habia podido dar Keplero; la ley de la refraccion de la luz, dada por este solo, por aproximacion, fixada despues con precision por Snelio, encontrada por un camino diverso, ampliada con mayor distincion, y por él antes que por ningun otro explicada con bastante claridad; la figura de los vidrios mas propia para unir en un punto mas rayos paralelos al exe, creida por conjetura de Keplero una seccion cónica, demostrada por él realmente una elipse y una hipérbola; la geometría enriquecida con una nueva especie de curvas, como hemos insinuado antes, llamadas *ovalos de Cartesio*, explicadas varias condiciones del arco iris no tocadas por su primer expositor Antonio de Dominis: y otros muchos utilísimos conocimien-

tos fueron el fruto de la *dióptrica* de Cartesio, uno de los libros mas completos y mas ricos de descubrimientos y de verdades que han salido de sus doctas manos. La explicacion de la refraccion dió á Cartesio muchos opositores entre los cuales le atacó con mayor ardor el célebre Fermat, y no solo tuvo que disputar con él mientras vivió, sino tambien con sus partidarios después de muerto. La explicacion de Cartesio era harto verdadera en el fondo, pero expuesta de modo que estaba sujeta á muchas dificultades; y las oposiciones que se movieron contra aquel grande hombre, y las respuestas dadas por él, y por sus secuaces sirvieron mucho para ilustrar la dióptrica, y aclarar algun tanto aquella materia, que aun después de las explicaciones de Gregori, de Huingens, del mismo Newton, y de otros muchos, no dexa bastante satisfecha y contenta la mente critica de los filósofos. La doctrina dióptrica de Cartesio acarreó mucha luz á la teórica; pero no produjo en la práctica aquellas notables mejoras que él, con alguna razon, se lisonjaba debiesen se-

guirse. Para unir en un punto mas rayos, y evitar el defecto que se llama *aberracion de esfericidad*, pensó justamente Cartesio en substituir á las lentes esféricas las elípticas ó hiperbólicas; pero la dificultad de trabajar los vidrios en tales figuras, mas que algunas razones contrarias á estas figuras, no dexó reducir á práctica las lecciones de Cartesio, y se continuó trabajando los vidrios como antes en figura esférica, sin buscar otras figuras. No fué mas afortunado Gregori en su tentativa; pero sin embargo ayudó bastante mas á la práctica de aquel arte, por lo que estimuló á la formacion de una nueva clase de telescopios. Son dignas del reconocimiento de los ópticos y de los geómetras las nuevas verdades no observadas por otros, y descubiertas por él para dar á los vidrios trabajados mayor claridad, distincion, y aumento; pero su principal mérito fué la invencion de los telescopios de reflexion, aunque en la execucion no saliese con mucha felicidad (a). Ademas de la imperfeccion de

Tom. VIII.

D

los

(a) *Optica promota.*

Telescopios gregorianos.

los anteojos de lentes esféricas que intentó corregir Cartesio, observó Gregori una curvatura de las imágenes que procuró evitar. Encontró también que los vidrios hiperbólicos recibirían mucha luz para aumentar mas los objetos, pero serian sobrado espesos, y no lo transmitirian todo. Para evitar todos estos inconvenientes penso primero en vidrios elípticos y parabólicos; pero la dificultad de trabajar estos vidrios le hizo poner la mira en los espejos de reflexión. Propuso pues aplicar dos espejos cóncavos, parabólico el uno, y el otro elíptico, que creía serian mas fáciles de trabajar que los vidrios, y quitarían la *curvatura* de las imágenes, y los otros defectos de los vidrios esféricos; pero fueron vanas sus esperanzas: los espejos no se mostraron mas dóciles que los vidrios en reducirse á tomar aquellas figuras, y los telescopios de reflexión no tuvieron en las manos de Gregori el deseado éxito. Esta gloria, como otras muchas, estaba reservada para el gran Newton; y la óptica, como casi todas las ciencias sublimes, esperaba de su mano la perfeccion. Las ventajas que cada dia se

encontraban en los telescopios, y en los microscopios empeñaban la atención de los físicos, y de los geómetras, para procurar á la óptica mayores luces, tanto prácticas, como teóricas. La mejora de los vidrios no podia esperarse por la variación de la figura en elíptica, ó hiperbólica: la longitud del foco de los mismos podia acarrear otras ventajas, debía dar mas luz, sufría oculares mas fuertes, y aumentaba mas los objetos. Procuraban por ello los ópticos aumentar mas y mas la longitud del foco, y trabajar larguísimo telescopios. El primero que se distinguió en esta parte fué Divini, el qual sin embargo quedó en breve vencido por Campani, cuyos larguísimos anteojos tuvieron el honor de servir á Casini en sus grandes descubrimientos, y han conservado aun posteriormente mayor reputación entre los astrónomos. Otros auxilios, y mayores ventajas recibió la óptica del doctísimo geómetra, y sublime mecánico Huígens. Las profundas especulaciones que hizo este grande hombre sobre la naturaleza, y sobre la refracción de la luz, sobre el órgano de la vista, sobre la for-

Divini, y
Campani.

Huígens.

macion de la vision , sobre el pulimento de los vidrios , y sobre la construccion de los anteojos produxeron las diversas obras que dexó sobre estas materias , y que han servido mucho para aumentar las luces de toda la óptica , y particularmente de la dióptrica (a). Pero tal vez mas que con las obras , y con las teorías auxilió él á esta ciencia con su práctica , y con el instrumento que regaló á la astronomía , qual no lo habia habido aun , de un nuevo y particular telescopio , y de un modo de manejarlo con seguridad y facilidad. Los telescopios dióptricos son mucho menos apreciables despues de la introduccion de los catóptricos : se desea la pequenez y la comodidad de estos , y se hace casi insoportable la longitud , y la dificultad de los inmensos tubos dióptricos. Pero como estos tienen sobre los catóptricos la ventaja de recibir el micrometro , y dar de este modo mayor exactitud á las observaciones , siguieron aun los astrónomos usándolos , y procurando

(a) *De lum. Dioptr. Var. de Opt.*

los ópticos su aumento y mejora; y Au-
 zout, Hook, Hartzoecker, y algunos
 otros, dieron otros, ó mayores, ó mas
 fáciles de manejar, ó que recompensasen
 la falta de mayor aumento, con las pro-
 piedades de mayor claridad y distincion.
 Hook contraxo además un mérito particu- Hook.
 lar en este arte con el pensamiento de jun-
 tar al vidrio un liquido menos refracti-
 vo (a), que si fué entonces inutil para su
 intento, ha servido despues felizmente
 para otras invenciones ópticas. Los mi-
 croscopios siguieron tambien casi los mis-
 mos pasos que los telescopios. Hemos
 dicho antes que despues de principios del
 siglo pasado usaron Galileo, Drebel, y Mejoras de
 otros, los microscopios simples y com- los micros-
 puestos; pero realmente la finura y per- copios.
 feccion del trabajo de unos y de otros no
 fué conocida hasta despues. A las peque-
 ñas lentes de cortísimo foco, muy difi-
 ciles de trabajar, se substituyeron pequeños
 globos fundidos á la llama; y Buterfield, Blainin
 Hook, Gray, y algunos otros, los tra-
 bajaron de modos diversos. Gray, ade-
 mas

(a) *Transact. philos. 1666.* (a)

mas introduxo una sutilísima gota de agua para hacer las veces de vidrio finísimo, y formó dos especies diversas de microscopios de agua. Otra manera de microscopios inventó Wilson, otra Marshan, y así otros muchos, que pueden verse descriptas en Smith (a). Célebres son los portentos de los pequenísimos animales observados con ellos por Leuwenhoek, Hartzoecker, Gray, y otros, que no podemos ahora referir, pero que prueban suficientemente quanto se hubiese adelantado en aquellos tiempos la construcción de los microscopios. Y no eran menores los progresos que la óptica hacia en la parte teórica, y en la adquisición de nuevos y útiles conocimientos. Los ópticos no conocian en la luz mas que dos desvios, ó variaciones de direccion, esto es la reflexión al llegar á los cuerpos opacos, y la refracción al pasar por los diáfanos, ó por medios de especie diversa.

Grimaldi. Otros dos descubrió Grimaldi: la dispersion de los filos luminosos de un rayo solar,

(a) *Cours de Opt.* lib. III, c. XVIII.

lar, y la llamada por él *distraccion* y despues por Newton *inflexion*, quando la luz pasando libremente por el ayre se acerca mucho á un cuerpo sin llegar á tocarlo, y declina de su curso recto doblandose hácia aquel cuerpo. Y estos dos descubrimientos abrieron el camino á los ópticos para muchas nuevas y útiles especulaciones (a). Cavalieri, exâminando los espejos ustorios encontró varias propiedades de las diversas figuras cónicas aplicables á dichos espejos; y definió tambien en el foco de los vidrios desigualmente convexos, que Keplero no supo determinar (b). Barrow, mas profundo geómetra, llevó mas adelante la teoría de los focos de vidrios diversos, y de la combinacion diversa de convexidad, y concavidad diferente; dió nuevos principios para determinar el lugar aparente de los objetos vistos por reflexion, ó por refraccion, é ilustró con nuevas teorías, y con nuevas luces muchos puntos de la óptica curiosos é importantes (c).

notwo

Cavalieri.

Barrow.

Así

(a) *De lumine, coloribus, et iride.* (b) *Exercitiorum.* (c) *Lect. opt.*

Así empleaban sus meditaciones los mas doctos geómetras en la cultura de la óptica, así los mas célebres artífices procuraban acarrearle alguna mejora, así se ilustraba de varios modos esta ciencia, y se preparaba para recibir la nueva forma que debía darle Newton. La luz presentada á los ojos de todos, y no vista por ninguno, se dexó no solo ver, sino tocar, y manejar por Newton: á él le manifestó espontáneamente su naturaleza, y pareció que se complaciese de verse contemplar en sus mas pequeñas partes por los ojos físicos de aquel soberano ingenio. No referiré las sagaces experiencias, las atentas observaciones, las exquisitas diligencias hechas por Newton para internarse en sus mas recónditos senos, y verla en sus imperceptibles operaciones. Entonces finalmente se describió ser la luz un cuerpo como los otros, agilísimo, sí, y casi de infinita velocidad, pero que sin embargo emplea algun tiempo en su movimiento: se vió como se desprende del cuerpo luminoso, pasa por los cuerpos diáfanos, y siente la atraccion de sus partículas, declinando mas ó menos de su direccion, se-

gum

gún la varia densidad de aquellos medios; pása inmediatamente á otros cuerpos, y se quiebra, ó se tuerce atraída hácia ellos; choca con los cuerpos opacos, y manifiesta su elasticidad en la pronta y regular reflexión; y en suma se sujeta á todas las leyes del movimiento de los cuerpos. Entonces compareció tambien la luz sutilísima, pero compuesta de partículas eterogéneas, y se sometió en las manos de Newton á una rigurosísima diseccion, mostró sus rayos compuestos de siete pequeños rayos primigenios, é inalterables, todos diferentes entre sí, de masa ó densidad diversa, diverso color y diversa refrangibilidad, é hizo ver así los principios mismos de los colores, los diversos fenómenos de los cuerpos coloridos, la causa que produce al arco iris, los accidentes de las imágenes de los objetos que se nos presentan por medio de los vidrios, y muchos oscuros arcanos de la naturaleza, y del arte (a). Mecánica de la luz, anatomía de la luz, fenómenos grandes,

Tom. VIII. E par-

(a) *Newtoni Opt., Lect. opt.*

Telesco-
pios new-
tonianos.

particularidades insensibles á los ojos de los demas, observaciones vastas, individuales experiencias, todo lo que es verdad, todo está hecho por Newton, el verdadero Febo de la luz. La descomposicion de la luz, la observacion de la constante y perpetua diversidad de refracciones en los rayos diversos, el exámen de su inalterable refrangibilidad le hicieron reflexionar, que el mayor defecto de los telescopios dióptricos consistia en el iris que forman los vidrios, derivado de la diversa refraccion; diversas experiencias hechas con poca felicidad le induxeron á creer, que no hubiese remedio para este mal; y su ingenio fecundo de oportunos recursos le sugirió el medio de obtener los mismos efectos de multiplicacion de rayos de luz, y de aumento de los objetos sin exponerse á los inconvenientes de la refraccion de los vidrios. A los telescopios dióptricos substituyó los catóptricos; en vez de vidrios que reflectan la luz, que rompen sus rayos, y separan sus colores, se valió de espejos que la reflectan, y vuelven los rayos sin descomponerlos, sin presentar distintamente co-
lo-

lores diversos , y sin causar confusion. Cerró una extremidad del tubo , y colocó en ella un espejo cóncavo , que recibia los objetos por la otra extremidad abierta , y enviaba la imagen á un espejito plano é inclinado , puesto delante del punto del foco , que la pasaba á un pequeño agujero en el lado del tubo , donde la recibia el ojo por medio de una lente ocular. No mas iris , no mas colores , no mas confusion ; en un pequeño tubo , y facil de manejar se aumenta el objeto tanto como en los inmensos y embarazosos tubos dióptricos. Así que los telescopios newtonianos fueron recibidos por los astrónomos con ansia , y con plena satisfaccion. La doctrina de Newton de la emision de la luz , y de la inmutabilidad de los siete colores ha tenido de quando en quando , y tiene aun al presente sus opositores ; pero igualmente ha encontrado siempre mas y mayores defensores é ilustradores , y se puede decir que siempre ha triunfado de sus contrarios , y reyna tranquila y gloriosa en la filosofía. La invencion de los telescopios catóptricos le ha sido contrastada de muchos : algunos italianos han queri-

rios á la invencion de los telescopios catóptricos.

do darle la gloria á un P. Zucchi, autor de una óptica, y de otras obras matemáticas, ahora poco conocidas; y muchos franceses á Mersen, quien propuso uno á Cartésio, y este lo refutó (a). El ingles Gregori tiene realmente mas derecho que todos los otros á la gloria de la invencion. Suyó fué el pensamiento de aplicar á los anteojos de larga vista los espejos en vez de los vidrios, creyendolos mas fáciles de trabajar en figura elíptica, y parabólica, que hubiera corregido los defectos de los vidrios esféricos, y aun de la sobrada densidad de los hiperbólicos, si se hubiera conseguido el trabajarlos. ¿Pero para qué sirven los pensamientos quando no se pueden poner en execucion? Las ideas de Gregori quedaron sin efecto. Solo Newton tuvo la prudencia de reflexionar que los defectos de aberracion, y de curvatura eran casi imperceptibles en pequeñas porciones de esfera, quales son los vidrios de los telescopios, y que el defecto principal de estos es la diversa refraccion de los rayos

(a) Cart. epist. XXIX y XXXII, part. II.

de la luz, la qual se hubiera igualmente quitado con los espejos esféricos, que con los de qualquiera figura cónica. La simplicidad y verdad de los pensamientos, y la facilidad de executarlos es la grande obra del ingenio; y si nosotros tenemos telescopios de reflexión tan útiles á la astronomía y á la física, solo lo debemós á Newton, que tomó la idea de su utilidad por su verdadero aspecto, y la puso en execucion. Al publicarse en Inglaterra la invencion de Newton (a) quiso al instante Cassegrain en Francia reclamar la anterioridad (b), y propuso su telescopio catóptrico, en el qual el espejo del fondo, que Gregori queria cóncavo, debia ser convexo. Varias fueron sobre estos puntos las disputas (c); pero el telescopio de Cassegrain jamas fué puesto en execucion, y quedó solo estimado y triunfante el de Newton. Este mismo no fué en mucho tiempo muy usado, hasta que en este siglo se dedicó Juan Hadley á trabajar algunos,

(a) *Transact. philos. an.* 1672. (b) *Journ. des Savans* 1672. (c) V. Newton *Opusc.* tom. II. (a)

y les dió crédito universal. El mismo llegó tambien despues á formar telescopios gregorianos. Short trabajó otros aun mas perfectos; Molineux, y algunos otros procuraron dar mayor comodidad, y mayor perfeccion á los telescopios, y á los microscopios de reflexion, y la catóptrica fué de dia en dia obteniendo mayores luces, y adquiriendo mejoras.

Espejos
ustorios.

Por otro camino se enriquecia esta de nuevos conocimientos, y se hacia mas útil para el descubrimiento de la naturaleza, y para los trabajos de las artes. Los espejos ustorios, usados ya por los antiguos, fueron llevados á gran perfeccion por Magini, profesor de Bolonia; y se quiere que estos excitasen á Cavalieri á darnos las bellas teorías sobre los focos de sus diversas figuras, que leemos en su obra sobre esta materia (a). Settala los trabajó aun mas perfectos; y despues Villette superó á Settala, y á quantos le habian precedido. Pero todos debieron ceder al célebre espejo ustorio de Tschirnhausen, de quien se veian efectos tan extraordinarios,

Tschirnhausen.

(a) *De speculis ustoriis.*

rios, que causaban la admiracion de toda la Europa (a). Mayores fueron aun los portentos que obró Tschirnausen en la dióptrica. Sus famosas *Causticas*, de las quales hemos hablado en otra parte, son fruto de las atentas meditaciones que hizo sobre la reflexion, y sobre la refraccion de la luz. Estas le conduxeron á deseñar vidrios convexos mas grandes y mas perfectos, que expuestos al sol fuesen nuevos hornillos, que diesen una nueva química; y él los trabajó tan grandes, y tan activos, que Fontenelle los llamó novedades casi milagrosas de dióptrica, y de física, y enigmas para los artífices mas inteligentes (b). En este siglo los espejos ustorios, y la doctrina de la reflexion de la luz han recibido aun nuevas ventajas. Los famosos espejos de Archimedes, que tenian un foco tan distante que pudiesen abrasar las naves romanas, habian sido creidos por toda la antigüedad: pero Cartesio y otros modernos negaron abiertamen-

(a) *Act. Lips.* 1687, 1692. (b) *Eloge de Mr. Tschirnausen.*

mente el hecho por no saber concebir la posibilidad. Kircher fué el primero que reflexionando sobre la descripción de este hecho que nos ha dexado Tzetzes, quiso con la experiencia verificar la posibilidad, y consiguió producir á una distancia mayor que la regular, un calor bastante fuerte (a). Pero Buffon llevó mas adelante la prueba, é hizo mucho mas útil sus experiencias (b). Manifestó quanto mas oportunos son para la reflexión los vidrios estañados, que los espejos metálicos, por mas pulidos que estén; fixó quanta es la fuerza que pierde la luz reflexa comparada con la directa, é imaginó una combinacion de espejos planos, que lleva el foco arriba, abaxo, y donde se quiere, lo que es muy cómodo y ventajoso para algunas experiencias físicas, y químicas. Esta artificiosa colocacion de diversos espejos planos le dió tambien el deseado intento de llevar el foco de todos á una larga distancia, y quemar un cuerpo distante 150 pies, y de hacer ver
prác-

(a) *Ars magna lucis et umbræ.* (b) *Acad. des Sc.* 1747. &c

prácticamente que podía en realidad Archimedes desde la ciudad obrar en el puerto de Siracusa el efecto descrito del incendio de las naves. Otros descubrimientos hizo Buffon, otros Cassini, otros Courtivron, y otros algunos otros (a): pero nosotros no podemos seguir individualmente todas las cosas, y vamos al mas importante hallazgo dióptrico de este siglo, que es el de los telescopios acromáticos tan famosos.

De Eulero toma principio este útil y glorioso descubrimiento. Eulero puede, de algun modo, ser llamado el segundo Newton, que ha formado una nueva época en todas las clases de las matemáticas. Algunas experiencias induxeron á Newton á asegurar, que solo „ si los rayos emergentes son paralelos á los incidentes, podrá ser la luz blanca, y que „ si los emergentes son obliquios á los incidentes, la luz tomará siempre varios colores (b)“; y despues aunque tuvo

Telescopios acromáticos.
Eulero.

Tom. VIII. F al

(a) *Acad. des Sc.* 1748. &c. (b) *Opt.* part. II, lib. I, prop. 3.

algun pensamiento de que los objetivos compuestos de dos vidrios, cuyo espacio intermedio estuviese lleno de agua, pudiesen corregir la aberracion de la esfericidad; sin embargo no pensó jamás que pudiese servir este medio para evitar, ó disminuir la dispersion de los rayos, ó la aberracion que se llama de la refrangibilidad. Eulero concibió oportunamente esta idea, y le pareció muy probable „ que una cierta combinacion de diferen- „ tes cuerpos transparentes pudiese ser „ capaz de remediar este defecto, y que „ en nuestros ojos se encuentran los di- „ ferentes humores dispuestos de modo „ que no resulte alguna difusion en el fo- „ co. “ Dirigido por estas reflexiones em- pezó á buscar las dimensiones de los objetivos formados de vidrio y de agua, para poder imitar la combinacion que se hace naturalmente en los ojos (a). Se opu-

Dollond. so Dollond á los cálculos de Eulero, y apoyado en las leyes de la refraccion, y de la dispersion de Newton, concluyó, que en el caso de Eulero la reunion de

Los

(a) *Acad. de Berlin 1747.*

los rayos de diferentes colores no podia formarse mas que á una distancia infinita (a). Cayó pues el proyecto de Eulero, y el nombre de Newton, tan benemérito en la óptica, fué esta vez perjudicial á su mayor adelantamiento. Entonces Klingenstierna se animó, sin acobardarse por la contraria autoridad del respetable Newton, se atrevió á atacar su experiencia, en la qual se apoyaba Dollond; y probó que la ley newtoniana se acercaria harto mas á la verdad en las pequeñas refracciones, que en las grandes. Las razones de Klingenstierna obligaron á Dollond á repetir las experiencias, y el éxito correspondió á las teorías del opositor. No tuvo reparo Dollond de darse por vencido, y confesó ingenuamente, que el proyecto de Eulero era en realidad asequible, y que con medios diáfanos de diversa densidad podia corregirse la aberracion de los rayos. Se valió primero de los medios del vidrio, y del agua, propuestos por Eulero; pero siendo muy corta la dife-

Klingenstierna.

F 2 ren-

(a) *Transact. philosoph.* 1753.

rencia de las refracciones entre aquellos dos medios, era menester dar á los vidrios sobrada curvatura, con lo qual crecia la aberracion de la esfericidad, ó dexarlos con muy poca abertura, y privarse de las principales ventajas, que podian esperarse de tales telescopios. Puso pues su mira en dos especies de vidrios que causaban mayor diferencia en las refracciones, uno muy blanco y transparente, llamado *flintglass*, y otro verdoso, semejante al nuestro comun, dicho *brown-glass*, las refracciones de los quales son como 3 y 2; y por medio de estos corrigió la dispersion de los rayos, hizo desaparecer el importuno iris, y logró el deseado intento (a). Este importante descubrimiento dióptrico puso en agitacion á todos los geómetras: los tres mas célebres Clairaut, Eulero y d'Alembert aplicaron toda la fuerza de sus cálculos para determinar la diferente refrangencia de los dos vidrios, las curvaturas mas oportunas para destruir la aberracion de

(a) *Philosoph. transact.* 1758, *Acad. des Sc. de Paris* 1756, Pezenas, *Addit. au Cours d'Opt.* de Smith.

la refrangibilidad, y la de la esfericidad; las dimensiones mas justas para conseguir todo el efecto; y otros puntos complicados y difíciles que necesitaban todos los recursos de la entonces tan adelantada analisis, y parecia que hubiesen esperado el tiempo de su esplendor para presentarse á las especulaciones de los géometras. La mas fina geometría vino á dar auxilio á nuestros ojos, y quiso contribuir á nuestra curiosidad: dimensiones exâctísimas, sutilísimos cálculos, racionios ingeniosos tomaron por objeto la refraccion, la dispersion, y la reunion de los rayos de la luz por medio de los vidrios, y la perfeccion de los telescopios acromáticos, y esparcieron nuevas luces, no solo sobre la óptica, sino sobre el álgebra, sobre la geometría, y sobre las otras partes de las matemáticas. Las disertaciones de Clairaut sobre estos puntos, llenas de justas fórmulas, y de invenciones útiles; los opúsculos de d'Alembert (a), y sobre todo los tres tomos de la *Dióptrica*

(a) Tom. I, III, IV, al.

de Euleró , que la Grange no duda llamar tratado completo sobre esta materia (a), puede decirse que son los cursos de la óptica refinada y sublime , como lo es de la plana y elemental , la obra de Smith , y en otro género posteriormente la *Fotometría* de Lambert. Sin tanta sublimidad y complicacion de cálculos , con una mas simple geometría , pero con gran vehemencia de imaginacion y de ingenio , y con larga y atenta práctica llegó Boscovich á determinaciones no menos sutiles , y mas útiles , y á invenciones prácticas muy ingeniosas , y harto mas ventajosas que las especulaciones analíticas de los refinados géometras. El error de la esfericidad , despreciado por Newton como sobrado pequeño , ó casi infinitésimo en comparacion del de la refrangibilidad , contemplado por los nuevos dióptricos en los telescopios acromáticos , donde la diferencia del uno al otro es mucho menor , solo por Boscovich fué mirado en su lleno y verdadero aspecto , investigada la cantidad en vidrios de varia cali-

(a) *Acad. de Berlin*, 1778, I, III, 4. (a)

lidad , y de varias aberturas , comparado con el de la refrangibilidad no solo en los diámetros , ó en las extensiones ó cantidades del uno y del otro , sino en la direccion de los rayos , y en la progression de la densidad de la luz , en cada uno de sus diferentes puntos , sacadas muchas novedades teóricas , descubiertos en la práctica defectos no observados por otros , hallados nuevos remedios , é inventados instrumentos para corregirlos con mayor facilidad. El estudio de los ópticos se habia dirigido á perficionar los objetivos , y evitar los colores , y se habia pensado poco en los oculares , ó á lo menos poquísimo se habia hecho que sirviese para el uso comun. Boscovich puso particularmente la mira en estos , y mientras Eulero se detenía en fórmulas y teorías , que no podían reducirse útilmente á la práctica , él se empleaba en dar soluciones sencillas y elegantes , para cuya demostracion bastan los primeros elementos , y las verdades ya conocidas , y en buscar reglas expeditas y fáciles de executar. Tomó de Clairaut las fórmulas para la refraccion de las lentes ; pero las hi-

zo suyas por la sencillez de las demostraciones , y por la generalidad de los principios. Con la observacion de la luz reflexa por la superficie posterior de una lente , y de las dos refracciones que sufre la una al entrar , y la otra al salir, quiso explicar una cierta luz errática , que ha hecho padecer deslumbramientos á algunos astrónomos. Hizo nuevas observaciones sobre la inversion de la imagen directa y obliqua , y sacó de ellas útiles doctrinas. Encontró en la diversa refrangibilidad un error común á todos los rayos , y otro particular de los rayos situados fuera de los exes , y propuso el modo de corregir el uno , y el otro. Dió métodos para servirse útilmente del vidrio comun ; aplicó el agua á nuevos usos dióptricos , é imaginó un telescopio lleno de ella para determinar la celeridad de la luz , como fué despues expuesto por un ingles ; pero no con tanta copia de miras (a) , demostró que por medio de dos substancias no pueden unirse mas que dos colores , é hizo ver quan distantes esta-

mos
(a) *Philosopb. transact.* 1782.

mos aun de un perfecto acromatismo en los telescopios ; y se extendió á muchas nuevas y curiosas investigaciones , y juntó en todas finas y exâctas especulaciones teóricas , con nuevas reglas y utilísimos métodos para la práctica. Las doctas disertaciones publicadas por él en varios tiempos (a) , los instrumentos ó inventados por él , ó reducidos á nueva exâctitud , ó á mas universal utilidad , tantas sutiles observaciones , tantos importantes inventos , tantos descubrimientos ingeniosos presentan en Boscovich un hombre de ingenio que acostumbrado á las especulaciones geométricas , ocupadó por cincuenta y mas años en manejar telescopios , y por su medio observar noche y dia las estréllas , llévado del amor á la astronomía , persuadido por la práctica de la necesidad de mejorar la construcción de los telescopios , como único medio para el adelantamiento de su amada ciencia,

Tom. VIII. G en

(a) Acad. Instit. Bonon. tom. V, tum *Dissert. quinque ad Dioptricam pertinentes Vindobonae 1767,* tum *Opera pertinentia ad Opticam et Astron. tom. I. et II. Bassan. &c.*

en todo piensa, todo lo reflexiona, procura el provecho del arte, no su propia gloria, ni se cuida de elevarse á sublimes cálculos, y analíticas teorías, comunmente difíciles de entender, y rara vez reducibles al uso; pero se entrega todo á los progresos de la práctica, á la perfeccion del trabajo, á las verdaderas ventajas de la óptica, y de la astronomía. La necesidad de mejorar los telescopios acromáticos ha empeñado la universal curiosidad; la geometría, la mecánica, y la química, han sido convidadas á contribuir con nuevas luces á este comun beneficio de la humanidad. Jeaurat con un artificio mecánico ha hecho un trabajo útil á los artistas; ha encontrado la curvatura que es preciso dar á los diversos vidrios, y ha extendido las tablas que les pueden servir de guía; propuso además ciertos telescopios que llamaba *diplati-dianos*; y que Selva, docto artífice veneciano, que hizo otros semejantes, distinguió con el nombre de *iconantiditticos* (a), los cuales daban dos imágenes del

Jeaurat.

(a) *Dial. Ottic. &c. dial. IV.* et H. Bartsch &c.

mismo objeto , una recta , y otra inversa con dos movimientos opuestos , y procuró perficionar los objetivos , y los oculares de los acromáticos (a). Rochon se Rochon. adquirió crédito con varios servicios que hizo á la óptica , y por la mejora que acarreó al *micrometro objetivo* , que fué causa de sentimientos y disputas con el célebre Boscovich (b). Tuss (c), Oriani (d), y algun otro , han hecho tentativas para mejorar en la figura de la curvatura los anteojos acromáticos. La Academia de las Ciencias de Paris se dedicó á un medio mas útil , y propuso premio , ofrecido por un particular zeloso de los progresos del arte , para quien supiese evitar los defectos del *Flintglass* y hacerlo de una transparencia perfecta , y del todo igual. Macquer hizo muchas experiencias para descubrir la causa de los defectos á que es-

Estudio sobre el mejoramiento del *Flintglass*.

Macqter.

G 2 tá

(a) *Acad. des Sc.* an. 1779. (b) *Acad. des Sc.* an. 1776 , &c. (c) *Instruction détaillée pour porter les lunettes.... au plus haut degré de perfection* , &c. *Saint-Petersbourg* 1774. (d) *Mem. di Mat. è Fis. della Società Ital.* tom. III.

tá sujeto este cristal , y las expuso á la Academia (a) ; y fué premiada por ésta una de las disertaciones presentadas al concurso. Pero por mas que hasta ahora se haya trabajado , no se ha conseguido el deseado intento ; y recientemente ha vuelto la Academia á proponer por orden del Rey el mismo asunto. Los matemáticos tienen , como todos los otros , sus modas , tras las quales corren todos. Los telescopios acromáticos ocuparon la atención de todos los géometras ; con su auxilio se prometian conquistar nuevos cielos ; mil lisongeras esperanzas se presentaban á los atentos ojos de los astrónomos. Eulero , Clairaut , d'Alembert , Boscovich , la Grange , é infinitos otros escribieron repetidas veces sobre esta materia : los telescopios catóptricos no eran ya atendidos : todas las miras , y todos los cuidados estaban puestos en los acromáticos. Sin embargo con estos aun no se ha hecho ningun considerable descubrimiento , y solo se ha logrado alguna

(a) *Acad. des Sc.* an 1777.

na mayor comodidad para los astrónomos en hacer las observaciones. Quando con tanto empeño se afanaban estos célebres geómetras por el mejoramiento de los acromáticos , sin lograr por medio de ellos ningun nuevo descubrimiento ; un músico , y militar aleman , retirado en Inglaterra , con un telescopio de reflexión descubria un nuevo planeta y nuevas estrellas , y hacia tomar á los cielos un nuevo aspecto. El famoso Herschel , en su profundo retiro , con infatigle é industriosa paciencia , y con diligente destreza , sin fórmulas , sin cálculos , sin disoluciones químicas , sin auxilios académicos , ha sabido dar á sus telescopios catóptricos una fuerza , y actividad , que ni mil geómetras , ni mil químicos , con mas sublimes cálculos , con las fórmulas mas exáctas , y con las experiencias mas refinadas , con tantas disertaciones , y con tantos libros han podido proporcionar á sus aplaudidos acromáticos. Los deseos no solo de los ópticos y de los astrónomos , sino de todos los doctos , y de toda la humanidad , deben dirigirse á perficionar los vidrios , y los espejos , los telescopios dióptricos , y los

Herschel.

Mejoras
de los te-
lescopios.

los catóptricos , los auxilios de nuestros ojos ; unos y otros pueden tal vez recibir mejoras aun no previstas. Se estudia tanto, y tan justamente para refinar el *Flint-glass*; ¿pero por qué sin dexar este estudio no podria hacerse tambien el de buscar otra materia , que pueda juntar ventajas mayores que las del *Flintglass*, y no participar de sus defectos , que se procuran evitar ? ¿No podria tal vez encontrarse tambien para los espejos de los telescopios catóptricos una materia mas conveniente á todas las miras astronómicas? Trabajando los vidrios y los espejos han encontrado los géometras ventajosísimas dimensiones , que tal vez podrán aun llevarse á mayor perfeccion ; pero despues no han podido los artífices ponerlas en execucion : ¿no seria pues muy útil , y aun necesario , el dirigir las especulaciones de los géometras , y de los mecánicos, á encontrar instrumentos y métodos para perficionar el arte de pulir los vidrios y los espejos , y ponerlos en aquella curvatura , y figura que les prescribirán las teorías ópticas? La colocacion de los espejos , y de los vidrios , todas las partes ,

y toda la formacion de los telescopios exige las miras mas doctas , y las caute- las mas escrupulosas. La materia es muy importante , y merece la atencion y el estudio de todos los doctos , y las luces y los auxilios de todas las ciencias , y de todas las artes ; y no hay diligencia y cui- dado que no deba emplearse para su ma- yor adelantamiento. No se trata menos que de aumentar casi á nuestro arbitrio la esfera de uno de nuestros sentidos y de extender nuestro imperio sobre la na- turaleza ; de hacer comparecer á nuestros ojos cosas y fenómenos desconocidos desde el principio del mundo : y de buscar de algun modo para nosotros nuevos cie- los , presentarnos nuevos en gran parte los vistos hasta ahora , y contribuir con Dios á hacernos ver , y gozar de las in- finitas maravillas ofrecidas por él tantos siglos ha á nuestra contemplacion.

CAPÍTULO X.

De la astronomía.

Antigüedad de la astronomía.

La astronomía es la ciencia mas vasta, y mas sublime, el principal objeto de todas las ciencias matemáticas, la primera ciencia, que con particular estudio han cultivado los hombres. Las mas antiguas memorias que han quedado para la historia de las ciencias, son las que trae Josefo Hebreo de los antediluvianos, y estas pertenecen á la astronomía. Las piedras, y los ladrillos, las columnas de los hijos de Seth, los primeros libros del género humano no contenian mas que los descubrimientos astronómicos, los únicos conocimientos, que los hombres conservaban celosamente, y que ardentemente procuraban transmitir á la estudiosa posteridad (a): y si Dios dió á los antiguos Patriarcas el consuelo de una vida larguísima,

(a) Antiq. Jud. lib. I. c. IV.

ma, qual se vé descrita, no solo por Moyses, sino por Maneton, Beroso, Moco, y otros muchos egipcios, fenicios, y griegos, esto no fué mas que para cultivar mejor la geometría, y la astronomía, para adelantar en los descubrimientos, y en las gloriosas especulaciones sobre estas ciencias, y para formar particularmente en la astronomía útiles y exáctos periodos, como es el de 600 años (a). No saldré fiador de la verdad de esta noticia, que nos ha dexado Josefo Hebreo, ni creeré con Bailly que el periodo de 600 años seria confirmado por el mismo Josefo con el testimonio de los referidos escritores, los cuales me parece no citarlos él para otra cosa que para atestiguar la larga vida de los primeros hombres (b); pero sin embargo diré que solo su tradicion, sea verdadera ó falsa, supone que por muchos siglos se habia estimado, y hecho estudio de la astronomía, y que se habia llegado á formar un periodo astronómico largo, y difícil, superior

Tom. VIII. H á

(a) Antiq. Jud. l. I. c. VIII. (b) Astr. anc. l. III, Eclairciss. §. V.

á las luces de los mismos astrónomos posteriores. ¿Era posible que Josefo, ignorante como era en la astronomía, fingiese un periodo semejante, sino hubiera sido ideado por otros de tiempo tan remoto, que ya no se sabia su autor, y conservado solamente entre los hebreos como obra de los primeros Patriarcas? Pero sea lo que fuere del estudio astronómico de aquellos remotos tiempos, no sabemos mas que esto poco que nos refiere Josefo, y aun en esto poco dexamos para los críticos el disputar sobre la verdad de su relacion. No podremos decir mucho mas de la astronomía de las naciones asiáticas, de donde se han derivado hasta nosotros los principios de aquella ciencia. Bailly quiere dar particularmente á la indiana una remotísima antigüedad, porque si los indios desde el año 3102 antes de nuestra era fixaron ya una época, que era astronómica y civil, ó un periodo de 4383 años, como se deduce de sus tablas astronómicas, señal es que ya entonces se habian hecho muchas observaciones, se habian combinado algunos resultados de tales observaciones, se habia cul-

ti-

Astronomía india-
na.

tivado con largo y atento estudio la astronomía. La copia de las materias no nos permite seguir individualmente los muchos artificios retóricos y eruditos de que sabe valerse el ingenioso autor para establecer la autenticidad de aquella época, y la antigüedad de la astronomía india; y solo diremos que tales épocas, y tales periodos no deben servir para probar la antigüedad que parece suponen. El periodo juliano supone un principio anterior de algunos siglos á quanto establecen los cronólogos sobre el principio del mundo; y sin embargo sabemos que su institucion no es mas que de Escaligero, y no pasa aun de dos siglos. Y si Cassini hubiese establecido, y puesto en uso entre los astrónomos su periodo *lunisolar pasqual*, tendríamos una época civil y astronómica, con un periodo de 11600 años, sin poder por esto conceder á nuestra astronomía una antigüedad mayor de la que nos dan los monumentos históricos. Los antiguos que hablan de los estudios de los indios, nada dicen en particular de su astronomía. Laercio (a),

(a) *Prooem.*

solo dice de los gimnosofistas , que filosofaron obscuramente sobre el culto de los Dioses, y sobre el exercicio de las virtudes, y que fueron despreciadores de la muerte ; y Plinio , contando entre las varias clases de los indios á sus literatos, no dice otra cosa de estos, sino que acababan su vida arrojandose voluntariamente al fuego (a). Hayan en hora buena cultivado los indios la astronomía desde tiempos muy antiguos, como la cultivaron los chinos, y otros orientales; pero no pretendamos fixar vanamente el origen de su ciencia en tan remota distancia de lugares y de tiempos, ni queramos detenernos á señalar distantemente sus primeros progresos, que ya no podemos conocer : aquellos pueblos desconocidos y remotos no han tenido influxo alguno sobre nuestros estudios, ni los antiguos nos han dexado monumentos bastantes para poder hablar de ellos con algun acierto; ¿ qué provecho pues esperarémos sacar de meras conjeturas por mas ingeniosas que sean

(a) Lib. IV. c. XIX.

sean, y apoyadas con erudiciones recónditas? Dexamos de buena gana para otros escritores no solo los Indios, sino los Ura- nos, los Atlantides, los Prometeos, los Endimiones, los Tautos, los Mercurios, los Belos, los Fohos, y todos los antiguos héroes históricos y fabulosos tenidos por beneméritos en la astronomía, porque nos es muy precioso el tiempo para emplearlo en tales investigaciones.

Lo que en general podemos decir de los antiguos es que les debemos un beneficio harto mayor de lo que se cree comunmente. Los primeros principios de la astronomía, que hemos recibido de ellos, son los fundamentos de toda la ciencia; y aunque ahora parezcan fáciles y llanos, necesitaron sin embargo de repetidas observaciones, y de continuado y atento estudio, para acarrear á sus inventores la gloria de verdaderos astrónomos. La division del tiempo en días, meses, y años, la constitucion del zodiaco, la formacion de los signos y de las constelaciones, la distincion de los planetas, y de las estrellas fixas, el establecimiento de los polos, y de los puntos solsticiales, y equi-

Astronomía anti-
gua.

equinocciales , y otros conocimientos semejantes , que ahora ni aun se miran como astronómicos , necesitaban entonces muchas observaciones , y atentas y repetidas especulaciones , y no merecian menores alabanzas que los descubrimientos de la aberracion de las fixas , y de la mutacion del exe terrestre en la astronomía de nuestros días. Qualquiera que haya sido el pueblo inventor de la astronomía , no podemos derivar la nuestra sino de los griegos , los primeros , ó los únicos que debemos reconocer por maestros. Pero los griegos , como confiesan Platon (a) y otros antiguos , tomaron sus principios de las naciones extrangeras, y por consiguiente aquellas deberán interesar nuestra curiosidad de quienes veamos sacar ventajas la astronomía griega. Los caldeos y los egipcios pueden ser mirados como maestros de los griegos. Calistenes , segun dice Porfirio citado por Simplicio (b), traxo de los caldeos observaciones astronómicas de 1903 años, esto es, de 2227 años

(a) *Epinom.* (b) *Com. in Arist. lib. De Caelo.*

años antes de la era christiana. Epigenes encontró otras antiquísimas (a). Hiparco, y Tolomeo en sus teorías de los eclipses hicieron uso de algunas observaciones de los mismos (b), Apolonio Mindiano, peritísimo en las observaciones naturales, como dice Séneca, acudió á los caldeos para instruirse en la astronomía, y aprendió en sus escuelas que los cometas no son exhalaciones, y fuegos transitorios, sino cuerpos constantes, y durables como los planetas, y que se sabia su curso (c). Gemino (d), y Suidas (e), nos describen algunos periodos lunisolares, que dan honor á la astronomía de los caldeos. Herodoto (f) deriva de estos á los griegos el uso del gnomon. Y generalmente vemos muchos progresos de la astronomía caldaica, y mucha influencia de la misma en la griega. De los egipcios aun sacaron los griegos mayor parte de su instruccion en la astronomía: el Egipto fué la escuela

Egipciaea.

(a) V. Plin. lib. VIII, c. LVI. (b) *Almagest*, lib. IV. (c) Sen. *Quaest. natur.* lib. VII, c. III. (d) *Elem. astr.* c. XV. (e) V. Saros. (f) L. IV.

la de todos los griegos. Tales , Pitágoras, Eudoxo, Platon, los primeros astrónomos de la Grecia, corrieron á beber los elementos de aquella ciencia en las fuentes de los egipcios ; y no llegó la astronomía griega á hacer notables adelantamientos, hasta que fué establecida en Egipto en la escuela de Alexandría. Platon (a), Diodoro Siculo (b), y otros muchos, atribuyen á los egipcios el principio de la astronomía. Séneca los presenta inteligentes y prácticos en las observaciones de los eclipses solares (c). Las observaciones que nos han quedado de los caldeos versaban sobre los eclipses lunares ; pero los egipcios notaban los lunares , y los solares ; y desde el tiempo de Vulcano , hijo de Nilo , hasta el de Alexandro , observaron, segun Laercio (d), 373 eclipses de sol, y 832 de luna , lo que conviene con bastante exâctitud con los periodos de los unos , y de los otros. Las varias divisiones de sus años , las observaciones del orto

(a) *Epinom.* (b) *Lib. I.* (c) *Lib. VII, c. III.*

(d) *Prooem.*

to *heliaco*, como dicen los astrónomos, del sirio, ó de la canícula, el periodo de 1461 años, ó el año canicular, que establecieron sobre el retardo de un día cada quatro años de la aparicion de aquella estrella, la colocacion de las piramides exâctamente puestas hácia los quatro puntos cardinales del mundo, los métodos para calcular los eclipses, y varios otros monumentos de conocimientos astronómicos prueban que los egipcios observaban con atencion las estrellas, sacaban ingeniosos resultados, que merecian la veneracion de los griegos coetâneos, y tenían algun derecho al título que se arrogaban de padres y maestros de la astronomía. Pero el mayor mérito de los egipcios consiste en haber formado á los griegos, y haberse estos reservado solo para su propia gloria el mejorar la doctrina de sus maestros (a). En efecto, los griegos se confesaron discípulos de los egipcios; pero no tardaron mucho en superarlos. Tales fué el primer astrónomo de la Grecia.

Tom. VIII.

I

cia.

(a) Plato in *Epinom.*

cia. Vuelto de Egipto enseñó á los griegos la teoría de los eclipses , y fué el primero que pronosticó uno , determinó de algun modo el diámetro del sol, y encontró su curso de un trópico al otro ; dividió el cielo en cinco círculos , ó zonas , formó la constelacion de la osa menor , y escribió mucho sobre la astronomía (a). La secta jónica , ó la escuela de Tales , siguió cultivando los estudios astronómicos ; y Anaximandro compuso una esfera , en la qual hizo visibles los círculos ideados por su maestro : construyó un gnomon , y se sirvió de él para observar los solsticios ; y si es cierto lo que dexó escrito Eudemo , segun refiere Anaximandro (b) , pero que no nos parece bastante fundado , conoció , aunque imperfectamente , algun movimiento de la tierra. Anaxímenes, Anaxágoras , y los demas filósofos de aquella escuela cultivaron tambien con particular estudio la astronomía (c). Pero aun tal vez ha recibido esta

Anaximandro.

según

Plut.

(a) Laert. in *Thaleta* , Plat. *De placit. philos.* lib. II. (b) V. Fabr. *Bibl. gr.* tom. II , p. 277.

(c) Plut. Laert. et al.

ciencia mayores ventajas de la escuela de Pitágoras. La obliquidad de la eclíptica, la existencia de los antípodas, y la figura y constitucion de la tierra, el conocimiento de Venus, como fósforo y véspero, ó como la misma estrella que precede al sol en su orto, y le sigue en su ocaso, son descubrimientos de Pitágoras; y de él se deriva igualmente la opinion de la existencia de muchos mundos, ó de tener cada estrella su sistema planetario, ó, por decirlo así, su mundo, y el descubrimiento, entonces no muy apreciado, y ahora abrazado por los mas doctos astrónomos, del movimiento de la tierra, que despues explicó mas distintamente Filolao, y fué por algunos creido el descubridor, como otros decian haberlo sido Hiceta, siracusano (a). Así como Pitágoras quiso aplicar al movimiento de los planetas las leyes de la armonía musical, Gregori (b), Maclaurin (c), y otros modernos, han creido ver en él, aunque en mi juicio

I 2 sin

(a) Laert. in *Philolao*. (b) *Astr. phys. et geom.* Praef. (c) *Expos. phil. Newton.* lib. I, c. II, X.

Pitagóricos.

Demócrito.

sin bastante fundamento, las leyes del movimiento, y el verdadero sistema del universo. De la escuela de Pitágoras salieron los más célebres astrónomos de la antigüedad. Filolao, tan famoso ilustrador del movimiento de la tierra, que le tienen los modernos por el Copérnico de la antigüedad, y muchos llaman filolaico el sistema que ahora comunmente decimos copernicano. Empedocles, Oenipodes, Timeo, y varios otros respetados de los antiguos por algunos profundos conocimientos. Demócrito, particularmente celebrado de los posteriores, por su penetrante sagacidad de columbrar desde entonces en la *via lactea* un complexó de pequeñas y muy lejanas estrellas (a), que muchos, aun en las luces de la moderna astronomía le han querido contrastar, y que ahora, para gloria del gran Demócrito, va Herschel presentando á los ojos de todos con sus portentosos telescopios. Podemos aun esperar, que este mismo

s I

Hers-

(a) Plut. lib. III. c. II, Macrobi. Somn. Scip. l. I, Præf. c. XV. et al.

Herschel nos descubra igualmente aquellos animales cincuenta veces mas grandes, y mas hermosos que los nuestros, que los pitagóricos colocaban en la luna; pero de todos modos siempre deberemos alabar la sagacidad de aquellos filósofos, que reconocieron la luna por un cuerpo semejante á nuestra tierra, aunque con alguna diversidad producida por la diferencia de lo largo de los dias (a). A algunos pitagóricos atribuye tambien Plutarco el conocimiento de la verdadera naturaleza de los cometas (b). Los ciclos de Cleostrato, de Meton, de Calipo, y de otros, y sus ingeniosos pensamientos para la reforma del calendario griego, prueban no poco adelantada la astronomía de aquella edad. Gregori, recogiendo eruditamente los pasages de los antiguos favorables á la astronomía de los pitagóricos, la presenta en aspecto tan ventajoso, que por poco no la hace comparecer superior á la moderna (c). Si hemos de decir la ver-

Otros astrónomos griegos.

Mérito de la griega astronomía antigua.

(a) Plut. lib. C, c. XXX. (b) Ibid. lib. II, c. III.

(c) Praef.

niones de los pitagóricos, y aun de algunos otros astrónomos antiguos, parece no poderse negar que llegaron á adquirir en varios puntos conocimientos mas profundos, y mas exáctos de lo que podia esperarse de los principios de una imperfecta y naciente ciencia; y que no eran compatibles con los absurdos que igualmente se les atribuyen: el genio teórico, y sistemático, y la pasión que les dominaba de querer explicar cada cosa, y dar razon de todo, les habrá hecho tropezar con muchas verdades, y muchas opiniones justas, que exponían con eloquente entusiasmo, y que despues no sabían sostener por falta de fundamentos; el arcano y el misterio de sus doctrinas, y las expresiones metafóricas, é imágenes poéticas con que deseaban hermohear sus filosóficos pensamientos, habrán contribuido mucho á deformarlos, y hacer comparecer errores y absurdos de aquellos filósofos, lo que no era mas que varia interpretacion de sus comentadores. Y creo poderse decir prudentemente de la antigua astronomía, que ni era tan rústica, é inculta como se cree comunmente,

te, ni tan perfecta y sublime como quieren algunos modernos, y como pretendian muchos antiguos; que hizo muchas observaciones, y las hizo con alguna diligencia, y á veces tambien con justas miras; pero que no eran suficientes para poder sacar los bellos resultados, y establecer las profundas teorías, que anuncian los testimonios de los escritores griegos, y que se deben mirar como ingeniosas imaginaciones, antes que como bien fundadas opiniones, y meditados descubrimientos, y que estaba sobrado adelantada para poder caer en los errores que se le quieren atribuir, pero no bastante para poderse elevar á las sublimes verdades de que se cree señora. Séneca nos hace conocer quan recientes eran aun en su tiempo los descubrimientos astronómicos. Dice que poco antes solo se habian empezado á conocer los movimientos de los planetas, quando son progresivos, quando estacionarios, y porque se hacen retrogradados. Pero él mismo nos insinua habia algunos filósofos, que tenian mas justas ideas de aquellos movimientos de lo que indicaban las palabras, y que
los

los creían siempre progresivos, aunque á veces pareciesen estacionarios y retrogrados (a); lo que supone un conocimiento bastante íntimo de tales movimientos, y tal vez tambien del movimiento de la tierra. Platon que en el *Epinomides* no da una idea muy ventajosa de la astronomía griega, propone en el *Timeo* un pensamiento para explicar el movimiento circular de los planetas con su diversa velocidad, al qual da Galileo mayor ilustracion y ampliacion sin encontrar expresiones para alabarle bastante (b), y que ahora es mirado de algunos como un ligero bosquejo de la teoría de las fuerzas centrales aplicadas al movimiento de las estrellas.

Eudoxô.
 Pero cabalmente despues de Platon puede decirse que empieza á tomar vigor, y formar cuerpo la astronomía griega. Eudoxô es el primero, á quien se le da distintamente el título de astrónomo, el qual aun posteriormente era llamado el prin-

(a) *Quaest. nat.* lib. VII, c. XXV. (b) *Dial. I. De' Sist. del Mondo.*

príncipe de los astrónomos (a); y lo que es para él mas glorioso, se ve citado con honor por Hiparco (b), y sus obras fueron por mucho tiempo el curso astronómico de los griegos. ¿Y cuánta fama no ha obtenido Piteas entre los antiguos por el viage que hizo al círculo polar, y por las observaciones hechas allí de lo largo de los dias de verano, y de la escasez de estrellas cerca del polo, y tal vez aun mas entre los modernos, despues de la teoría de la diminución de la obliquidad de la eclíptica, por la observacion hecha en Marsella de la altura meridiana del sol en el dia del solsticio estival? No hablo de Aristóteles, aunque algunas sutiles observaciones mas que las implicadas teorías le den algun título para ponerse entre los astrónomos. No de Aristilo, ni de Timocaris, aunque sus diligentes y repetidas observaciones hayan sido muy útiles á los astrónomos posteriores, y de mucho uso al mismo Hiparco, y á Tolomeo.

Piteas.

Aristilo y
Timocaris.

Tom. VIII. K. Aris-

(a) Cic. *De Divin.* lib. II. (b) In *Arati Phoenom.*

Aristarco. Aristarco de Samos es el astrónomo que llama nuestra atención, el primero de quien nos ha quedado algún escrito, y en quien empieza á verse finura en las observaciones, y sutileza y penetracion en los resultados y en las teorías. Soló su método para determinar la distancia del sol por la *discotomia* de la luz, esto es observando la luna en aquella posicion, en que la luna, y la sombra de su diámetro aparente estén como divididas por una linea recta, y tirando un triángulo desde el ojo del observador al centro de la luna, y de este al del sol; y la exâctitud de su determinacion obtenida con este método bastan para asegurarnos de la agudeza de su ingenio, y de la solidez de su juicio (a). Digna es igualmente de alabanza y de admiracion la exâctitud de la medida del diámetro de la luna comparado con el de la tierra, que él supone encontrar de poco menos de un tercio. Mas maravilla causa aun la delicada observacion, y harto justa determinacion del diá-

(a) *De magnit. et distant. Solis et Lunae.*

diámetro del sol, que fixó á $\frac{1}{770}$ de su orbita. Pero lo que le adquirió mayor aplauso, y mayor veneracion fué su empeño en promover el sistema del movimiento de la tierra, y su habilidad y maestria en fixarlo con justos y sólidos principios, y en defenderlo vigorosamente de todos los contrarios asaltos. Los pitagónicos, y particularmente Filolao, lo habian ya propuesto, y apoyado con algunas justas razones; pero no habian puesto la mira en los accidentes, y en los fenómenos diversos que debian resultar en los otros planetas, y en las estrellas fixas. Aristarco, mas acostumbrado á contemplar las estrellas, mas familiarizado con sus movimientos y con sus fenómenos atendió á todas las cosas. La principal oposicion que tenia aquel sistema era la diversidad de aspectos que parecia debian tomar las estrellas fixas, siempre que la tierra se les acercase ó apartase en su largo giro. Aristarco tuvo tantas luces astronómicas, y tanta vehemencia de imaginacion, que no dudó asegurar, lo que aun á muchos modernos ha parecido increíble, que toda la órbita de la tierra no es mas

Eratóste-
nes.

que un punto comparada con la distancia de las estrellas fijas, ni puede jamas hacerse sensible su aproximacion (a). La escuela de Alexandria fué el teatro de la verdadera gloria de la astronomía griega. Aristilo, Timocaris, y Aristarco, pertenecen á aquella escuela, y en la misma floreció tambien el enciclopedico Eratóstenes, y el qual, mas aun que de las otras ciencias, en las quales se adquirió distinguido crédito, sacó de la astronomía su mayor celebridad. Conservabanse en el pórtico de Alexandria, para perpetua gloria del saber astronómico de Eratóstenes las *armilas*, famoso instrumento, que fué de tanto uso en las observaciones astronómicas, inventadas por él, ó sumamente mejoradas, y usadas en finísimas operaciones. La posicion del zodiaco, la via del curso del sol al traves de las estrellas, la distancia de los puntos solsticiales, y la obliquidad de la eclíptica habian sido el objeto de la investigacion de muchos astrónomos, que solo la pudieron fi-

(a) V. Archimed. in *Arenar.*

xar por conjeturas, y por aproximacion. Piteas hizo con este fin la observacion que hemos insinuado antes. Aristarco entre los otros fenómenos celestes observó un solsticio; pero Eratóstenes con la diligencia, y exáctitud que exígía la escuela de Alexandría, y la importancia de la operacion, hizo repetidas observaciones en los solsticios estivales, y en los hiemales, y determinó la distancia en los trópicos entre $47^{\circ} 40'$ y $47^{\circ} 45'$. Plutarco atribuye á Eratóstenes la medida de las distancias del sol y de la luna, dando á esta 7800000 estadios, y á la del sol 804000000 (a); y si causó maravilla la medida de Aristarco, que extendió tanto los espacios del universo, ¿quánta admiracion no debería producir la medida de Eratóstenes, que alargó tanto mas la órbita del sol, y tanto se acercó á las mas finas y exáctas determinaciones de los astrónomos de nuestros dias? Pero esta operacion de Eratóstenes solo la vemos insinuada por Plutarco, no sabemos

con

(a) *De plac. phil.* lib. II. c. XXXII.

con que método la haya executado , ni vemos que haya obtenido los elogios , ni merecido la aprobacion de los astrónomos posteriores , y todo esto nos hace poner alguna duda sobre su autenticidad. Pero la grande obra de Eratóstenes , la que le atraxo la admiracion de todos los antiguos , que no cesan de admirar , y de aplaudir los modernos , y que hace el nombre de Eratóstenes inmortal en los fastos de la astronomía , es su empresa de la medida de la tierra. Aristarco y otros astrónomos tomaban por medida de las largas distancias celestes el diámetro de la tierra ; pero éste no podia absolutamente determinarse por sí mismo , y era preciso deducirlo de la magnitud de la circunferencia. Los matemáticos , segun dice Aristóteles (*a*) , habian por meras conjeturas estimado la circunferencia terrestre de 400000 estadios. Un griego , Dionisiodoro , con una ficcion griega referida por Plinio (*b*) , fixó el semidiámetro de la tierra á 42000 estadios , de donde los
geó-

(*a*) De Caelo II. (*b*) Lib. II, c. CIX.

geómetras calculaban la circunferencia de 252000. Eratóstenes con un método astronómico, confrontando la altura del polo de Alexandria y de Syene, la determinó de 250000 estadios, aunque Plinio (a), Vitruvio (b), Macrobio (c), y otros digan de 252000; porque, como observa Riccioli (d), tomaron en el número redondo de 700 los estadios comprendidos en un grado, que Eratóstenes solo contaba 694 $\frac{2}{3}$. Hemos hablado en otra parte (e) con bastante extension de esta operacion de Eratóstenes, y no queremos ahora ponernos á defender, como se podria con alguna razon, su exâctitud: quien sepa quanto trabajan los astrónomos modernos, provistos de tan finos instrumentos, auxiliados de las luces de tantos siglos, y dirigidos por métodos tan estudiados para obtener alguna exâctitud en sus determinaciones, no pretenderá encontrarla muy perfecta en las de los astrónomos antiguos: el mérito de

Era-

(a) L. II, c. CVIII. (b) Lib. I, c. VI. (c) *Somn. Scip.* lib. I, c. XX. (d) *Almag.* lib. III, c. XXVII. (e) Tom. VI, lib. III. c. II.

Eratóstenes consiste en haber imaginado y executado una medida astronómica, y geométrica de la tierra, y su verdadera gloria es que los modernos nada han sabido añadir á su método, ni se han acercado mas á la verdad que por los progresos de las artes, que les han subministrado medios de mayor exâctitud; y en honor de las matemáticas vivirá eternamente el nombre de Eratóstenes, y la memoria de su grande empresa. Despues de Eratóstenes y de Aristarco no hablaremos de Conon, aunque alabado por Virgilio (a), y por Séneca (b); ni de otros astrónomos de menor crédito. Hiparco, Hiparco es el astrónomo tras el qual corren nuestros ojos.

Hiparco. ¿Qué nuevo aspecto no toma la astronomía en las manos de Hiparco? Extension de miras, exâctitud de métodos, diligencia y constancia en las observaciones, sagacidad de combinaciones, orden y forma de ciencia exâcta. Aristarco, y Eratóstenes, inventaron algunos inge-

(a) Eglo. III. (b) *Quaest. nat.* lib. VII, c. III.

niosos métodos , hicieron algunas arregladas observaciones , dieron algunas fundadas determinaciones ; pero no unieron las observaciones hechas , y las verdades descubiertas , no formaron una ciencia de la astronomía. Hiparco fué el ingenio vasto y profundo , que mirandolas todas baxo una idea general , formó un plan , puso en orden las verdades descubiertas , enlazó las unas con las otras , y abrazó en toda su extension la ciencia astronómica. Sol y luna , estrellas fixas y planetas , todos los cielos los quiso sujetar á su docta curiosidad. Recorrió todas las operaciones de los antiguos astrónomos , y encontró pocas hipótesis apoyadas en algunas observaciones , y de las mismas observaciones pocas le parecieron hechas con la necesaria diligencia , y poquísimas repetidas , y unidas entre sí para fundar alguna opinion ; no creyó que sus determinaciones debiesen satisfacer su juiciosa exactitud , pero las llamó todas á un riguroso exámen. Una mirada general sobre todo el cielo le hizo corregir casi todas las posiciones de las estrellas propuestas por Arato , siguiendo las huellas de

Eudoxô (a), y le sugirió el proyecto de referirlas todas á los dos polos, y á los círculos del equador, y de la eclíptica, para poder conocer con las nuevas observaciones lo que en el cielo es estable y fixo, y al contrario lo que es movible; y determinar con el tiempo los fenómenos, y las leyes de tales movimientos, y de tal estabilidad. Exâminó la obliquidad de la eclíptica, ó la distancia de los trópicos fixada por Eratóstenes, y la encontró conforme á la verdad astronómica. Si fué laudable la osadía de Eratóstenes de medir la tierra, mayor admiracion deberá causar el atrevimiento de Hiparco de exâminar las distancias de los cuerpos celestes, y medir el universo. Nosotros no vemos las estrellas en su verdadero sitio, sino solo en el aparente. Dos observadores diversos observandolas desde lugares entre sí algo distantes, verán la misma estrella en dos sitios diversos, y ambos la verían en un tercero y verdadero sitio, si pudieran observarla desde el

(a) *In Arati et Eudoxi phaenom.*

centro de la tierra. El ángulo formado por los rayos visuales de los dos observadores, la distancia de los puntos celestes, á donde ellos refieren la estrella, es lo que se llama *paralaxe*; la qual, como es claro, será menor quanto mas distante estará la estrella observada; y por consiguiente de la mayor ó menor paralaxe podrá inferirse la distancia de las estrellas, y medirse la magnitud de aquel espacio; y el descubrimiento de la paralaxe, la invencion de este método para conocer las distancias de los cuerpos celestes, y medir el universo, es un nuevo don que Hiparco hizo á la astronomía. No contento con medir las distancias pensó tambien en contar el número de las estrellas, y hacerselas de algun modo domésticas y familiares. Ademas de la gloria de superar las dificultades, y salir con tan ardua empresa, obtuvo tambien en premio de su fatiga un importante y glorioso descubrimiento. Confrontando sus observaciones con las de Aristilo y de Timocaris, hechas un siglo y medio antes, y hechas con bastante exactitud, encontró, que todas las estrellas se

habian adelantando casi dos grados en el orden de los signos, ó que los puntos cardinales parecian haber retrocedido, y de este modo descubrió el famoso fenómeno de la precedencia de los equinoccios, ó como él decia de la *retrogradacion de los puntos solsticiales y equinocciales*. Y no solo las estrellas fixas, sino tambien el sol, la luna, y los planetas le deben nuevas luces. Quiso fixar con precision el verdadero tiempo del curso ánuo del sol, y observó por muchos años su vuelta á los solsticios, y á los equinoccios, y no bastandole las observaciones hechas en el intervalo de aquellos pocos años, las confrontó con una de Aristarco anterior de 145 años; y reflexionando que si el curso ánuo del sol fuese de 365 dias y 6 horas, hubiera debido llegar el sol al solsticio 12 horas mas tarde, quitando de 145 años 12 horas, acortó el año poco mas de cinco minutos. Estas operaciones, y estos cotejos de observaciones hechas en un largo intervalo de años dieron á los astrónomos el ingenioso método de parangonar semejantes observaciones para hacer sensibles algunos ber-

tores, que de otro modo serian imperceptibles, el qual le fué á él, y es aun al presente de mucha utilidad. Los intervalos de los equinoccios, y de los solsticios que deberian ser uniformes en el movimiento circular del sol no aparecen tales: $94\frac{1}{2}$ dias lencontró Hiparco que empleaba el sol desde el equinoccio vernal al solsticio estival y $94\frac{1}{2}$ de este al equinoccio autumnal; 187 para correr la mitad boreal de la eclíptica, 178 y casi $\frac{1}{4}$ para correr la austral. Para explicar este fenómeno pensó Hiparco en la excentricidad, y haciendo excéntrico el círculo que corre el sol, pudo dar razon de esta creida irregularidad, y abrir de algun modo el camino á los giros elípticos dados despues por Keplero á todos los planetas, y poner la basa de las teorías modernas. Examinó el curso diurno del sol; y para fixarlo con mas exâctitud lo empezó á contar desde su paso por el meridiano, y estableció el dia astronómico. Se dedicó á contemplar la luna, y midió el tiempo de su curso; determinó la excentricidad de su órbita, y su inclinacion á la eclíptica, el movimiento de sus *apsides*, y de sus

-noib

nodos , y calculó las primeras tablas de los movimientos del sol y de la luna , de que se conserva memoria en la astronomía. Del sol y de la luna pasó tambien á los planetas , pero no habiendo bastantes observaciones sobre que poderse apoyar , ni pudiendo él hacer muchas en el lento curso de aquellas estrellas , acobardado por la dificultad de las desigualdades de sus movimientos , y detenido por su misma exâctitud , se contentó con recoger las pocas observaciones antiguas , que le parecian bastante justas , con hacer otras mejores para instruir á la posteridad , y con manifestar que las suposiciones de los matemáticos de su tiempo no satisfacian á los fenómenos , y no se atrevió jamas á presentar alguna hipótesis suya , ni establecer alguna teoría. De la contemplacion de los cielos quiso tambien descender á la inspeccion de la tierra , ó por mejor decir elevó á las estrellas las posiciones de los lugares terrestres , y determinó las distancias de estos refiriendolos á los puntos celestes : estando enamorado de la astronomía , quiso hacerle tributaria la geografía , y exten-

dien-

diendo el dominio de la astronomía reduxo la geografía á ciencia positiva, y fundada en principios ciertos, y la dexó menos sujeta á las simples conjeturas de los geógrafos, ó á falsas relaciones de los viajeros. Por un tratado de Hiparco citado por Teon le atribuye Montuclá (a) la invencion de la trigonometría, tanto rectilínea, como esférica, y acrecienta mas y mas sus méritos en las ciencias. No pondriamos fin á este discurso si quisiéramos referir todas las ventajas que acarreo Hiparco á la astronomía; y tal vez á muchos parecerá que hemos hablado sobrado de ellas en lo reducido de nuestra obra; pero el exterminador de las vanas hipótesis, y libres imaginaciones, el introductor de la precisión, y de la severidad, el creador de una ciencia exácta, el padre de la verdadera astronomía, el maestro de la estudiosa posteridad, el que corrió el velo á los cielos, el grande Hiparco metecia en la historia de la astronomía una mas larga, y mas individual mencion.

Hi-

(a) Part. I, lib. IV, §. IX.

Otros astrónomos griegos.

Hiparco fué fecundo de invenciones astronómicas, pero no produjo ningun astrónomo, ni dexó ningun digno sucesor suyo. Gemino, Teodosio, y Menelao, son conocidos por algunas observaciones, y mucho mas por algunos escritos, que por largo tiempo han sido clásicos en la astronomía; Posidonio por la construccion de una ingeniosa esfera, por su medida de la tierra, y por la obra astronómica que aun se conserva; Sosigenes, y Julio Cesar por la utilísima empresa de la reforma del calendario, y algunos otros griegos, y romanos por algun mérito particular en la astronomía.

Tolomeo. Pero despues de Hiparco solo Tolomeo merece particular mencion. Tolomeo floreció baxo el imperio de Adriano y Antonino, antes de la mitad del segundo siglo, casi tres siglos despues de Hiparco; y Tolomeo é Hiparco forman, por decirlo así, toda la antigua astronomía. Hiparco, ingenio sublime y fecundo de agudos inventos, auxilió mas á la astronomía con sus métodos, con sus opiniones, con sus proyectos, y con sus descubrimientos; Tolomeo, ingenio vasto, laborio-

rioso y atrevido, auxiliado de las luces del mismo Hiparco, y de muchos sucesores suyos, abrazó un plan mas completo, y pudo reducir á alguna perfeccion lo que Hiparco no habia hecho mas que imaginar ó bosquejar. Hiparco formó los planos, juntó los materiales, abrió los cimientos, y empezó á levantar la gran fábrica de la composicion del universo. Tolomeo continuó la obra de Hiparco, concluyó el edificio, é hizo que los hombres gozasen de un tan grandioso espectáculo; recogió los conocimientos de los astrónomos anteriores, les añadió los suyos, y presentó un curso completo de astronomía. Hiparco acarreó mayores adelantamientos á la ciencia astronómica: Tolomeo ha sido mas útil á los astrónomos, y ha contribuido mas á los modernos progresos de la astronomía. Hiparco descubrió la paralaxe, y empezó á hacer uso de ella: Tolomeo estudió con mas atencion este punto; inventó un instrumento para observar las paralaxes, dió reglas para calcular las quantidades que miran á la longitud y á la latitud, formó las tablas, y encontró muchos usos astronómi-

cos, que Hiparco no conocia. Los antiguos observaron muchos eclipses de sol, y muchos mas de luna, y establecieron alguna teoría para poderlos pronosticar; Hiparco ademas se sirvió de los lunares para algunas determinaciones astronómicas, á las quales sin este medio jamas hubiera llegado; pero solo Tolomeo dió la primera doctrina de aquellos fenómenos, y explicó los movimientos, las distancias, y los diámetros del sol, de la luna, de la tierra y de las sombras de estas, sobre las quales se apoya todo el conocimiento de los eclipses, é hizo ver los muchos usos astronómicos que pueden derivarse de los eclipses lunares, no conociendose aun bastante los de los solares. Hiparco, como hemos dicho, observó una desigualdad en el movimiento de la luna, nacida del movimiento de los *apsides* de la misma, que él representó con un epiciclo, ó con un excentrico; Tolomeo encontró otra producida por el movimiento de los *nodos* que combinó con la de los *apsides*, moviendo la luna en un epiciclo por un excentrico. El epiciclo fué ideado por el geómetra Apolonio,

ó á lo menos fué por él demostrada la proporcion necesaria entre el epiciclo, y el diferente para producir los fenómenos de las estaciones, y retrogradaciones de los cuerpos celestes. Hiparco, mas filósofo y mas astrónomo, pensó en substituir un círculo excéntrico en vez del concéntrico, que se creia generalmente; y con este excéntrico, sin necesidad del epiciclo, no solo explicó mas felizmente, y con mayor verdad dichos fenómenos, sino tambien varios otros del sol y de la luna no conocidos por los demas astrónomos, que creia poderse explicar tambien con el epiciclo; Tolomeo juntando el epiciclo con el excéntrico, é imaginando un epiciclo que tenga por diferente un excéntrico, no solo explicó la sobredicha desigualdad de la luna sino que dió tambien razon de dos desigualdades, que se observan en los planetas, tanto respecto al sol, como respecto al zodiaco. La teoría de los planetas, de sus distancias, de sus movimientos, de las dimensiones de sus órbitas, toda fué obra de Tolomeo; Hiparco hizo varias observaciones, descubrió algunos fenómenos no

observados por los otros, pero aun no se atrevió á dar las determinaciones, ni señalar la razon; Tolomeo, mas animoso, y aun mas ilustrado despues de las observaciones de tres siglos, entró en la empresa de explicarlo todo, y quiso establecer una completa teoría de todos los fenómenos celestes. Con el conocimiento de las estrellas fixas, del sol, de la luna, y de los planetas, se creyó dueño del universo, y quiso arreglarlo todo á su modo, darle las leyes, y fixar un completo sistema. De aquí provino el famoso sistema toloomai-co, el qual aunque fundado sobre una serie de cuerpos celestes imaginada antes de él por los caldeos, ó por otros astrónomos, tuvo sin embargo el nombre de Tolomeo, porque él lo apoyó con observaciones y razones, y lo reduxo á regularidad astronómica. El sistema de Tolomeo se presenta muy lleno de epiciclos, y de círculos, de excéntricos y de concéntricos, y no se puede sostener por su misma complicacion poco conforme con las operaciones de la naturaleza; pero debe siempre ser mirado como un portento de valentia de genio, de fecundidad de

imaginacion, de agudeza de ingenio, de variedad de recursos del saber astronómico de su autor. La geografía, la cronología, y la óptica, como pertenecientes á la astronomía, gozaron tambien del benéfico auxilio de los estudios de Tolomeo. Y son tantas las nuevas observaciones, y los importantes descubrimientos con que Tolomeo ilustró la astronomía, que sería sobrado pesado, y sobrado arduo empeño el querer referirlos todos; pero él se ha hecho mas acreedor á su ciencia, y mas útil á la posteridad con sus doctas obras, que con los mismos descubrimientos. El *Almagesto* de Tolomeo, como oportunamente dice Bailly (a), conservó la comunicacion entre la astronomía antigua y la moderna, y fué el seguro almacen, donde por muchos siglos estuvieron depositados los métodos, las observaciones, y los conocimientos de todos los antiguos astrónomos, para transmitirlos á los modernos, que se han sabido aprovechar de ellos. Si el estudio astronómico no se ex-

(a) *Astr. moderne* lib. V.

tinguió en Alexandria, si se excitó entre los árabes, si se conservó en los siglos rústicos, si se reanimó en el restablecimiento de los buenos estudios, y se condujo á aquella perfeccion en que lo vemos ahora, todo se debe al *Almagesto* de Tolomeo.

Astronomía Árabe.

El estudio de la astronomía siguió aun cultivandose en Alexandria; pero después de Tolomeo no se vió ningun verdadero astrónomo. Nosotros omitimos los nombres de los escritores, y de los maestros, de los astrónomos, y de los cronólogos, que de aquellos tiempos se cuentan entre los griegos y los latinos para llenar la historia de la astronomía, y pasamos á los árabes, que son los únicos que desde Tolomeo hasta Copérnico han sabido acarrearle alguna verdadera ventaja. Los observatorios astronómicos, los grandes y exáctos instrumentos, las operaciones de la medida de la tierra, las muchas tablas astronómicas, la historia celeste de Ibn Jonis, donde se refieren muchísimas observaciones suyas, é infinitas obras no solo conservadas en el original árabe, sino traducidas en latin, ó en lengua

gua vulgar, que algun tiempo han servido para las escuelas astronómicas, y que aun las vemos ó manuscritas, ó impresas en las bibliotecas; y las largas listas de astrónomos y de príncipes promovedores de la astronomía, que nos presentan los escritores de la historia astronómica, ó los de las cosas arábigas; todo prueba que fué ardientemente cultivado y promovido por los árabes el estudio de la astronomía; y tantas palabras arábigas hechas técnicas y propias de esta ciencia, hacen ver quanto debe á aquella nacion, de quien ha tenido que tomar la lengua. En efecto los elementos de Alfragano han sido el libro clásico de la astronomía, no solo entre los árabes, sino tambien en toda la Europa. Una determinacion mas justa de la longitud del año, una observacion de la declinacion de la eclíptica, y mas que todo la *trepidacion de las fixas*, ó un movimiento trémulo, por el qual estas ora adelantan, ora retroceden, falsamente imaginado por Thebit, han hecho muy célebre su nombre. Famoso fué Arzachel por las tablas *Toledanas*; pero fué mas útil

Alfragano.

Thebit.

Arzachel.

útil á la astronomía por sus continuas observaciones, y por el método de que se valió, mas perfecto que el de Hiparco, y de Tolomeo, para determinar el apogeo del sol, su excentricidad, y los elementos de su teoría. Alhazen, de quien hemos hablado en el tratado de la óptica, es el primer astrónomo, del qual podemos aprender la doctrina de los crepúsculos, de la atmosfera, y de las refracciones astronómicas, tan necesaria para toda la astronomía. La substitución imaginada por Alpetragio de las órbitas espirales en vez de las circulares, sino sirvió para explicar mejor los fenómenos de los movimientos celestes, minoró á lo menos la preocupación que reinaba en todos los astrónomos, de no poderse estos executar sino por órbitas circulares: el primer paso hácia la verdad es apartarse del error, y tal vez no se hubiera llegado jamas á establecer las órbitas eclípticas, si Alpetragio no hubiese tenido el ardimiento de abandonar las circulares, y de introducir, aunque con poca sagacidad, las espirales. Estos y otros muchos árabes en Asia, en Africa y en

Eu-

Europa, conservaron en crédito y vigor la astronomía, y la hicieron hacer algunos progresos; pero el verdadero astrónomo de los árabes, el Hiparco, y el Tolomeo de aquella nacion no fué otro que Albatenio: la exâctitud de sus miras, y sus muchos descubrimientos le dan todo derècho á este principado astronómico. El, harto mas que los antiguos, se acercó á la verdad en determinar el movimiento que se observa en las fixas, reduciendolo á un grado por cerca de 70 años; no por 100. El se acercó tanto á la excentricidad de la órbita solar, que los modernos no han sabido darle mayor exâctitud. El hizo nuevas tablas astronómicas, mucho mas exâctas que las de Tolomeo. Pero lo que particularmente le adquirió la veneracion de los astrónomos, fué el sutil descubrimiento de un movimiento del apogéo del sol distinto del de las fixas, y algo mas rápido, por el qual el apogéo del sol se adelanta uniformemente por lo largo de la eclíptica; y el descubrimiento de este adelantamiento le estimuló por la analogía á sospechar otro semejante en los

Albatenio.

los tiempos
de los
árabes
de los
árabes
de los
árabes

apogéos de los otros planetas , como parece demuestran las observaciones modernas. Este descubrimiento ha sido un nuevo paso de la astronomía hácia su perfeccion ; éste puede decirse el único verdadero adelantamiento que ha hecho aquella ciencia en el largo transcurso de tantos siglos ; y éste puso á Albatenio al lado de Hiparco y de Tolomeo, entre los padres , y creadores de la astronomía. Albatenio solo basta para dar honor á la astronomía árabiga ; y nosotros omitiremos tantos otros árabes ; que se adquirieron distinguido crédito , y que aun son celebrados en la historia de esta

Astrónomos europeos discípulos de los árabes. ciencia. No nos detendremos mas en describir las gloriosas fatigas de Alfonso , Rey de Castilla , y las obras de Juan de Sevilla , de Gerardo , de Juan de Sacrobosco , y de aquellos pocos , que aprovechándose del magisterio de los árabes , empezaron á esparcir por la Europa algun amor á los conocimientos astronómicos. La astronomía de aquellos tiempos toda era árabiga : traducciones , comentarios y explicaciones de libros arabigos eran todos los trabajos de los estudios de los europeos ,

como hemos dicho tantas veces; ni por más que queramos examinarlos individualmente, podremos esperar encontrar en ellos el mas mínimo adelantamiento, ni conocimiento alguno, que enteramente no se deba á los árabes sus maestros. Nos damos prisa á entrar en la moderna astronomía, donde se encuentran tantos, tan rápidos, y tan grandiosos adelantamientos, que por mas que procuremos recorrerlos ligeramente, deberán fixar por largo rato toda nuestra atencion.

El siglo XVI, acusado con demasiada injusticia de rústico y de inculto, es la época del restablecimiento de la mayor parte de las ciencias, y particularmente de la astronomía. El primer paso para formar una nueva astronomía era enseñarse de la antigua, y esto no podia entonces obtenerse, no conociendose mas que en el almagesto de Tolomeo, y no teniendo este sino muy libremente traducido y alterado por los árabes, y despues hecho latino por rústicos escritores, poco inteligentes del árabe y de la astronomía, y poco prácticos en el latin. En el siglo XV se desenterraron los libros

Restablecimiento de la astronomía.

Purbach, y
Regiomon-
tano.

griegos, se hizo de moda el estudio de la lengua griega, se conocieron, por decirlo así, personalmente los autores griegos, y las ciencias griegas se hicieron domésticas, y familiares á los europeos. Purbach, y su discípulo Regiomontano, produxeron en la astronomía esta restauración. Malcontentos de la astronomía que se sabía entonces, y enfadados de las muchísimas absurdidades, que se encontraban en las traducciones del almagesto, se dedicaron á hacer por sí mismos muchas observaciones, reformar las opiniones entonces corrientes, y corregir los errores de las traducciones del almagesto; y singularmente Regiomontano, provisto de las luces de la geometría, y de la lengua griega, y auxiliado de los instrumentos, que la generosidad de Walter le prestaba, pudo combatir las falaces teorías de Gerardo, y de otros astrónomos de aquellos tiempos oscuros, traducir del original griego, no solo á Tolomeo, y su comentador Teon, sino á Menelao, y á Teodosio, y volver á la comun inteligencia la astronomía griega, explicar los instrumentos astronómicos, y el uso que se habia de ha-

cer de ellos, tanto los de que se habian valido los antiguos, como otros mas recientemente inventados; formar tablas; extender efemérides, renovar en suma la antigua astronomía, y empezar á estimular para formar una nueva. Esta tuvo su feliz origen en Copérnico. No fueron pocos los astrónomos de algún crédito, que florecieron á fines de aquel siglo: Bianchini, Domingo Maria, Ricci, Walter, Werner, Apiano y algunos otros; pero nosotros en tanta copia de astrónomos, mas famosos, y mas dignos de nuestra atencion, los pasamos todos en silencio, y venimos á Copérnico, verdadero padre de la moderna astronomía. La colocacion, y la disposicion de todos los cuerpos celestes, y el completo sistema del universo es el fundamento, y el fin de toda la astronomía. Copérnico, práctico en el cielo y en las estrellas, no pudiendo combinar los fenómenos que observaba con el sistema de Tolomeo, se dedicó á buscar en qué otro sistema se podrian explicar todos naturalmente (a).

Otros astrónomos.

Copérnico.

En

(a) *De revol. orb. caelest. Praef. ad Paulum III.*

Encontró que Hizeta, Filolao, y otros griegos, hicieron mover la tierra, algunos solo al rededor de su exe; otros en su órbita ánua; y abrazó dicho movimiento en uno y otro sentido. Leyó en Marciano Capela que algunos filósofos hacian girar al rededor del sol á Mercurio, y á Venus, y encontró que esta teoría era muy conforme á los fenómenos de estos planetas, y á la verdad astronómica. Reflexionó que tambien Marte, Júpiter y Saturno tenian tales desigualdades en las conjunciones y en las oposiciones, que no podian entenderse haciendolos mover al rededor de la tierra; pero qué se explicarian claramente si se moviesen al rededor del sol. La luna sola quedó para él en su antiguo lugar; y ésta realmente daba su vuelta al rededor de la tierra. Falta pues contemplar si era mas verisimil que el sol con todos sus planetas girase al rededor de la tierra, ó que la tierra, llevando consigo á la luna como un satélite suyo, se moviese como todos los otros planetas al rededor del sol. Los sobredichos filósofos antiguos abrazaron el movimiento de la tierra, pero lo hicieron

ron sin los fundamentos necesarios solo por un esfuerzo de imaginacion y de ingenio, ó tal vez por apartarse de la comun opinion, y hacerse singulares. Copérnico no se atrevió á dar un paso semejante, y proponer á los astrónomos un movimiento tal, sino quando despues de quarenta y mas años de observaciones y meditaciones, quedó convencido de poderse con esto solo dar completa razon de quantos movimientos y fenómenos se observan en los cielos, y combinarse en este sistema naturalmente, y sin la menor violencia, todos los diversos accidentes del cielo y de la tierra, que hasta entonces no habian sido bien entendidos. Así que la opinion de los antiguos fué abandonada como un sueño, y como uno de los muchos absurdos que deseaban esparcir los filósofos: el sistema de Copérnico es aun el día de hoy respetado como un grande descubrimiento, y una verdad astronómica. El pues fixó en el centró el sol, al rededor del qual giran Mercurio y Venus, la tierra con la luna, que la acompaña, y despues Marte, Júpiter y Saturno. La variedad de las
es-

estaciones, y todos los fenómenos que vemos en la tierra, en la luna, en el sol, y en todos los planetas, se explican en esta disposición de los cuerpos celestes con la mayor naturalidad y facilidad. También el pequeño y lentísimo movimiento, que aparece en las estrellas fijas, que los griegos, y los árabes habian observado atentamente, sin poder conocer la causa, se ve derivar naturalmente de una pequeña irregularidad en el paralelismo de la tierra, admitiendose el doble movimiento de esta sobre su propio exe, y en su órbita. Todos los movimientos regulares, é irregulares que se observan en el sol, en la luna, en los planetas, en las estrellas fijas, y en todos los cielos, todos se presentaban espontáneamente á la vista de los astrónomos en la suposición del movimiento de la tierra, y todos aquellos fenómenos de los cuerpos celestes, que en las otras hipótesis parecían, y se llamaban irregularidades, aparecían regularísimos y necesarios en el sistema copérnico (a). Y Copérnico,

(a) *De revolut. Sc.* cap. X, et al.

con el establecimiento de su bien exâminado y maduro sistema, plantó la basa de la moderna y verdadera astronomía, y de la justa, y distinta idea de la constitucion del universo. Este sistema, publicado en 1546, y reconocido utilísimo por muchos astrónomos, y por el mismo Cardenal Schonberg, que solicitaron del autor su publicacion, quedó sin embargo obscuro, y casi olvidado, ó solo mirado como una ingeniosa paradoxa, y no excitó en el mundo astronómico aquel estrépito, que debía causar su importancia, ni obtuvo por todo aquel siglo crédito particular. Retico, Reinold, Moestlin, y otros pocos, fueron sus declarados partidarios; pero solo Keplero y Galileo le dieron fama universal, é hicieron que lo abrazasen todos los astrónomos como un verdadero descubrimiento. Despues de Copérnico no tuvo la astronomía sequaces que le acarreasen mucho esplendor: Reinold se hizo famoso con sus tablas llamadas *Prutenicas* en honor del prusiano Copérnico, baxo cuyo sistema las habia compuesto. A Nuñez, ó Nonio, debe mucho la astronomía, no tanto por haber resuelto el

problema del día del menor crepúsculo, que ha ocupado aun á los matemáticos de nuestros días, y por habernos dado un tratado harto completo sobre los crepúsculos, y varios escritos astronómicos, quanto por haber inventado el utilísimo instrumento de division bien conocido con el nombre de *Nonio*. Célebre es en la historia de la astronomía Guillermo IV Landgrave de Hesse-Cassel, quien, auxiliado de Rolman y de Birge, enriqueció aquella ciencia con muchas y exáctas observaciones, conocidas con el título de observaciones Hessianas. Moestlin esparció las semillas de varios descubrimientos, que despues Ticon, Galileo y Keplero hicieron florecer. Apiano, y Muñoz y otros muchos se hacian entonces nombrar con elogio en aquella ciencia; pero todos quedaron oscurecidos por el esplendor del gran Ticon, segundo, y mas verdadero padre de la astronomía moderna.

Guillermo, Landgrave de Hesse-cassel.

Moestlin, y otros.

Apiano.

En las ciencias por lo general la práctica es la sierva y ministra de la teórica, para cuyo auxilio se ha instituido; pero en la astronomía forma una parte tan noble é importante, que casi se hace prin-

cipal

O

III. mo. ci-

cipal y señora , y tiene baxo sus órdenes á la teórica. A los antiguos griegos no les faltaban pensamientos vastos , é ingeniosas teorías ; pero destituidos de los instrumentos , y de los métodos para observar , de los medios y auxilios para conocer la verdad , esparcieron sus imaginaciones , y no hicieron verdaderos descubrimientos , ni pudieron acarrear notables adelantamientos á la ciencia astronómica. Ticon Ticon. fué el reformador de la astronomía práctica , como Copérnico de la teórica. Conoció la necesidad que habia de instrumentos mas perfectos , engrandeció , y mejoró los usados entonces por los astrónomos , inventó é hizo construir otros muchos mas exâctos , é imaginó métodos mas oportunos y mas justos , con que poder dar á sus observaciones mayor perfeccion , corregir la inexâctitud de las de los otros , aumentar la precision y exâctitud , y descubrir nuevas verdades ; y se hizo maestro universal del arte de observar , dexandonos una instructiva descripcion de todos los instrumentos de su construccion , y de sus usos , y una mecáni-

ca de la astronomía (a). El primer fruto de sus observaciones fué la exácta noticia de la nueva estrella aparecida en la constelacion de Casiopéa, y despues de mas de un año desaparecida, de la qual describió la magnitud, la luz, el color, la posicion, y de algun modo la distancia, demostrando incontrastablemente su falta de parallaxê: y es bien extraña casualidad que solo á Hiparco y á Ticon, á los dos que han sido los primeros verdaderamente astrónomos entre los antiguos, y entre los modernos, les haya tocado la misma suerte de descubrir y de observar cómodamente una nueva estrella. Este descubrimiento estimuló á Hiparco á emprender la grande obra de contar las estrellas, y formar un catalago de ellas: la misma excitó á Ticon á exâminar por sí mismo todas las estrellas, fixar su justa posicion, extender un catalago mas exácto, y reformar la astronomía. Un cometa aparecido despues fué tambien para Ticon fecundo de nuevas observaciones, y de nuevos des-

(a) *Astron. instaur. Mechanica.*

descubrimientos. El lo observó de poquí-
sima, ó casi ninguna sensible paralaxê, y
encontró que los cometas son superiores
á la órbita de la luna : y aunque los cre-
yó como meteoros, exâminó su curso, y
pensó que podian moverse en una curva
regular al rededor del sol ; con lo que
destruyó el error muy dominante en las
escuelas, de la solidez é impenetrabili-
dad de las esferas celestes ; y el destruir
un error muy radicado es muchas veces
mas ventajoso á las ciencias que el descu-
brir una verdad. La verdadera doctrina de
las refracciones, y la demostracion, y la
calculada determinacion de sus efectos, y
de las correcciones, que debían producir las
observaciones, puede decirse toda de Ti-
con, aunque tambien él haya padecido al-
gun deslumbramiento. Los descubrimien-
tos de una tercer desigualdad en la luna,
ademas de las dos conocidas ya antes por
Hiparco y por Tolomeo, y de una va-
riacion en la inclinacion de su órbita, y
un mas verdadero y justo conocimiento
de los movimientos de la luna aumentan
mucho los méritos de Ticon en la astro-

nomía (a). No hablaré de su famoso sistema, que hace mover todos los planetas al rededor del sol, y de la luna, y el sol con todos los planetas al rededor de la tierra: el respeto á algunas expresiones de la escritura le induxo á tener la tierra firme é inmovil, y sus conocimientos astronómicos le obligaron á hacer mover los planetas al rededor del sol; con lo que formó un sistema que apoyó en gran parte al copernicano; pero ni agradó á los copernicanos, ni á los tolomaicos. Su observatorio, y su ciudad del cielo, ó *Vranisburgo* en la isla de Huen, su pasión á la astronomía, y la generosa liberalidad del Rey de Dinamarca Federico II, en favorecer su inclinacion, son muy conocidas en todas las historias para que debamos hablar de ellas con extension. Nos gloriamos en nuestros tiempos y en nuestras regiones de amor, y de proteccion á las ciencias; ¿pero dónde se encontrará un tan brillante exemplo, como el que nos dan en Dinamarca en el siglo XVI

Ti-

(a) Progymnasm.

Ticon, y Federico? Todos los monarcas de aquel tiempo parece que compitiesen en dispensar honores á Ticon, que honraba la astronomía; y no solo el Rey de Dinamarca, sino tambien el de Inglaterra, el Landgrave de Hesse-Cassel, y el Emperador Rodolfo, se hicieron amables á la posteridad por las honorificencias y favores que dispensaron al nuevo padre y creador de la astronomía. Pero sin embargo no son estos los monumentos que hacen inmortal el nombre de Ticon en los fastos de las ciencias: una nueva astronomía práctica creada por él, un nuevo catalogo de las estrellas fixas, con su justa posicion, un conocimiento mas verdadero de los cometas, una mas perfecta teoría de las refracciones, nuevos descubrimientos en la luna, nuevas observaciones sobre todos los planetas, correcciones de errores, invenciones de instrumentos, de métodos y de verdades, reforma universal de toda la astronomía son los verdaderos títulos de Ticon para la inmortalidad de su nombre.

Con la guía de tan ilustre maestro hizo en aquellos tiempos la astronomía
muy

muy rápidos progresos. No hablaré de la correccion gregoriana del kalendario, que se executó entonces con el trabajo principalmente de Lilio y de Clavio, de la qual hemos hablado ya tratando de la cronología. Los grandes astrónomos, los útiles inventos, los ruidosos progresos se suceden en estos dos siglos con tal continuacion, que apenas tendremos tiempo para insinuarlos, sin poderlos exponer con alguna claridad. En efecto, que vasto campo no nos ofrecen para largos discursos á principios del siglo pasado

Keplero. Keplero y Galileo, los cuales entran á la parte con Copérnico y con Ticon en el honor de la reforma, ó de la creacion de una nueva astronomía, y los superan en la magnitud y utilidad de sus descubrimientos! Si Copérnico puso en orden los cuerpos celestes, y plantificó el sistema del universo, Keplero reguló sus movimientos, y fué su legislador. Las órbitas elípticas de los planetas, y las leyes de sus movimientos, famosas baxo el nombre de leyes de Keplero, son la sólida y verdadera basa de toda la astronomía moderna. Las órbitas circulares, los ex-
cén-

céntricos, y los epiciclos son los caracteres de la antigua: mientras Copérnico, y Ticon los dexan subsistir, no puede aun decirse reformada la ciencia astronómica; al fixar Keplero las elipsis, y conducir por ellas los planetas, desaparece la complicacion de las antiguas imaginaciones, y se presenta la sencillez y claridad de la verdad. Las observaciones de Marte empezadas por Ticon, y llevadas mas adelante por Keplero, le hicieron ver tales irregularidades en su movimiento, que no podian adaptarse á ningun círculo excéntrico, y requerian uno oval. Imaginó él uno, con el qual creyó tener sujeto aquel planeta; pero vió que se le escapaba, y que giraba libremente fuera de aquel nuevo oval ideado por él. Pensó entonces en la elipse ordinaria, y encontró que su planeta estaba realmente contento dentro de aquella curva, ó como él decia poéticamente, su prisionero ya no intentaba escaparse. Fixó pues el curso de Marte en una órbita elíptica, y aplicando esta al giro de los otros planetas, encontró que todos se le rendian facilmente, y estableció el grande descubrimiento astronómi-

co, de que los planetas se mueven en órbitas elípticas, y no en circulares, como se habia creído hasta entonces. Después observando que en el afelio, ó apogéo tenían un movimiento mas lento que en el perihelio, ó perigéo, procuró buscar alguna proporcion entre un lugar y otro, y descubrió que formando un triangulo desde el sol, ó del centro de la elipsis hasta dos puntos de la órbita recorridos en un supuesto tiempo por el planeta, ciertamente no serán en tiempos iguales, iguales los arcos de la órbita comprendidos entre aquellos dos puntos, pero serán siempre iguales las areas en tiempos iguales; y esta es la primera ley que Keplero impuso á los otros. La otra pertenece á las diferentes velocidades de los planetas recíprocas á las distancias, y establece su proporcion, esto es, que los cuadrados de los tiempos periódicos son como los cubos de las distancias. Estas dos leyes, encontradas verdaderas por Keplero en todos los planetas respecto al sol, y en la luna respecto á la tierra, han sido después felizmente aplicadas á los satelites, y á los cometas, y en todos los

los cuerpos celestes siempre se han confirmado mas, y mas. Keplero tuvo, como Hiparco y Ticon, la suerte de ver una estrella nueva en el pie de Serpentario, de la qual hizo una exâctissima descripcion. Estas nuevas estrellas, con la mejora de la astronomía, y con la mayor atencion de los astrónomos, se hicieron bastante comunes, y perdieron en gran parte el mérito de la raridad. Y antes bien se descubrieron de especies diversas, y se observaron en ellas notables diferencias, compareciendo unas improvisamente, y desvaneciendose despues del todo, guardando otras ciertos periodos, en que se presentan y se ocultan, sin que hasta ahora se haya descubierto la verdadera causa de tales accidentes, por mas que hayan escrito de ella Maupertuis y otros. Pero volviendo á Keplero, él tuvo el mérito de enriquecer la astronomía con las famosas tablas llamadas *Ridolfinas*, las primeras que han sido dignas de comparecer á la luz de la moderna ciencia: él inventó métodos para observar, y para calcular, que han sido seguidos hasta nuestros dias; él nos dexó

muchas importantes observaciones; él trató con magisterio y novedad de las refracciones astronómicas, y de las paralaxês; él en suma ha dado mucho honor á la ciencia astronómica. Pero en Keplero no son dignas de consideracion estas ideas particulares, y estos particulares descubrimientos: las leyes generales que dirigen á todos los astros, el plan universal que une mutuamente las ciencias unas con otras, que vé las recíprocas relaciones de todos los cuerpos, que entra íntimamente en el manejo de los secretos muelles de la naturaleza, que regula y gobierna todo el mundo; son las obras dignas de la superior mente del gran Keplero. A él debemos la union de la óptica con la astronomía, la percecion de las ventajas que ésta puede recibir de los conocimientos ópticos. Pero el mayor, el principal mérito suyo en la astronomía es la union que intentó hacer de ésta con la física; y el haber procurado reducir á las leyes comunes de la naturaleza todos los movimientos de las estrellas, y todas las operaciones de los cielos. Los astrónomos antiguos y los mo-

dernos se habian contentado con ver, y entender de algun modo los fenómenos, sin pasar cuidado de indagar las causas; contentos con contemplar lo exterior de esta gran máquina, no procuraban examinar su interna construccion: imaginaban ciclos, epiciclos y centros meramente ideales y ficticios; y aunque éstos conviniesen con los fenómenos observados, se cuidaban poco de verificar la realidad. Keplero, como sabio filósofo, no se satisfizo con estas imaginaciones, ni creyó verisimil que los movimientos celestes se hiciesen al rededor de centros ficticios, que ningun influxo ó relacion podian tener con ellos, ni que la naturaleza los produxese sin alguna causa física que los executase y los regulase, y se dedicó á estudiar esta causa, y á arrebatarse este secreto á la naturaleza. Fruto de estas investigaciones fueron algunos descubrimientos astronómicos, y algunas muy felices conjeturas, tal vez mas útiles que los mismos descubrimientos, y mas fecundas de nuevas y sublimes verdades. La atraccion universal de todos los puntos de la materia, el mutuo enlace

de

de todos los cuerpos , el influxo del sol sobre la irregularidad del movimiento de la luna , y de la luna sobre el mar , y varios otros descubrimientos de la moderna física , y de la astronomía , fueron conocidos é indicados por Keplero , aunque no bastante seguidos , sino abandonados por él á la mas ilustrada posteridad. Tal vez á las conjeturas de Keplero se debe la grandiosa teoría de Newton ; y ciertamente sus conjeturas , y sus descubrimientos son el fundamento de toda la parte teórica de la astronomía moderna : y Keplero deberá siempre ser venerado como el mas verdadero padre , y el mas fecundo creador de esta nueva ciencia , como el mas ilustre héroe que hasta entonces hubiese dominado en los cielos , como uno de los mayores ingenios que han venido á la luz del mundo.

Contemporáneo y amigo de Keplero fué Galileo , el único que pudiese aspirar á superarle , y mirarle de algun modo como rival. Keplero fué el legislador de los cielos , Galileo el conquistador ; pero es preciso confesar que los descubrimientos de Galileo se deben en parte

al

al acaso , los de Keplero son todos obra de su genio , y nobles esfuerzos de su ingenio y de su imaginacion. Sea quien se fuese el inventor del telescopio , fué pensamiento feliz de Galileo , de inmortal gloria á su mente sublime , y de infinita ventaja para la astronomía el aplicarlo á exâminar las estrellas , y á internarse en los cielos. Los instrumentos son las alas, con que los astrónomos se remontan para penetrar en las regiones celestes. Luna , sol , planetas , y estrellas fixas , todo se presentó en un nuevo aspecto : y no hubo parte alguna en todo el cielo , que no recibiese del telescopio de Galileo alguna considerable novedad. Contempló las estrellas fixas , y á sus ojos nacieron en cada constelacion infinitas estrellas sepultadas por tantos siglos en una impenetrable obscuridad: las dotó de una luz propia y nativa , de que están privados los planetas; pero las quitó al contrario aquella irradiacion adventicia , que muestran á los ojos desnudos , y las despojó de aquella parte de su esplendor , que todos hasta entonces habían creído ser propia de sus cuerpos. Exâminó á Saturno ; y se-
gun

gun la expresion de Keplero (a), venció aquel Gerion de tres cuerpos, y lo sacó de los secretos umbrales de la naturaleza, presentandolo á los ojos de todos. Encontró este planeta acompañado de dos pequeñas estrellas á sus lados, que eran parte del anillo, que despues descubrió Huigens al rededor de él. Lo exâminó de nuevo despues de algun tiempo, y lo encontró solitario sin la compañía de aquellas estrellas; pero meditando sobre ello pronosticó que dentro de cinco ó seis meses se veria de nuevo acompañado como antes; y habiendolo visto así en efecto Castelli, Galileo, que ya no podia observarlo, conoció que estas variaciones debian tener sus periodos, que tocara á la posteridad el descubrirlos. Estos son en efecto la aparicion y desaparecimiento del anillo, que realmente se han descubierto, y los pronostican sin dificultad los astrónomos, como lo hemos visto en nuestros dias (b). El descubrimien-

(a) *Dioptr. Praef.* (b) V. de la Lande *Astron.* tom. III. §. 3230. &c.

miento predilecto de Galileo fué de quatro satelites de Júpiter, de quienes calculó los periodos, y formó las tablas, y por cuyo medio prometió encontrar en el mar, y en qualquier sitio la tan deseada longitud. La astronomía, la geografía, la náutica, la óptica, y toda la filosofía, deben infinitas luces á este descubrimiento; y es suma gloria de Galileo no solo el haberlo hecho, sino el haber desde luego reconocido las ventajas, é imaginado los medios, y propuesto los métodos para obtenerlas. Si posteriormente ha sido mirado Cassini como un portento de sagacidad y de vehemencia de ingenio, por haber construido las tablas de aquellos satelites, despues de tantos años de observaciones, ¿quán maravilloso y divino no nos deberá parecer Galileo, que desde su primer nacimiento, por decirlo así, supo formar tablas capaces de satisfacer de algun modo su sublime ingenio, que no se contentaba con una qualquier exâctitud? Descendió á Marte, y encontró en él una luz mucho mas viva que la de Júpiter, y lo que es mas importante, una tal desigualdad en la

apariencia de su diámetro, que apenas comparece en la conjunción $\frac{1}{60}$ de lo que se manifiesta en la oposicion. Lo vió tambien al oriente algo disminuido, lo que le manifestó sus faces ; pero su exâctitud no pudo asegurarse perfectamente de tan importante fenómeno. Se aseguró, sí, completamente en Venus, y la siguió con tanta diligencia, desde su apogéo, ó quando estaba, digamoslo así, Venus llena, hasta su perigéo, ó quando era Venus nueva, y expuso con tanta distincion todos los pasos de sus faces, que dexó poco que añadir á Bianchini, quien despues de tantos años ha querido hacer de nuevo estas observaciones, y lo ha executado con mucho honor (a). Creia tambien que Mercurio tuviese igualmente que Venus sus faces ; pero su sobrada intermediacion al sol no le permitia descubrirlas, y sino podia hablar de ellas siguiendo las observaciones astronómicas, discurría con filosóficos y justos racionios. La luna fué el primero, y el último

(a) *V. Hesperii et Phosphori phoen, &c. Romae.*

objeto de sus especulaciones astronómicas. La escabrosidad de la superficie, y el método para medir sus montes, fueron los primeros hallazgos, y asunto de muchísimas oposiciones, que hicieron mas célebres los descubrimientos de los telescopios; y la observacion de la aparicion, y desaparecimiento de algunas manchas de la luna, el descubrimiento de su *libracion*, y el exâmen de la causa de este fenómeno ocuparon los últimos pensamientos astronómicos de Galileo. El sol fué tambien para él un campo muy fecundo de descubrimientos. Las manchas solares, su naturaleza, y su curso, el movimiento del sol sobre su propio exe conjeturado por razones físicas por Klepero, y verificado por Galileo con observaciones astronómicas, son siempre nuevos títulos para la inmortalidad de su nombre en los fastos de la astronomía. Con estas observaciones, con estos descubrimientos, y con estas luces no podia dudar Galileo que se moviesen al rededor del sol todos los planetas, y la luna al rededor de la tierra; exâminó despues los fenómenos, que debían derivarse del movimiento diur-

no y ánuo de la tierra , y los encontró todos , así los astronómicos , como los físicos , tan conformes á la razon , y á las leyes de la naturaleza , que no pudo dexar de afirmar con seguridad , que se mueve la tierra diariamente sobre su propio exe , y anualmente al rededor del sol , y abrazó espontáneamente la hipótesis de Copérnico , la expuso en todo su esplendor , la defendió de todas las oposiciones , la confirmó , y sostuvo con fuertes razones , la amplió , y engrandeció con nuevos fenómenos , y con nuevos cuerpos celestes descubiertos por él , é hizo que lo que Copérnico propuso por hipótesis pudiese llamarse sistema galileano. No referiré las persecuciones y molestias que tuvo que sufrir Galileo por este sistema : todos los escritores llegan á fastidiar con la relacion de ellas , como si fuese cosa digna de excitar su bilis filosófica. Tenemos demasiada experiencia de que en todas las naciones , y en todas las edades un zelo mal entendido de la religion , ha hecho cometer violencias , y caer en errores. No es nueva entre los filósofos la suerte de Galileo ; ni

es una culpa particular de Roma el haber condenado como contraria á la religion una opinion filosófica ; pero es sí particularísima gloria de Italia el haber producido un filósofo de la agudeza y solidez, de la vastedad de ideas, y profundidad de mente de Galileo. Copérnico propuso áquel sistema, lo impugró Ticon ; Keplero lo expuso ; y solo Galileo lo ilustró, lo confirmó, lo defendió y lo proveyó de todos los subsidios para superar las variaciones de los tiempos, y las oposiciones no solo de los obstinados peripatéticos sino tambien de todos los inconstantes y novatores filósofos. Instrumentos, métodos, observaciones, descubrimientos, teorías, sistemas, en suma toda la astronomía debe á Galileo muchas preciosas luces; y Galileo divide con Keplero el principado en la moderna astronomía, y ocupa un lugar distinguido entre los grandes talentos que han venido al mundo, entre los mas sublimes y fecundos ingenios, entre los mas beneméritos en la astronomía y en las otras ciencias. Pero, ¿quán dichosos y felices no deberemos reputar aquellos tiempos,

quan-

Scheinero.

quando ademas de Ticon, Keplero y Galileo, florecian Scheinero, Bayero, y tantos otros célebres astrónomos? Por las manchas del sol ha obtenido Scheinero su principal crédito; y el descubrimiento de aquellas manchas lo han pretendido muchos. Juan Fabricio, Simon Mario, Galileo, y Scheinero, todos se glorian de primeros descubridores; pero la mayor disputa está entre Galileo y Scheinero. Luego que fué verdaderamente conocido el telescopio, y aumentado con él el deseo de observar las estrellas, era facil que muchos viesén las manchas solares, las quales son en realidad muy visibles. Y estando en esto, como parece que debemos estar, al testimonio de los mismos autores, la anterioridad de tiempo parece deberse dar á Galileo; bien que Scheinero hizo por sí el mismo descubrimiento sin tener noticia del galileano. Pero el método de observar tales manchas, el exâmen de su posición, de su figura, de sus movimientos, y de las ventajas que pueden sacarse de su conocimiento, la conjetura sobre su naturaleza, y sobre su origen, y en suma toda

la

la teoría de estas manchas se vé expuesta por Scheinero de un modo tan completo y original , y refiere con tal ingenuidad toda la historia de las observaciones , que me parece no dexa lugar para que se le dispute la gloria de la invencion (a). Y á la verdad Scheinero entre muchas inútiles disquisiciones , y ridiculas expresiones trae tantas nuevas é importantes verdades , que ciertamente merece un honroso lugar entre los astrónomos mas famosos. Bayero es celebrado por su *uranometria* , y por habernos presentado las regiones celestes , como otros presentan las terrestres, en cartas uranográficas , que tienen aun el dia de hoy el aprecio y estimacion de los doctos astrónomos. Gassendo , erudito filósofo , y diligente observador , tuvo mucho mérito en la astronomía ; pero su mayor credito entre los posteriores le ha venido de haber sido el primero que vió á Mercurio en su paso por el disco solar (b); porque aunque

(a) *Rosa Ursina* lib. I. &c. (b) *Mercurius in Sole visus.*

que algunos antiguos , y otros modernos , hasta el mismo Keplero , creyeron haberlo visto , demostró despues Galileo no haber sido el imaginado Mercurio otra cosa que alguna mancha del sol ; y en efecto Keplero quedó persuadido de ello. Un honor semejante respecto á otro planeta , ha hecho ilustre en la astronomía el nombre de Horrox , digno por otra parte de las alabanzas de los astrónomos , por haber tambien antes que ningun otro tenido la suerte de ver á Venus delante del sol , y ser el primero que se pueda citar para la observacion de este paso. Bullialdo , Lansberg , Morin , Vandelino , Snellio , y algunos otros en la primera mitad del siglo pasado , cultivaban con provecho los estudios astronómicos ; y por todas partes se veia la inclinacion á las observaciones , y á las investigaciones , el deseo de los descubrimientos , y el amor á la astronomía. Entre tanto Cartesio , sin embarazarse en observaciones y en cálculos , dexandose llevar de su imaginacion , creyó haber encontrado la fuerza , ó el principio físico que debe producir todos los movimientos , y los fenómenos de

de los cuerpos celestes. Keplero habia empezado ya una investigación semejante, y habia dado de ella varias conjeturas, algunas de las quales se acercaban bastante á la verdad; pero no llegó á formar un plan, y ordenar un sistema, en el qual se viesen todos los fenómenos juntos, y todos derivados de un solo principio, segun las leyes de la naturaleza. Esto lo hizo Cartesio con sus famosos vortices; formó de nuestro sistema planetario un vasto vortice, en cuyo centro estaba el sol, y quiso que sus diferentes partes se moviesen con velocidades desiguales, é hiciesen variamente girar al rededor los planetas, y explicó de este modo con mucha sutileza los fenómenos, y formó su astronomía física y mecánica. Nosotros no podemos seguir las razones con que Cartesio, y sus sequaces, singularmente Bernoulli, han procurado sostener este espicioso sistema, ni las objeciones con que sus contrarios, ó los partidarios de la verdad, lo han incontrastablemente destruido: ahora ya no es mirado aquel sistema mas que como un agradable sueño de una brillante imaginacion; pero

sin embargo este sueño ha sido tal vez al principio que nos ha hecho encontrar las huellas de los verdaderos pasos de la naturaleza en la constitucion del universo. Si Cartesio no hubiese propuesto un principio falso de los movimientos de los cuerpos celestes, y del sistema del mundo, tal vez no hubiera encontrado Newton el verdadero, y tal vez ni aun lo hubiera buscado.

Con la produccion de tantos célebres astrónomos se animaba mas y mas aquel estudio, y crecia el ardor de ilustrar la astronomía con nuevos descubrimientos. Entonces Hevelio enriqueció su ciencia con la *Selenografía*, y con la *Cometografía*; dos obras sumamente apreciables é importantes. El estudió la luna, y nos dió una exâcta descripción de su magnitud y figura, de sus faces, y de sus manchas, con las cartas que las representan, y con la explicacion de las ventajas que se pueden sacar de ellas: la naturaleza de la luna fué expuesta por él con mayor claridad y verdad; el movimiento libratorio de la misma, observado por Galileo, fué por él ilustrado con nuevas razones; y la luna, tantas

veces mirada, y vuelta á mirar, solo entonces empezó á dexarse conocer en todos sus aspectos. Como fino observador siguió en su curso á algunos cometas, fixó la paralaxe, calculó las distancias, señaló las posiciones, determinó la linea de su movimiento, y nos dió en su cometografía una obra tan erudita y profunda, que no obstante algun error, ha sido siempre mirada como clásica y magistral. Hevelio observó el paso de Mercurio por el disco solar en 1661; lo describió con exactitud, y deduxo sus conseqüencias (a). Intentó tambien fixar su astronómica vista en Saturno; pero este planeta, que habia empezado á dexarse ver de Galileo, quiso reservarse para los obsequios de otros dos matemáticos no menos ilustres, Huingens, y Cassini. Huingens, benemérito, como hemos visto, en las otras partes de las matemáticas, quiso tambien serlo en la astronomía. Ademas de los notables auxilios que dió á la astronomía práctica con la invencion del relox, de

Huingens.

R 2

(a) *Mercurius in sole visus.*

su anteojo de larga vista , y del primer ensayo del micrometro , y á la teórica con la doctrina de las fuerzas centrales , y de la figura de la tierra , se aplicó tambien á las observaciones , é hizo algunos descubrimientos , que le dieron justo título para ser colocado entre los grandes astrónomos. Una banda oscura sobre el globo de Marte , y una estrella nebulosa en Orión son hallazgos de sus observaciones. Pero el teatro de sus glorias astronómicas fué Saturno. Aquellas asas , aquellos discos , aquellos apoyos , que se veian en Saturno , pero no se podian entender , fueron finalmente reconocidos por Huingens por un anillo que lo circuye ; y toda la teoría del anillo de Saturno , conocido entonces , de su naturaleza , de los periodos de su aparicion y desaparecimiento , toda se debe á las diligentes observaciones , y á las sólidas especulaciones de Huingens. Exâminando tan freqüentemente el anillo , y todo lo que circuye á Saturno , encontró Huingens un satellite ; y estos descubrimientos han hecho su nombre mas glorioso en la astronomía que el de tantos otros mas laboriosos astrónomos , pero
me-

menos atentos, ó menos felices observadores. No queremos confundir entre la multitud de estos al célebre Riccioli; porque aunque es cierto que no ha enriquecido la astronomía con algun particular método de observar y de calcular, ó con algun distinguido descubrimiento, sin embargo merece muchas alabanzas su infatigable zelo en dedicar enteramente á aquella ciencia todos los instantes de su vida, observar noche y día, repetir las observaciones de otros, y hacer otras nuevas, leerlo todo, conocerlo todo, recogerlo todo, y con sus inmensas fatigas darnos unidas, y bien ordenadas, las observaciones, los métodos, las opiniones, los cálculos de todos los siglos, y presentarnos un completo y perfecto quadro de toda la astronomía. Si deseásemos en los escritores la utilidad de las obras mas que el esplendor de la novedad, deberíamos profesar grato reconocimiento á Riccioli, el qual, sino se ha hecho célebre con nuevos descubrimientos, ha sido y es muy útil por sus obras, que han formado otros muchos astrónomos, y han hecho nacer muchos descubrimientos. En aquel tiempo,

Riccioli.

Mejora-

miento de
astronomía
práctica.

po, esto es, despues de la mitad del siglo pasado, mientras Hevelio y Huingens ilustraban la astronomía con nuevos descubrimientos, se le daba un nuevo restablecimiento, y se formaba una nueva y mas ilustre época. La astronomía práctica adquiria mayor finura y perfeccion. Los grandes anteojos de larga vista de Campani y de Huingens abrian nuevos campos á los curiosos ojos de los astrónomos.

A la mayor extension de su vista se agregaba la mayor facilidad para determinar el preciso tiempo del fenómeno observado con el auxilio del reloj de péndola de Huingens. El micrometro, que debe su principio á un pequeño ensayo del mismo Huingens, y fué algo mejorado por Malvasia, y despues reducido á perfeccion práctica, y á uso comun por Auzout (a), dió á las observaciones mucho mayor precision, y fué mas fiel y segura guia para los astrónomos en sus determinaciones. La aplicacion, entonces

(a) V. de la Hire *Acad. des Sc.* an. 1717.

ces imaginada por Roberval, por Auzout, ó por quien sea, de los anteojos de larga vista en vez de las pinulas, y de las alidadas á los quadrantes, y á los grandes instrumentos, conducia la vista de los observadores con mayor exâctitud al objeto fixado, y daba mas seguridad á las observaciones. Los observatorios de Paris, y de Greenwich, erigidos entonces con una finura de miras, y exâctitud de execucion superiores de mucho á los grandiosos observatorios no solo de los árabes, sino de los daneses, y de los alemanes, fueron un nuevo auxilio para la perfeccion de la astronomía práctica. Esta nueva puntualidad y precision, esta mayor exâctitud y finura tenia inquietos á los astrónomos modernos, y no los dexaba sosegar con las observaciones, medidas y determinaciones de los precedentes, sino que los obligaba á volverlas á ver, volverlas á hacer, y verificarlas todas. De aquí provino la grande y diligentísima operacion de Picard de medir la tierra, no contentandose ni con las antiguas medidas de Eratóstenes, y de los árabes, ni con las modernas de Fernel, Snelio, y Ric-

Riccioli. De aquí el viage del mismo Picard á Uranisburgo, para conocer mejor, y poner en su justo valor las operaciones astronómicas de Ticon. De aquí tantas otras gloriosas empresas, de algunas de las quales haremos ahora mencion hablando del gran Cassini, que las animaba, y de otros, que tuvieron parte en ellas.

Cassini.

Cassini puede ser llamado el reformador de la moderna astronomía, como de la antigua lo habia sido Ticon. No hubo parte alguna del cielo, donde no encontrase que corregir, que añadir, ó que quitar, donde no hiciese alguna notable reforma, y donde no se ennobleciese con algun grandioso descubrimiento. El primer objeto que se presentó á sus ojos astronómicos, fué cabalmente un cometa, especie de cuerpos celestes, que mas necesitaba de la ilustracion de un Cassini. Los cometas siempre han excitado, como es natural, la curiosidad de los hombres; pero mas han ocupado las especulaciones de los físicos, que las observaciones de los astrónomos. Los egipcios, que segun dice Séneca, hicieron particular estudio de los cielos, no dixeron nada de los co-
me-

metas. Los caldeos parece que examinaron con mas atencion esta materia, porque segun el testimonio de Apolonio Mirdiano ponian los cometas en el número de los planetas, y conocian su curso. Pero es preciso que esta opinion fuese peculiar de pocos, ó se tuviese muy secreta, y cayese en olvido; puesto que Epigenes, que fué á estudiar entre los caldeos, aseguraba no tener ellos nada establecido y cierto sobre los cometas, sino creerlos solo encendidos casualmente por un remolino (a). En efecto ni Tolomeo, ni Hiparco, ni Eratóstenes ni otro astrónomo alguno griego hablan de aquella opinion de los caldeos, ni aun despues de la noticia que da de ella Apolonio; y despues de sus argumentos para apoyarla se han cuidado de examinar los cometas, y los han despreciado en sus observaciones como simples meteoros. De toda la antigüedad solo Séneca, con la fuerza y energía de su imaginacion, abrazó esta idea astronómica de los caldeos, no du-

Tom. VIII.

S

dó

(a) Séneca *Quaest. nat.* lib. VII, c. III. VXX

dó abandonar en esta parte á sus filósofos, y respondió sólidamente á todas sus objeciones, observó el curso de dos cometas, y lo encontró orbicular, y curvo, qual no lo tienen los meteoros, sino solo los planetas, y fixó con seguridad propia de una íntima y firme persuasion, que los cometas son como los planetas, que tienen su curso periódico y regular; que si entonces no se conocian tales periodos por los pocos cometas que se habian visto aun, tampoco el curso de los planetas, sin embargo de verse todos los dias, había sido conocido hasta poco antes, y que vendria tiempo en que seria igualmente conocido el de los cometas, y se maravillarian los venideros de la ceguedad de los antiguos, que no veian cosas tan claras (a). Con tan razonables discursos de Séneca parecia que debiesen despertarse los astrónomos, y poner baxo su dominio los cometas como otros tantos cuerpos celestes. Pero prevaleció la comun preocupacion, y no hubo as-

(a) Séneca *Quaest. nat.* lib. VII. c. XXIV, et XXV.

trónomo alguno , ni griego , ni árabe , ni latino , que se dignase de contemplarlos , sino que todos los abandonaron á los físicos como simples meteoros. Regiomontano fué el primero que pensó en seguir con ojos astronómicos su incierto curso. Cardano , por el movimiento y por la paralaxe , los creyó harto mas altos que la luna. Ticon los hizo correr por una linea circular en una region superior á la luna ; pero aun los creyó meteoros. Galileo , aun despues del descubrimiento de Ticon , continuó sosteniendo el baxo nacimiento de los cometas. Hevelio estudió mas que todos esta materia , y fundado en sus observaciones , y en las de otros , dió al curso de los cometas una curvatura , que tenia parte de parabólica , pero siempre creyendolos meteoros , producidos por las exálaciones de los planetas. Varias y extrañas opiniones imaginaron los astrónomos para explicar su naturaleza , como se ven eruditamente expuestas por Pingré , á quien remitimos á los lectores (a). Cassini mismo siguió al prin-

(a) *Cometographiae* tom. I.

cipio la comun preocupacion de mirarlos como cuerpos fortuitos , y capaces de destruirse , que siguen cursos desiguales é irregulares sin sujetarse á ninguna ley estable ; pero reflexionando despues que los movimientos de los cometas podian ser solo en apariencia desiguales , y tener realmente una regularidad como los planetas , exâminandolos con mayor atencion , y con nuevas miras , le pareció mas conforme á la razon , y á todas las observaciones de los fenómenos el hacerlos tales , y tuvo el ardimiento de colocar los cometas entre los cuerpos celestes , darles la misma antigüedad y regularidad de los planetas , y sujetarlos á las mismas leyes en sus irregulares movimientos. Sus finos ojos , y las profundas meditaciones , le dieron un tino tal en el conocimiento del movimiento de los cometas , que despues de dos observaciones pudo describir todo su curso , pudo pronosticar que los mismos cometas debian despues de un cierto tiempo comparecer de nuevo , y pudo darnos una mas noble , y en alguna parte bastante justa teoría de aquellos cuerpos celestes , desconocidos , y aun des-

pre-

preciados por tantos siglos. ¿Qué gloria no es para el filósofo Séneca el haber con la viveza de su ingenio descubierto desde luego una verdad, que se han necesitado diez y seis siglos, y las repetidas observaciones y meditaciones de Regiomontano, de Keplero, y de Hevelio, y del ingenio del gran Cassini para darla á entender, y hacerla abrazar á los astrónomos? La opinion de Cassini fué despues demostrada por Newton, é incontrastablemente asegurada por Halley, y por Clairaut; y Cassini, dando á los cometas la naturaleza de cuerpos celestes, enriqueció el cielo con una multitud inmensa de habitantes, y abrió á la astronomía un nuevo y muy vasto campo, para entretenerse con gusto igualmente que con provecho. La teoría del sol fué un nuevo teatro de la gloria astronómica de Cassini. La real desigualdad de velocidad en su movimiento en diversos tiempos del año era un punto muy disputado entre los astrónomos, y no se sabia encontrar el modo de buscar su decision. La encontró Cassini formando la meridiana de San Petronio de Bolonia, que él poética-

men-

mente llamaba el *Oráculo de Apolo*. No diré las atenciones, y las miras casi supersticiosas, que Riccioli llama *mas angelicas, que humanas*, de que se valió Cassini en la construccion de aquel gnomon: no referiré las muchas ventajas que él y otros astrónomos, sus sucesores, han sabido sacar del mismo; solo diré á nuestro intento, que la desigualdad, no solo aparente, sino tambien real y verdadera, de velocidad en el movimiento del sol, menor en el estío que en el invierno, fué decidida sin contradiccion; que se conoció mas exáctamente la paralaxe, y la distancia del sol, y se pudieron componer nuevas tablas; y que se formó entonces una nueva y mas justa teoría del sol. En la meridiana de San Petronio aprendió tambien Cassini una nueva doctrina sobre las refracciones. Ticon, y los otros astrónomos y físicos, las creian solo sensibles hasta los 45 grados de elevacion, y no pensaban en calcularlas mas allá; pero Cassini encontró que realmente se extendian hasta el zenit, y pasó despues á reformar las tablas y la teoría de las refracciones. Su veráz oráculo no dexó de

res-

responder fielmente á todas sus consultas, y le descubrió en pocos dias mas verdades, que las que en siglos habian podido sacar los antiguos de sus mas célebres oráculos: y la meridiana de Bolonia ha sido mas fecunda de importantes descubrimientos, que todas las otras meridianas que se encuentran en la Europa. El honor de los gnomones parece que haya sido propio de la Italia: los primeros, los mas grandes, los mas útiles, los mas célebres se encuentran en Italia, y se deben á los italianos. Antes del que acabamos de nombrar de Cassini, habia en el siglo precedente erigido otro, aunque imperfecto, en la misma Iglesia de San Petronio, Ignacio Dante, para manifestar quanto se habia apartado el equinoccio vernal del 21 de Marzo, y contribuir de este modo á la grande obra de la correccion del calendario. Pero aun bastante antes del de Dante, desde el siglo anterior, hácia el año 1468 erigió otro en la Iglesia catedral de Florencia Pablo Toscanella, el mas antiguo, y el mas grande que se conozca en toda Europa. Este preciosísimo monumento habia quedado des-

conocido y obscuro por casi tres siglos, hasta que despues de la mitad del presente fué descubierto, restablecido, y vuelto á poner en uso por el docto matemático Ximenez, el qual ha hecho con él muchas observaciones solsticiales, y descubierto importantes novedades respecto á la obliquidad de la eclíptica, y á otros puntos de la astronomía (a). Pero volviendo á Cassini, no contento con aclarar con sus luces los cometas, el sol, y las refracciones, recorrió todos los planetas, y los ilustró con nuevos descubrimientos. En Saturno descubrió Huingens un satélite; Cassini encontró otros quatro, y señaló á todos cinco su lugar, y su órbita; de los quales el primero, descubier- to por Huingens, era el quarto en el órden de la posicion, y dió la última mano al orbe de Saturno, que aún despues de los trabajos de Galileo y de Huingens, habia quedado muy imperfecto. En Júpiter descubrió un movimiento de

(a) *Del gnomone fiorent; Dissert. in torno alle Osserv. &c. Osserv. solst. &c. Mem. della Soc. Ital. t. II.*

rotacion de tal velocidad, que hace todo un giro en menos de diez horas, y un allanamiento á sus polos, que le hace un diametro $\frac{1}{3}$ menor que al equador. Pero el mayor, y mas glorioso descubrimiento suyo fué el de los planos, de las órbitas de sus ángulos, y de todos los pasos, de todos los periodos, y de todos los fenómenos de los satelites de Júpiter, para poder calcular sus tablas, y formar exáctas efemerides. Veinte y cinco elementos observa Fontenelle (a), ó veinte y cinco conocimientos, ó determinaciones fundamentales entran en las tablas de aquellos nuevos astros. ¿Qué ingenio tan vasto, qué fuerza y vehemencia de espíritu no se requiere para encontrar todos aquellos elementos, tenerlos siempre todos presentes, unirlos, ordenarlos, ponerlos todos por obra, y formar con ellos un edificio tan bien construido, tan firme y sólido, que pueda resistir á los atentos y criticos exámenes de los mas diligentes astrónomos? De este modo dió tambien

Tom. VIII. T el

(a) *Eloge de Mr. Cassini.*

el gran Cassini la última mano al orbe de Júpiter, como la había dado al de Saturno, y poco les ha quedado que hacer á los astrónomos posteriores. El descubrimiento de la rotacion de Júpiter le hizo esperar encontrarla igualmente en Marte. Y en efecto, después de repetidas observaciones y combinaciones la encontró tal, que se verifica en poco mas de veinte y quatro horas. La semejanza del fenómeno en Júpiter, y en Marte le estimuló á buscarlo tambien en Venus; y en efecto lo encontró tan revestido de circunstancias en el movimiento de las manchas, que lo hacen singular; bien que no pudo satisfacer su exâctitud, y dexó para Bianchini la gloria de dar una completa teoría de aquel planeta. No hablaré del descubrimiento de la luz zodiacal, no de la justa teoría de la rotacion, y de la libration de la luna, no del ingenioso método de determinar por tres observaciones el apogéo, la excentricidad, y la desigualdad de un planeta; no del modo de calcular los eclipses del sol por la proyeccion de la sombra de la luna sobre el disco terrestre; no de otros muchos
mé-

métodos suyos, y de otros útiles hallazgos, de que es deudora la astronomía al gran Cassini. Un tomo entero no bastaría para este solo astrónomo si quisieramos referir distintamente todos sus inventos; y pedimos á nuestros lectores disimulen, si obligados del nombre de tan grande astrónomo, y de lo reducido de nuestra obra, nos hemos detenido en sus elogios menos de lo que merece, y mas de lo que corresponde á nuestro instituto. Pero sin embargo no podemos aun abandonarlo enteramente, y con frecuencia deberemos hacer mencion de él al referir los elogios y las empresas de los astrónomos. En efecto el célebre descubrimiento de Roemero sobre el movimiento progresivo de la luz, no se debe menos á Cassini, que al mismo Roemero. Las continuas observaciones de los satélites de Júpiter le hicieron ver que de la oposición hasta la conjuncion de Júpiter y del sol, el primer satélite retardaba la emersion de la sombra del planeta cerca de catorce minutos; y él, como dice Montuclá (a),

Roemero.

(a) Part. IV, lib. VIII.

publicó inmediatamente un escrito en que decía: „ que esta desigualdad parecía pro-
„ ceder de emplear la luz algún tiempo
„ en venir desde el satélite hasta noso-
„ tros.“ Pero reflexionando despues que
este fenómeno solo se observa en el primer satélite de Júpiter, y no en los otros, abandonó la idea de buscar la causa en el movimiento momentáneo de la luz, que debería ser comun á todos. Abrazóla no obstante Roemero, la confirmó con mas observaciones, y con mas precisas determinaciones, la defendió de las contrarias opiniones, y obtuvo la gloria de pasar por inventor del descubrimiento del movimiento sucesivo y temporal de la luz, que despues ha producido otros finos descubrimientos astronómicos de

Richer. Bradley. El viage de Richer á la Cayena fué obra de Cassini, el qual quiso verificar sus teorías del sol, y de las refracciones, con observaciones hechas en las inmediaciones del equador; así que en los célebres resultados de aquel viage, no solo sobre estos, sino sobre otros puntos importantes, tuvo su parte y no pequeña, Cassini. La medida de la Francia,

y

y aun de toda la tierra, se debe no menos á Cassini que á su primer autor Picard. Picard. en la gran cuestión de la figura de la tierra tuvo tambien mucha parte Cassini, aunque no la suerte de encontrar la verdad; y en casi todas las grandes empresas, y gloriosos descubrimientos de la astronomía se ve esculpido con mucho honor el nombre del gran Cassini.

Mientras Cassini con sus observaciones y cálculos ilustraba todas las partes de la astronomía, Newton con las físicas y mecánicas demostraciones daba un nuevo ser á todo el cuerpo de aquella ciencia. En vano habia Cartesio intentado explicar con sus vortices los movimientos de los cuerpos celestes, y la constitucion del universo; Newton la demostró claramente con la atraccion, ó gravitacion universal. Insinuó Keplero acá y acullá la idea de esta atraccion, pero jamas la siguió exáctamente (a). Hook, astrónomo ingles, que promovió la óptica, como hemos dicho (b), y que se ad-

(a) Coment. in stell. Martis. (b) Cap. IX.

adquirió crédito en la astronomía, por algunas sutiles observaciones, adelantó bastante mas en la teoría de la atracción universal. Conoció la mutua atracción de los cuerpos celestes, la conoció mas fuerte en las mayores inmediaciones, y capaz de producir movimientos elípticos, y la ilustró con algunas ingeniosas y útiles experiencias; pero no supo hacer de ella una adecuada aplicación á los planetas, no supo determinar la razón de la fuerza de la atracción con las distancias, no supo encontrar la ley de la atracción, que obliga á un cuerpo á describir una elipse al rededor de un otro puesto en uno de sus focos; y dexó para otro ingenio mas vasto, mas sublime, y mejor provisto de los auxilios de la geometría, el explicar el arcano de la naturaleza, y manifestarnos el secreto artificio, que tiene en movimiento la gran máquina del universo. Este ingenio era Newton, á cuya penetrante vista nada habia oculto y secreto en las operaciones de la naturaleza. Del simplicísimo y vulgar fenómeno de la caída en tierra de los cuerpos graves se elevó á exâminar la gravitación univer-

sal de todos los cuerpos , á fixar sus leyes
y á establecer el reglamento de todo el
mundo. Al considerar que los cuerpos
gravitan no solo en la superficie terrestre,
sino tambien á qualquier altura de la at-
mósfera , pensó que igualmente pudiese
gravitar la luna hácia la tierra , los plane-
tas y los cometas hácia el sol , y los sa-
telites hácia sus planetas. Embebido en
esta idea se puso á calcular las distancias
de los astros , y sus respectivas veloci-
dades , y deduxo despues que la atraccion
puede seguir la razon inversa de los qua-
drados de las distancias. Aplicó esta ley
al movimiento de la luna , y realmente
encontró que estando la luna distante de
la tierra 60 semidiametros de ella, su mo-
vimiento circular correspondia á un des-
censo perpendicular de 15 pies $\frac{1}{4}$ en un
minuto , qual los cuerpos terrestres lo ha-
cen en un segundo , que es decir que la
fuerza de su gravedad se disminuye segun
el quadrado de la distancia. Así que jus-
tamente concluyó que la misma gravedad
que hace caer á los cuerpos terrestres, mue-
ve tambien la luna hácia la tierra. Hizo
la aplicacion de la misma ley de la atrac-
cion

cion á la tierra , y á todos los otros planetas respecto del sol , y la encontró en todos igual. Exâminó geométicamente que figura deberá describir un cuerpo movido , y traído por otro segun esta ley , y la determinó por una elipse , y probó que en ella en tiempos iguales seran las areas iguales. Concluyó pues que esta es en realidad la ley de la atraccion de todos los cuerpos , y que esta atraccion es la fuerza que hace girar todos los cuerpos celestes en órbitas elípticas al rededor de un cuerpo mayor puesto en uno de los focos de la elipse. Como la atraccion es universal , y mutua entre todos los cuerpos , y no solo la tierra atrae á la luna , sino que es tambien atraída por ésta ; y si el sol atrae á los planetas , estos mutuamente atraen al sol , de esta universal y mutua atraccion nacen en los movimientos de los cuerpos celestes algunas desigualdades é irregularidades. El sol , que es el centro comun de todo el sistema solar , no es estable é inmoble , sino que atraído por los planetas , y por cada uno segun la direccion en que se encuentra , sufre algun movimiento , aunque poquísi-

mo , por la mayoría de su propia masa. La luna gira al rededor de la tierra , la luna y la tierra al rededor del sol ; pero la luna atraida por la tierra , y tambien por el sol , ella misma atrae igualmente á la tierra : por lo qual ni la luna puede moverse en una órbita perfectamente elíptica , ni es el centro de la tierra el que debe formar al rededor del sol la elipse , sino el centro comun del sistema de tierra y luna , el qual varía continuamente segun la diversa posicion de la luna. Despues explica Newton las irregularidades , y desigualdades del movimiento de la luna , que tanto habia dado que estudiar inutilmente á los astrónomos ; despues el movimiento de los apsides , y de los nodos de la luna y de los planetas ; despues otros muchos oscuros é ininteligibles fenómenos , que parecian producidos por la naturaleza para establecer y confirmar la teoría de Newton. Con los mismos principios de atraccion mide este grande ingenio la densidad de las masas de Saturno , de Júpiter , y de la tierra , que tienen sus satelites , y conjetura fundadamente la de los otros planetas. Con los mismos

abrazó tambien los cometas, y aunque tan prófugos y errantes, los encerró en el sistema solar, y los reduxo á formar órbitas tambien elípticas, aunque tan ex-céntricas, y prolongadas que se pueden tomar por parabólicas, y estableció y fi-xó la verdadera teoría de los cometas. Cassini declarando cuerpos durables los cometas, y regulares y constantes sus movimientos, abrió los fundamentos de la cometografía: pero dandoles órbitas circulares, que en nuestras inmediacio-nes podian calcularse como líneas directas quedó aun distante de la verdadera doc-trina. Un diligente observador, y célebre astrónomo, Vicente Mut, freqüentemen-te citado con mucho elogio por Riccioli, fué el primero, que yo sepa, que en una obra publicada en Mallorca en 1666 die-se á un cometa una trayectoria encorva-da en una direccion parabólica (a). He-velio, teniendo á la vista el movimiento de los proyectiles, dió á los cometas una órbita realmente parabólica, tan próxîma

(a) V. Pingré *comet.* part. I, cap. VIII.

á la línea recta, que apenas se aparta de ella uno ó dos grados. El cometa del año 1680 presentó á los astrónomos mas justas ideas. El aleman Doerfell determinó su órbita por una parábola, teniendo el sol por foco, y atribuyó una órbita semejante á todos los cometas. Algunos han querido dar á Doerfell la gloria de haber precedido á Newton en la verdadera teoría de aquellos astros (a); ¿pero qué diferencia no hay de una mera conjetura, y aun esta falsa, á la fundada y verdadera doctrina de Newton? Ni Mut, ni Hevelio, ni Doerfell, llegaron á alcanzar la verdad: á Newton solo debemos el verdadero conocimiento de los cometas, y de su curso. Considerandolos Newton, como Cassini, cuerpos durables como los planetas, y movidos con movimientos regulares, y constantes, pensó justamente que pudiesen sujetarse á las mismas leyes, y seguir órbitas elípticas muy excentricas y prolongadas. La excentricidad de Mercurio es notablemente mayor que la de Venus; ¿por qué pues no podrán

(a) *Acad. de Berlin* tom. I.

tener los cometas una excentricidad mas y mas grande que la de Mercurio? Y aplicando las leyes del movimiento de los planetas al de los cometas, las encontró igualmente verificadas en unos y en otros. Pero como la elipse extremadamente prolongada en la parte inmediata á uno de los focos no es sensiblemente diversa de una parte semejante de la parábola, y el cálculo de la parábola es mucho mas fácil que el de la elipse; así Newton propone calcular el movimiento de los cometas como si fueran las órbitas parabólicas. En efecto calculado por Halley, segun el método de Newton, el curso de los cometas, se ha encontrado conforme á las observaciones, con tal exâctitud, que no dexa lugar de dudar de la verdad de la teoría. Esta triunfa gloriosamente en los pequeños fenómenos no menos que en los grandes: la atraccion que tiene en movimiento los planetas, los satelites y los cometas, y da la ley en su curso á todos los cuerpos celestes, explica tambien la figura esferoyde de la tierra, la precesion de los equinoccios, el flujo, y refluxo de la mar, y los mas pequeños y oscuros acci-

dentés de todo el sistema del mundo; y la teoría de Newton es la voz de la naturaleza, con que finalmente ha querido descubrir á los hombres todos sus grandes y pequeños arcanos, que hasta ahora ha tenido ocultos, y enseñar las profundas verdades de su secreta política en el gobierno de los cielos, y en todo el reglamento del universo.

La patria de Newton debía ser la silla donde reposase á su placer la astronomía. En efecto, mientras él penetraba en las regiones de los astros, y desenvolvía las físicas teorías de sus movimientos, y de todos sus fenómenos, y formaba una astronomía enteramente nueva, Flamsteed, Halley, y otros muchos, ilustraban con nuevos descubrimientos la astronomía, por decirlo así matemática, mostraban en los cielos nuevos fenómenos, y cooperaban al establecimiento y confirmacion de la teoría de Newton. Flamsteed ha fixado la verdadera doctrina de la equacion del tiempo, sobre la qual habian hablado con mucha variedad los astrónomos anteriores. Sus infinitas observaciones de todos géneros, pero singular-

larmente de las fixas, para rectificar sus lugares, y de la luna para formar de ella una exácta teoría para uso de la navegacion, expuestas en su *Historia celeste británica*, el catálogo de las fixas, que contiene los lugares de 300, casi todas observadas por él, y el nuevo *Atlante celeste* formado sobre sus observaciones, que él queria publicar, y que despues de su muerte fué publicado por Hodgson, son verdaderos tesoros con que Flamsteed ha enriquecido la astronomía. Mayores y mas varios son los méritos de Halley en esta ciencia, el qual desde sus primeros años puede llamarse conquistador de un nuevo cielo. Los astrónomos solo habian podido observar el emisferio septentrional, y las estrellas del meridional eran desconocidas para ellos. Halley, llevado del celo astronómico, surcó los mares, y con inmensas fatigas arribó á la isla de Santa Elena, donde nos dió á conocer las estrellas de aquel emisferio, y presentó á los ojos de los europeos un nuevo cielo. Allí le tocó tambien la suerte de desfrutar un espectáculo, de que no pudieron gozar los astrónomos europeos.

Halley.

.Leontina

Muchos de estos vieron en 1677 á Mercurio baxo el sol; pero observarlo desde el principio de su ingreso, seguirlo en todo el pasage, y acompañarlo hasta la salida del disco solar, no ha sido concedido á otro que á Halley; y éste supo sacar un buén fruto proponiendo un método para mejor determinar por medio de este pasage la paralaxe del sol. El principal estudio de Halley ha sido sobre la luna, y sobre los cometas, y sus especulaciones fueron una fuerte confirmacion de la teoría de Newton. El descubrimiento de la mayor velocidad de la luna en el afelio que en el perihelio de la tierra, le hizo añadir al cálculo del lugar de la luna un nuevo elemento, esto es, el de la distancia de la tierra al sol. Su célebre *Saros*, ó por mejor decir el *Saros* de los caldeos, ó el periodo, que en 18 años y pocos dias pone á la luna en el mismo punto de su órbita, y en el mismo aspecto respecto al sol y á la tierra, le hizo rectificar la teoría de la luna, y le sugirió tablas de su curso harito mas exâctas que quantas se habian presentado hasta entonces; y que él cree suficientes para el

uso de la marina , para la seguridad de la navegacion , y para encontrar la tan buscada longitud en la mar. Pero sus especulaciones sobre los cometas le han dado el mayor crédito , y son el verdadero triunfo del sistema newtoniano. El aplicó el método de Newton de calcular por tres observaciones dadas el curso de los cometas , y lo encontró enteramente exacto , y propuso tablas para señalar los lugares de los cometas , como lo hacian los astrónomos para los de los planetas. Calculó 24 cometas , determinó sus medidas , distancias del sol , y fixó la magnitud , y todas las dimensiones de la elipse que ellos recorren. El tuvo valor para calcular distintamente el curso de 24 cometas , y encontró el cálculo conforme con las observaciones. Despues fixó sus órbitas , determinó los tiempos periódicos , y encontró que algunos de aquellos 24 no eran mas que el mismo aparecido muchas veces , y verificó con hechos lo que Cassini solo en fuerza de algunas reflexiones , y de su ingenio astronómico habia creído , que los cometas son cuerpos durables , y que despues de cierto pe-

riodo comparecen en el mismo sitio. Se hizo aun mas animoso, y pasó á pronosticar la vuelta del cometa aparecido en 1682 para 1758, ó 1759, como en efecto compareció, y fué como el triunfo del sistema newtoniano. A estos méritos astronómicos de Halley deben añadirse sus *tablas*, las mas perfectas que hasta entonées se hubiesen publicado, muchos métodos, muchas nuevas y singulares observaciones, muchas doctas obras y laudables trabajos, con los quales ha acarreado á la astronomía nuevo lustre y muchas ventajas. Sucesor de Flamsteed y de Halley, y no menos benemérito en la astronomía fué Bradley: la aberracion de las fixas, y la nutacion del eje de la tierra son dos descubrimientos, que de algun modo han hecho mudar de aspecto aquella ciencia. Todos los copernicanos han buscado la paralaxe de las fixas en diversos tiempos del año, quando la tierra estaba en los puntos de su órbita mas vecinos á aquellas estrellas. Hook y Flamsteed creyeron haberla encontrado: Roemero, Horrebow, Jacobo Cassini, y algun otro, tuvieron tambien alguna li-

Bradley.

sonjera esperanza de haber hecho este descubrimiento; pero fué infundado su juicio, y luego se descubrió el origen de su equivocacion. Molineux quiso buscarlo con un instrumento superior á los que habian usado los astrónomos anteriores, y se valió de un sextante de 24 pies de radio, trabajado por el diligentísimo Graham. El joven Bradley se unió con él para hacer las observaciones, y ambos á dos encontraron diferencias en las fixas, que no podian atribuirse á algun error de observacion, pero que tampoco convenian con la ánuá paralaxe. Estas diferencias merecieron ser exâminadas; pero Molineux no pudo continuar las observaciones, y abandonó á Bradley toda la gloria del descubrimiento. Por tres años siguió Bradley las observadas diferencias de las estrellas; y encontrandolas siempre las mismas, pudo justamente determinar, que el movimiento de aquellas estrellas se hacia en una órbita elíptica de 40 ó 41 segundos. No contento con el descubrimiento de este fenómeno se dedicó á buscar la causa física, y encontró no ser real aquel movimiento, sino solo aparente,

nacido del movimiento progresivo de la luz combinado con el movimiento ánuo de la tierra ; porque empleando la luz 16 minutos en correr el diámetro de la órbita de la tierra , como desmostró Roemero , y hemos insinuado arriba , quando la tierra está á la parte de su órbita mas apartada de las estrellas , no puede la luz de éstas llegar á los ojos del observador , sino 16 minutos mas tarde que quando la tierra estaba en la otra parte mas inmediata ; y como en estos 16 minutos la tierra sigue moviendose , ya no viene la luz á los ojos por la misma línea , sino que vá formando varios ángulos segun las diversas situaciones en que se encuentra la tierra , y por consiguiente los ojos del observador ; de donde nace en todo el curso del año aquel pequeño círculo eliptico de 40 segundos. Esta explicacion bastante verisimil por sí misma , fué despues confirmada con tantas observaciones que vino á ser una demostracion ; y la observacion de las fixas determinada por Bradlei es un principio de la moderna astronomía , con el qual es preciso corregir las observaciones anteriores para re-

ducirlas á la deseada exâctitud. Este primer descubrimiento le produjo otro: observó en las estrellas, que están cerca de los coluros solsticiales, un pequeño movimiento particular, por el qual cada año se elevaban constantemente hácia el polo septentrional. Era pues preciso que se moviesen ó las estrellas hácia el polo, ó el polo hácia las estrellas; y lo segundo le pareció mas facil, y mas natural. Después de las observaciones de varios años encontró que aquel movimiento aparente de las estrellas guardaba un periodo de 18 años, que provenia de una real nutacion del exe de la tierra, producida por la accion de la luna, y dependiente de la revolución de sus nodos, y determinó la cantidad de dicha nutacion á 18 segundos. Estos dos descubrimientos de Bradley echaron el colmo á la perfeccion de la moderna astronomía, y á mas de que sirvieron de confirmacion del sistema copernicano, del descubrimiento de Rømero de la sucesiva propagacion de la luz, y de la sublime teoría de Newton de la mutua y universal atraccion de los cuerpos celestes, fueron una segura y fiel

guia de todos los astrónomos para corregir las anteriores observaciones, y para regular con exâctitud y acierto sus operaciones.

Mientras la Inglaterra con tantos célebres astrónomos queria apoderarse enteramente de los cielos, no se descuidaba la Francia de hacer tambien sus conquistas. No solo los antes citados Picard, Azout, y Richer, contribuyeron mucho á la perfeccion de la astronomía práctica y de la teórica con sus viages, con sus descubrimientos, y con sus inventos, sino que tambien florecieron con suma ventaja de aquella ciencia la Hire, conocido particularmente por sus tablas, y por algunas mejoras acarreadas á la práctica; Louville, célebre por varios trabajos astronómicos, pero singularmente por el descubrimiento de la disminucion de la obliquidad de la eclíptica, que tanto ha dado que estudiar á los astrónomos posteriores; Jacobo Cassini, digno hijo del gran Domingo, y el italiano Maraldi, sobrino del mismo, y ambos á dos beneméritos en la astronomía por muchos descubrimientos propios, por la verificación de los de otros,

Astrónomos franceses.

La Hire.

Louville.

Jacobo Cassini, y Maraldi.

otros, y por tantos importantes servicios, que constantemente le han hecho; y otros muchos célebres astrónomos. Entre tanto

Italianos. en Italia Bianchini, Manfredi, y algun otro conservaban á su patria el ilustre nombre que le habian adquirido en los fastos astronómicos Galileo, y Cassini. Florecian particularmente en Alemania Zumbach, Seiner, Kirker, y algunos otros, singularmente Mayer, que podia valer por muchos.

Alemanes. Pero la Francia nos presenta antes de la mitad de este siglo la mas grande empresa que jamas se haya imaginado en obsequio de la astronomía. Richer, enviado por la Academia para hacer algunas observaciones astronómicas á la Cayena, inmediata al equador, tuvo que acortar su péndola para que señalase el tiempo debidamente, y este fenómeno hizo con razon pensar que la gravedad fuese menor en el equador que en Paris, y que la tierra se elevase algun tanto por aquella parte. Huigens, con la teoría de la fuerza centrífuga, determinó que el movimiento diurno de la tierra debe producir en el equador respecto á los polos, una elevacion de $\frac{1}{378}$: Newton, con las leyes de la

atrac-

atraccion, la fixó harto mayor, esto es de $\frac{1}{30}$; pero Cassini, que se atenia mas á los hechos y á los resultados de las observaciones, que á los cálculos y á las meras especulaciones, habiendo tomado la medida de siete grados del meridiano de Francia, y encontrando que los grados crecian de longitud quanto mas se acercaban al equador, concluia al contrario que la tierra se elevaba hácia los polos, y no hácia el equador. No referiré los muchos escritos doctísimos, con que Jacobo Cassini (a), Mairan (b), Desaguliers (c), y algunos otros disputaron la materia por uno y por otro lado. Y solo diré que para decidir la cuestión propusieron Godin y Condamine medir un grado del equador, porque estando aquel en la mayor distancia de los medidos en Francia, mostraria mas claramente la diferencia, y haria ver hácia que parte estaba la elevacion. Propuso poco despues Maupertuis hacer otra expedicion semejante há-

cia
 las observaciones, se vino á dar
 el error de la medida de Picard.

(a) *Grand. et fig. de la terre.* (b) *Mem. Ac. des Sc.* 1720. (c) *Philos. trans.* 1725.

cia el círculo polar para medir otro grado en la mayor distancia posible del equador, con lo que mas notablemente se conociese la diferencia de los grados. Se executaron en efecto ambos á dos por el zelo astronómico de los académicos, y por la real generosidad de Luis XV, concurriendo tambien á la primera el Rey de España, y dos matemáticos españoles Juan, y Ulloa, y á la segunda el Rey de Suecia, y Celsio, docto astrónomo de aquella nacion; y se logró por fruto de estas expediciones una incontrastable decision de algun aplanamiento de la tierra hácia los polos, y elevacion al equador. Era pues preciso suponer algun error en las medidas de Francia, principalmente en la de Picard, que habia sido la basa de todas las otras. En efecto las mejoras hechas en los instrumentos, y las correcciones que debian hacerse, siguiendo los dos descubrimientos de Bradley, hacian esperar que repitiendose con la debida exactitud las observaciones, se viniese á descubrir el error de la medida de Picard. Cassini Thury, hijo de Jacobo, y nieto de Domingo Cassini, y el diligentísimo

astrónomo la Caille, repitieron las observaciones, y las medidas, tanto celestes, como terrestres, hechas por Picard, y encontraron en ellas un error de cerca de seis toesas en la operacion geodetica, y de 123 en la astronómica. Seria cosa infinita el querer describir distintamente las miras, las diligencias, las operaciones, las determinaciones de aquellas medidas, y otras muchas semejantes, que emprendieron Boscovich y Beccaria en Italia, Liesganig en Hungría y en Alemania; el poco ha citado la Caille en el Cabo de Buena-Esperanza, y Mason y Dixon en la América septentrional. Se midieron grados del emisferio austral, y del septentrional; se midieron baxo diversas, y baxo las mismas alturas de polos; se midieron en latitud y en longitud; se confrontaron las medidas de los grados con las diminuciones de los péndolos; se adquirieron muchos conocimientos astronómicos y físicos; se ilustró la doctrina de la atraccion y de los péndolos, se encontraron mejoras en el arte de observar; y se descubrieron en varias materias muchas útiles verdades; pero lo que ha sido

el objeto de tantas empresas, la verdadera, precisa, y justa figura de la tierra no se ha podido decidir; se ha visto, sí, que la tierra está aplanada hácia los polos, y elevada al equador; pero no se sabe que ley siga absolutamente esta elevacion, ni se ha podido formar, con tantos gastos y con tantas fatigas, una mas exâcta teoría que la que dió Newton. El mayor fruto de tan ruidosas expediciones han sido las profundas y doctísimas obras, á que han dado motivo. Dexo aparte las muchas historias, relaciones, descripciones, y diarios de aquellos viages, en todos los quales se adquieren muchos conocimientos curiosos é importantes; las investigaciones, disertaciones y obras sobre la figura de la tierra de Bouguer, de Clairaut, de Eulero, de d'Alembert, de Boscovich, de Frisio, y de otros, y aun recientemente de la Place, esparcen tantas riquezas de álgebra, de geometría, de mecánica y de hidrostática, que recompensan abundantemente todos los gastos, y fatigas causadas por aquella docta y laudable curiosidad.

Mejora-
miento de

La empresa de la determinacion de la

fi-

figura de la tierra no fué el único mérito de la Academia de París en el adelantamiento de la astronomía de nuestros días. Los premios que propuso para las mas arduas y sublimes questões de la astronomía física, la han hecho llegar á aquel grado de precision geométrica en que la vemos al presente. La astronomía recibió de las manos de Newton una nueva forma, y se hizo un ramo de la física, ó por mejor decir una parte de la dinámica. Todos los fenómenos astronómicos, que antes solo se miraban en sí mismos, sin referirse á sus causas, ahora son diligentemente aplicados á sus fuerzas productivas confrontados individualmente en todas sus mas mínimas partes, y no se dexan de las manos hasta que se encuentran todos los pequeños, y casi insensibles accidentes rigorosamente unidos con las fuerzas que los producen: las explicaciones de los diversos fenómenos que se conocen, son otros tantos problemas de la mecánica; y todos los mas sublimes puntos de la moderna astronomía se reducen á simples corolarios de la grande obra de los *Principios* de Newton. Por esto las irregularidades

la astrono-
mía física.

Irregulari-
dad de los

movimien-
tos de la
luna.

des del movimiento de la luna, que siempre han fatigado inutilmente á los astrónomos, han sido ahora comparadas con las fuerzas de la mutua atraccion del sol, de la tierra, y de la luna, y reducidas al famoso problema de los tres cuerpos, se calculan con tal inmediacion á la verdad, que parece difícil, sin la invencion de nuevos medios, con solos los auxilios que tenemos al presente, el poderla obtener mayor. Célebres son en esta parte los trabajos de Clairaut, de d'Alembert, y de Eulero: los cálculos de estos grandes calculadores no podian al principio aplicarse á los buscados movimientos de la luna; así que parecia que diesen un golpe mortal al principio de la atraccion. Pero examinados despues mas atentamente los elementos que deben introducirse en aquellos cálculos, y descubierto el origen del error, se reformaron los cálculos, y resultó la teoría conforme á la observacion. Clairaut formó tablas de la luna, que han sido reconocidas por los astrónomos posteriores como las mas exâctas. Y Mayer, dirigido por las luces de aquellos géometras, principalmente de Eulero, y por sus ob-

ser-

servaciones astronómicas, y las de otros, acarreó tal perfeccion á sus tablas, que merecieron el premio de los ingleses por el tribunal de las longitudes. Posteriormente volvió á emprender Eulero las especulaciones sobre la mecánica de la luna, y llevó mas adelante su teoría, determinando con ella sola lo que Clairaut habia suplido con el auxilio de algunas correcciones. Al tiempo mismo de las últimas investigaciones de Eulero hacia tambien las suyas, con la acostumbrada diligencia y delicadez, la Grange, y entró á la parte con Eulero, no solo en el premio académico (a), sino tambien en la gloria de haber dado la última mano á la complicada teoría del movimiento de la luna. La Grange habia ademas obtenido otro premio de la misma Academia (b) con sus doctas investigaciones sobre la figura prolongada de la luna, sobre la rotacion, y sobre los otros fenómenos que de estos se derivan, sobre los cuales los astrónomos y los géometras habian estudiado mucho.

Aque-

(a) *Ac. des Sc. de Paris* 1771. (b) 1764.

Aquellos tres ilustres geómetras , y sus compañeros y sucesores en el imperio geométrico , la Grange y la Place , que por todas las clases de las matemáticas han querido llevar en triunfo la analisis , han formado el mayor empeño en hacerla comparecer gloriosa hasta en el gran teatro de la astronomía. El problema de los tres cuerpos se habia aplicado principalmente á la luna , porque el conocimiento de las desigualdades de esta , era mas importante para los usos de la sociedad ; pero todos los otros planetas sufren sus irregularidades , nacidas igualmente de la mutua atraccion de tres ó mas cuerpos. En Júpiter , y en Saturno se hacen estas mas sensibles ; y Eulero ha aplicado á ellas sus cálculos , y las ha sabido determinar con una exâctitud , que Mayer la ha encontrado enteramente conforme á las observaciones. La tierra atraida principalmente por el sol , siente tambien la atraccion de Júpiter , de Venus , y de la luna misma , y debe sujetarse á semejantes desigualdades en su movimiento. Las determinó en efecto Eulero con un método aplicable á los otros planetas , las determi-

De Júpiter,
y de Saturno.

De la tierra.

mi-

minó tambien con otro método suyo Clairaut, y ambos á dos han salido con la deseada felicidad. Pero mas recientemente la Grange ha querido tratar por sí mismo con la profundidad que le era propia la teoría de las variaciones periódicas de los movimientos de los planetas; ha rectificado los métodos ordinarios de aproximacion para la integracion de las equaciones de tales movimientos, y nos ha dado una teoría bastante completa de semejantes variaciones (a). Los astrónomos creían encontrar irregularidades seculares en los movimientos medios de los planetas, y no sabían los geómetras encontrar en la atraccion una suficiente causa de ellas. La Place, exâminando mas atentamente la teoría de Júpiter, y de Saturno, pone á lo menos en duda aquellas equaciones seculares, y cree poder atribuir la irregularidad de sus movimientos á dos desigualdades, que tienen un periodo de cerca de 919 años (b). Bello

Irregularidades seculares de los planetas.

Retorno de los cometas.
fué

(a) *Ac. de Berl.* tom. XXXIX y XL. (b) *Ac. des. Sc.* 1772 al.

fué el descubrimiento de Halley del retorno del cometa del año 1682, en el de 1758, ó 1759; su misma duda del preciso tiempo de la vuelta, y el conocimiento de la dificultad de determinarlo, da sumo honor á la sutileza de su ingenio. Clairaut, auxiliado de las luces de la moderna geometría, emprendió otra determinacion mas exácta; calculó la accion, no solo del sol, sino de Júpiter, y de Saturno, que debia exercerse sobre el cometa; y modestamente pronosticó con alguna duda el perihelio de este por el mes de Abril de 1759, que se verificó á la mitad de Marzo (a). Alguna atraccion de Marte, y de la tierra descuidada en el cálculo, algun pequeño error en cálculos tan complicados y sutiles, produjo aquella equivocacion de pocos dias, que él mismo supo despues corregir casi enteramente: y será siempre honor inmortal del método de Clairaut, y glorioso triunfo de la teoría de Newton el haber podido llegar á tal exáctitud. D'Alembert y
Eu-

(a) *Theorie des Comètes.*

Eulero no quisieron quedar inferiores á Clairaut, é hicieron la aplicacion de sus métodos al curso de los cometas, con lo que recibió siempre mayores luces aquella materia, que se acrecentaron posteriormente mucho mas al tratarla de nuevo la Grange en la disertacion que obtuvo el premio de la Academia de Paris (a). Newton, por un esfuerzo de su ingenio, llegó á determinar que la precesion de los equinoccios no es mas que un pequeño movimiento de la tierra de 50 segundos al año, producido por la atraccion del sol por 10'', y de la luna por 40'' sobre el equador de la tierra, como que es algo mas elevado que el resto del globo; pero no pudo demostrarlo; ni tampoco pudo fundar su determinacion mas que en hipótesis poco exáctas. D'Alembert en tiempos mas ilustrados vino á auxiliár á Newton, y sujetando el problema á las leyes de la dinámica, calculando exáctísimamente las fuerzas del sol, y de la luna para mover cada una de las partículas

Tom. VIII.

Z

del

(a) Acad. des Sc. 1780.

Nutacion
del exe de
la tierra.

Fluxo y re-
fluxo de la
mar.

Fluxo y re-
fluxo de la
mar.

del globo terrestre, dió una rigurosa demostracion de la verdad proferida por Newton con sobrada incertidumbre. La nutacion del exe terrestre, otro fenómeno, como hemos dicho, descubierto por Bradlei, y por él atribuido á la accion de la luna, fué tambien sujeta por d' Alembert á severos cálculos, y reducida á exáctísima demostracion (a); y Newton, y la atracion eran llevados en triunfo por todos los puntos del sistema del mundo. El flujo y reflujo de la mar habia sido sometido por Newton al principio de la gravitacion universal; pero este daba sobrada fuerza á la luna sobre las aguas, y no habia pesado bien todas las circunstancias del fenómeno. La Academia de Paris propuso para el premio este problema, y Maclaurin, Daniel, Bernoulli, y Eulero, rectificaron los cálculos de Newton, siguieron individualmente los efectos del sol y de la luna sobre el agua de la mar, soltaron las dificultades que se

(a) *Recherch. sur la Precess. des Equin. et sur la Nut. &c.*

le oponian , y nos dieron resuelto el problema. Sin embargo ha querido mas recientemente reasumirlo la Place (a) , ha explicado algunos fenómenos, de que no se habia hecho caso , y ha encontrado en el flujo y reflujo de la mar alguna relacion con la precesion de los equinoccios , y con la nutacion del exe terrestre. La Grange tambien ha examinado con la misma diligencia los satélites de Júpiter, y formando una teoría enteramente nueva llevando la ley newtoniana á este imperio particular , donde todo se regula como en el grande imperio del sol. La Place, Condorcet, Frisio, Lambert, Cousin y algunos otros géometras han ennoblecido sus cálculos haciendolos dominar á las estrellas ; y la astronomía con la obra de Newton, y de los mas nobles géometras de este siglo, sus secuaces, ha tomado una nueva forma, y se ha hecho una ciencia nueva.

Entre tanto no se olvidaba aquella astronomía, que era la única que antes se

Z 2

(a) Acad. des Sc. 1776.

Observaciones
del paso
de Venus por
el disco
solar.

conocía, esto es, la que observa los cielos, examina los fenómenos, y sin entrar en las causas físicas encuentra métodos para calcularlos, y los fija y determina con exactitud y precisión. Una grande expedición, no menos ruidosa, y no mas útil que la de la medida de la tierra, se ha hecho con este fin despues de la mitad del presente siglo. El justo conocimiento de la paralaxe del sol es la base de la mayor parte de las observaciones astronómicas; y para determinar bien esta paralaxe es muy conveniente observar el paso de Venus por el disco solar. Estos pasages no son muy frecuentes; pero cabalmente en nuestros dias, quando bullia el fervor de las grandes empresas astronómicas, han ocurrido dos; uno en el año 1761, y otro en 1769: así que todos los astrónomos, y todas las academias, principalmente la de Paris, estaban en movimiento para aprovecharse oportunamente de esta rara suerte, y para acarrear la mayor ventaja posible á la astronomía con una tan favorable coyuntura. La Academia de Paris envió á las costas de Coromandel á Gentil, á la isla de

R o-

Rodrigo á Pingré, y á Chappé á la Siberia, á instancias, y á expensas de la Academia de Petersburgo, que envió tambien otros observadores á los confines de la Tartaria, y de la China. La Real Sociedad de Londres envió á Maskeline á Santa Elena; y á la India á Mason. Otros envió á la Laponia y al Norte la Academia de Stockolmo; otros el Rey de Dinamarca á Noruega. Por todo el resto de la Europa estaban afanados los principales astrónomos para executar con la posible exâctitud la suspirada observacion; pero no satisfizo los deseos de los astrónomos una tan ruidosa y costosa operacion. Algunos observadores no pudieron llegar á su destino; circunstancias extrinsecas impidieron á otros observar el fenómeno; y los mismos que lo observaron á su placer discrepaban tanto en los resultados, que nada pudo fundadamente decidirse por sus determinaciones. Mas afortunada fué la otra expedicion del año 1769 (a). Los resultados de las observaciones fueron bastante mas conformes entre-

(a) V. de la Lande *Astronomie*. lib. XI.

tresí; y la observacion misma de Hell en la Noruega, que pareció á de la Lande apartarse algun tanto de las otras, fué aprobada por Pingré (a), como la mas completa, y coherente con las mas axâctas de la Europa; y la paralaxe del sol fué fixada entre $8''\frac{1}{2}$ y $9''$ muy poco menos de lo que la habia determinado el gran Cassini, esto es de $9''$. Así que las dos empresas mas ruidosas de la astronomía no han podido descubrir mas que lo que habian encontrado en sus gabinetes Cassini, y Newton.

Muchos han sido en estos tiempos los astrónomos que se han adquirido crédito particular. Bouguer, ademas de haber ayudado á la astronomía con su método para mostrar el curso de los cometas, ademas de haber dado muchas luces adquiridas en su viage al equador para conocer mejor las desigualdades de las refracciones tan importantes para las observaciones astronómicas, ademas de haber tenido tanta parte en la medida de la tierra, se ha

(a) *Acad. des Sc. 1770.*

adquirido un crédito mas permanente por la invencion del eliometro para uso de la astronomía práctica. Príncipe de los astrónomos de nuestros dias puede llamarse la Caille, cuya diligencia, atencion, exâctitud y cautela pueden servir de modelo á los estudiosos de aquella ciencia. El hizo á la astronomía el precioso regalo de las mas justas y exâctas tablas del sol, que se han hecho hasta ahora, y que pueden esperarse de los auxilios que tenemos al presente. Emprendió un viage hasta el Cabo de Buena-Esperanza, y conquistó á la astrohamía todo un emisferio, haciendola señora de diez mil estrellas meridionales, que antes no conocia. De él ha recibido la doctrina de las refracciones su mayor ilustracion: y calor y frio, peso del ayre, y diverso temperamento de la atmósfera, todo lo ha tenido presente para fixar reglas, formar tablas, y darnos la mas exâcta doctrina sobre las refracciones astronómicas. La paralaxe de la luna, la medida de la tierra, y otras muchas observaciones, y muchas investigaciones en cada parte de la astronomía harán eternamente amable á los astrónomos el nombre

Boscovich. do recientemente en Boscovich un doctísimo ilustrador, y zelosísimo promovedor; y á él puede decirse que debe la Italia el ardor con que ahora cultiva esta sublime ciencia. La astronomía práctica y la teórica han recibido de su mano no pequeños adelantamientos. Además de algunos inventos ópticos, que hemos insinuado antes, muy importantes para la práctica de la astronomía, los excelentes métodos propuestos por él para rectificar los instrumentos, para colocarlos oportunamente, y para corregir los errores que se han cometido en las observaciones, y tantas claras luces que para el manejo de los instrumentos, y para el uso de observar nos da en varias de sus obras (a), son las leyes que deben guardar los astrónomos para observar las estrellas con seguridad y verdad. La teoría de las refracciones, la doctrina sobre la aparición y desaparacimiento del anillo de Saturno, su método para los cometas, y también pa-

ra

(a) *De liter. expedit. &c.*

ra los planetas, singularmente para el Herschel, y otras muchas especulaciones celestes cuyas presentan á Boscovich como un ingenio sublime, hecho á vivir con los astros, y digno de internarse en sus secretos. Viven aun al presente para mayor esplendor de la astronomía Maskeline, diligentiísimo observador, y sucesor dignísimo de Flamsteed, de Halley, y de Bradley. Monnier, que á todas las partes de la astronomía ha dirigido su vista, y ademas de varias doctas memorias nos ha dado las luces de muchísimas observaciones en su *Historia Celeste*; Pingré, á quien deben mucho los cometas, que tanto los ha ilustrado en su *Cometografia*; Gentil, famoso astrónomo por sus fatigas acerca de la teoría de Júpiter, y de otros puntos astronómicos, pero particularmente célebre por las noticias que nos ha dado de la astronomía de los indios; Sejour, gran calculador y observador, que ha sabido encontrar cosas nuevas é importantes en los eclipses, en los cometas, en el anillo de Saturno, y en otros puntos, y ha tratado y trata copiosamente de los movimientos aparentes de los cuerpos celestes;

Maskeline.

Monnier.

Pingré.

Gentil.

Sejour.

Otros astrónomos.

Jeaurat, Mechain, Slop, Cesaris, Reggio, Oriani, Bernoulli, y otros muchísimos, que merecerán de los venideros mas grandes, y distinguidos elogios. Nosotros en medio de la multitud de las materias insinuadas, y despues de la extension de este capítulo, no podemos dexar de hacer particular mencion de dos famosos astrónomos, de la Lande, y Bailly. El amor á la astronomía, y el zelo por su adelantamiento han empeñado á de la Lande en toda suerte de investigaciones y de estudios para dar mayor ilustracion y honor á su amada ciencia. Observaciones continuas sobre todos los astros, y sobre cada punto controvertido de ellos, pequeños escritos para uso del público con el fin de hacer mas universal el amor á la astronomía, laboriosos cálculos, y libros periódicos para facilitar á los astrónomos sus especulaciones, doctas memorias presentadas á las Academias para el adelantamiento de la astronomía práctica, y de la teórica, fatigas propias, estímulos, y auxilios para otros, proyectos, empeños, escritos, hechos, discursos, todo lo ha empleado gloriosamente en utilidad de la astronomía

mía. Su grande obra es un curso completo de aquella ciencia, donde se encuentran unidos, y doctamente explicados todos los métodos de los astrónomos, tanto para la teórica, como para la práctica, sin dexar de proponer frecuentemente algunas mejoras suyas, y se ven tratadas á fondo todas las partes de la astronomía, por lo que puede justamente llamarse el moderno *Almagesto* tanto mas extenso y grandioso que el de Riccioli, y de Tolomeo, quanto mas vasta y sublime se ha hecho en nuestros dias esta ciencia, de lo que lo era en tiempo de aquellos escritores. Bailly seria mas celebrado como gran geómetra, y sublime astrónomo, si el esplendor de su singular eloqüencia no hubiese de algun modo eclipsado sus méritos en las ciencias. A él debe la astronomía una de las mas exáctas teorías de los satélites de Júpiter, que se han visto hasta ahora, y muchas doctas memorias sobre otros puntos, donde campean los mas profundos conocimientos geométricos, y astronómicos; pero su principal mérito acerca de aquella ciencia es la eloqüente, erudita y profunda historia, en la qual des-

cribe enérgicamente todos sus progresos, y todas sus vicisitudes, refiere con fidelidad y exâctitud sus empresas, explica con claridad y profundidad los descubrimientos, retrata con vivos colores en su natural semblante sus principales campeones, y forma de la astronomía un quadro mas elegante y gracioso, mas vivo y animado de lo que podia esperarse de los delicados y seguros pinceles de Rafael, y de Pousin; él inspira amor á la astronomía, y veneracion á sus profesores, instruye agradablemente á los lectores en las materias que trata; y se manifiesta en todo profundo astrónomo, y soberano é incomparable escritor.

A todos estos astrónomos, que podemos llamar calculadores, es preciso añadir dos infatigables observadores, los cuales no han contribuido menos á la perfeccion de la astronomía con los anteojos, y con las observaciones, que los otros con la pluma, y con los cálculos. Son hasta ahora cerca de veinte los cometas que ha descubierto Messier, y con cerca de veinte cuerpos celestes ha enriquecido el sistema solar, y extendido por

Messier.

con-

consiguiente el dominio de la astronomía. Cometas vistos por otros, ó descubiertos por él, movimientos de planetas y de satélites, eclipses del sol, de la luna, y de los satélites de Júpiter, novedades reales ó aparentes en las estrellas fixas, y todo quanto sucede en los cielos, todo es observado por él con diligente atención, y registrado en sus manuscritos para uso y provecho de la astronomía. Descubrimientos mas ruidosos, y mas grandiosas ventajas ha acarreado á la astronomía el célebre Herschel. Ha dado nuevos ojos á Herschel. los astrónomos para poder internarse mas en los interminables espacios celestes, de lo que hasta ahora se habia hecho; ha presentado á su vista el espectáculo de nuevos cielos, y en pocos dias ha hecho mudar de semblante á la astronomía. Millares de estrellas fixas vistas por primera vez en los inmensos espacios de los cielos, que hacen ascender á muchos millones el número de las estrellas, infinitos montones de estrellas en la vía lactea, y en las *nebulosas* ya conocidas, mas de mil nuevas nebulosas, algunas de ellas de una especie singular, llamadas por él *planne-*

netarias, muchísimas estrellas encontradas dobles, movimientos descubiertos en las estrellas, y tal vez tambien en el sol, y en todo el sistema solar, volcanes, y otras novedades en la luna, son presentes que ha hecho Herschel á los astrónomos con el auxilio de sus anteojos. Pero su mas notable é importante descubrimiento ha sido el del nuevo planeta conocido baxo el nombre de *Herschel*, y de *Urano*, el qual ha dado desde luego á los astrónomos motivo para muchas especulaciones, y tal vez podrá con el tiempo acarrear grandes mutaciones á las teorías astronómicas. La creída estrella nueva vista por Flamsteed en *tauro* en 1690, y por Mayer en *piscis* en 1756, se ha descubierto no ser mas que este nuevo planeta (a); y esto puede hacer pensar que tal vez todas las otras hasta ahora creídas estrellas nuevas, de las cuales hemos hablado antes, serán tambien nuevos planetas, que aumentarán mas y mas nuestro sistema solar,

(a) V. Oriani *Eph. Med.* 1785, Caluso, *Memoir Acad. des Scien. de Turin an.* 1786, 87.

y darán á los astrónomos materia para nuevas observaciones , y nuevos cálculos. De los anteojos de Herschel , y del mejoramiento de la óptica , y de la astronomía práctica mas que de los cálculos de los géometras , y de las expediciones académicas podemos justamente esperar el engrandecimiento y los progresos de la astronomía. Con el auxilio de órganos tan perfectos se podrá penetrar mejor en el cuerpo del sol , y conocer la naturaleza de sus manchas , y sus movimientos, sean los que se fuesen , de rotacion , y de translacion ; tal vez se podrá ver la rotacion, que ahora solo se conjetura de Venus , y tal vez tambien de Mercurio y de Saturno ; tal vez se podrá aclarar la verdad del satelite de Venus , visto por tantos astrónomos , y negado por todos los otros ; tal vez podrá encontrarse en Marte algun no imaginado satelite , y con los fenómenos que se descubrirán con tan atentas observaciones , se abrirá á los astrónomos un espacioso campo para hacer nuevas especulaciones. La teoría de los satelites de Saturno está aun casi intacta ; la dificultad de observarlos ha hecho que los astró-

Mejoras
que deben
hacerse en
la astrono-
mía.

trónomos no pensasen en exâminarlos con distincion. La de los satelites de Júpiter ha recibido alguna luz de los cálculos de la Grange, de Bailly, de Wargentin, y de Maraldi; pero apenas ha sido bosquexada por lo que mira á los dos últimos, y aun respecto á los primeros queda muy imperfecta, careciendo de todas las precisas observaciones para fundar con seguridad la teoría. Con los anteojos de Herschel podemos esperar tener medio para ver tanto los satelites de Júpiter, como los de Saturno en aquellas circunstancias en que ahora se ocultan á los comunes telescopios, y para poder entonces formar mas completas teorías de ellos. ¿Quántos cometas, que ahora se ocultan á nuestra vista, no se presentarán con los nuevos telescopios? ¿Quánto no se aclarará, y aumentará todo nuestro orbe solar? Quanto mas se observan las estrellas fixas, decia la Caille, tanto se encuentran menos fixas: en efecto en estos tiempos se han visto en ellas varias mutaciones de lugar, y de luz, que antes ni aun se sospechaban. Ahora con la mayor proximidad, que nos proporcionan los nuevos
an-

anteojos; ¿quántas pequeñas variaciones no se verán no observadas antes; y aquellas mismas que se conocían, á quanta mayor exâctitud no se podrán reducir? Nosotros nos complacemos con estas y otras muchas lisonjeras esperanzas en beneficio de la astronomía, porque estamos persuadidos de que solo con el mejoramiento del telescopio puede producirse una notable revolucion en esta ciencia, y es preciso mudar los órganos de la vista para ver las estrellas diversamente de lo que se han visto hasta ahora; y esta mutacion de los órganos de la vista, este mejoramiento de los telescopios es el que ahora hemos adquirido por la inteligencia y destreza del industrioso é infatigable Herschel. A esta ventaja de la astronomía se añade la comodidad de la gran perfeccion de los instrumentos por las divisiones que ahora nos han proporcionado Ramsden, Meignie, y otros célebres artífices, y que puede libertar á los astrónomos de muchas incertidumbres, y de muchos errores, en que los tenia la imperfeccion de los instrumentos. En este estado se encuentra al presente la astronomía.

mía, estos son los progresos que ha hecho, este el curso que ha seguido en el espacio de tantos siglos. Hiparco, Tolomeo, Ticon, Keplero, Galileo, Cassini, Halley, Newton, Bradlei, y diré tambien Herschel, con los grandes geómetras, y astrónomos calculadores de nuestros días la han conducido á aquella vastedad de descubrimientos, plenitud de conocimientos, refinada precision y seguridad en algunas determinaciones, docta y juiciosa incertidumbre en otras, riqueza y delicadez de instrumentos, copia y oportunidad de medios, y de métodos, en fin á aquella sublime perfeccion y excelencia en que la vemos al presente: queda aun sin embargo mucho que hacer para concluir esta grande obra: si en los tiempos venideros se siguiera con aquel empeño y ardor, con que se ha trabajado en los dos últimos siglos, podriamos esperar que no tardase á adquirir la debida perfeccion la vasta y sublime ciencia de la astronomía.

Conclu-
sion.

Entre tanto, contentos con haber dado alguna idea del origen, de los progresos, y del estado actual de la astronomía, y de todas las ciencias matemáticas, pondre-

dremos fin á este libro sobrado breve ciertamente para lo vasto y extenso de los argumentos tratados; pero tal vez demasiado largo para el instituto de nuestra obra, y para la copia y variedad de materias que nos faltan á tratar. La amigable union con que ahora vemos enlazadas las ciencias exâctas, por la qual todas las matemáticas mixtas están reducidas á la mecánica, que se halla regulada por la geometría, y esta por el cálculo algebráico, nos ofreceria varias reflexiones sobre la necesidad de promover este cálculo. Un método general y completo del cálculo integral podria producir una revolucion en todas las matemáticas como la han producido en el siglo pasado y en el presente la union del álgebra á la geometría, introducida por Cartesio, y el cálculo infinitesimal de Newton, y de Leibniz. Pero si es preciso estudiar intensamente, y promover, y adelantar la ciencia de cálculo, no por esto se puede alabar el exceso en que alguna vez se incurre en el uso del mismo para todas las operaciones geométricas: y este uso y abuso del cálculo podria tambien dar materia

para muchas profundas y útiles discusiones. La necesidad de las observaciones, y del pleno conocimiento de los hechos para adelantar las matemáticas mixtas, y para establecer justas teorías, jamas será bastantemente inculcada á los matemáticos para el recto reglamento de sus estudios. La demasiada sutileza, y alguna vez tambien poca utilidad de muchas cuestiones, en que se deleitan nuestros géometras; la variedad de progresos diversos en diversos tiempos, segun los diferentes estudios; y los diversos métodos que entonces eran de moda, y otras muchas reflexiones no del todo inutiles podrian derivarse de las cosas dichas hasta ahora en el curso de esta historia. Pero constreñidos por la abundancia de las materias, las debemos dexar á la perspicacia de los doctos lectores, y pasar á describir la historia de las otras ciencias naturales.

LIBRO II.

DE LA FÍSICA.

La Física, como dice Aristóteles (a), tiene en sus disquisiciones el mismo objeto que la matemática ; en los cuerpos naturales ponen la mira la una y la otra ; y por ello parece que la física pueda aspirar á la misma certidumbre , y seguridad , de que goza la matemática . Pero la matemática considera los cuerpos naturales meramente en abstracto , solo examina las dimensiones , y no ve en ellos mas que números y líneas , movimientos y figuras , que puede determinar con exactitud y precision ; quando la física entrá muy menudamente á desentrañar todas las cosas , contempla la naturaleza general de todos los cuerpos , y la particular de cada uno ; busca sus atributos y propiedades , estudia sus fuerzas y virtudes ; observa su interna y externa constitucion , y

(a) *De natur. auscult. lib. II.*

quiere hacer una individual anatomía de todos los diversos cuerpos de la naturaleza. Así que la complicación de las investigaciones produce la obscuridad de la física, como al contrario en las matemáticas nace de la sencillez la evidencia y claridad, y hacen muchos infalibles descubrimientos, quando la física apenas produce mas que contrastadas opiniones. Nosotros por ello recorrerémos mas brevemente la física de lo que lo hemos hecho con la matemática; y para no multiplicar divisiones abrazaremos baxo el nombre de aquella todas las ciencias, que toman por objeto el exámen de los cuerpos naturales; y dexando la astronomía, y las otras partes de las matemáticas mixtas, que pueden pertenecer á la física, pero que las hemos tratado ya en las matemáticas, á que comunmente se refieren, comprenderemos en este libro no solo los estudios que suelen entenderse baxo el nombre de física, sino tambien la química, la historia natural, y la medicina, que realmente no son mas que partes diversas de la física, y que todas juntas forman una física completa.

CAPÍTULO I.

De la física general.

Los primeros pensamientos de los hombres, despues de haber atendido al sustento corporal, se habrán dirigido á contemplarse á sí mismos, á exâminar las cosas que los cercan, á mirar los astros que los iluminan noche y dia, á estudiar en suma la física; y todas las naciones antiguas que tuvieron fama de alguna cultura, no dexarian de hacer algunas observaciones sobre los cuerpos naturales, y de adquirir algunos conocimientos físicos. En efecto toda la antigua mitología quieren muchos que deba referirse á la física, y que Osiris, Isis, Júpiter, Juno, Vulcano y los otros dioses, no sean mas que objetos de física expuestos por los antiguos baxo el velo de la fábula para estímulo del rústico pueblo, y consagrados de este modo á la inmortalidad por medio de la religion. Los antiguos poetas tomaban por argumento de sus cantos la

Origen de la física.

cos-

cosmogonia , la creacion del cielo y de la tierra , la formación de las cosas , la constitucion del universo ; y en todas las naciones aquellas personas que tenían fama de doctas , se gloriaban de especulaciones y noticias sobre las operaciones de la naturaleza! Pero estos solo eran pensamientos vagos y abstractos , ideas sueltas y desunidas , discursos generales , opiniones infundadas : no formaban un sistema combinado y conexo , no presentaban una teoría filosófica. De las sectas griegas tomó origen la ciencia de la naturaleza ; y las escuelas de Mileto , y de Crotona fueron realmente la cuna de la física : allá se hicieron observaciones , se buscaron razones de conocimientos particulares , se formaron opiniones generales , se imaginaron , y se fundaron de algun modo sistemas universales , y nació en suma la física. Tales fué el primero que estableció una escuela filosófica , y Tales , dice Ciceron (a) , que fué igualmente el primero que hizo investigaciones sobre las cosas naturales : él formó su sistema , y fixó por

Escuelas griegas.

(a) *De Divin. lib. I.*

principio de todo el agua; como Anaxímenes, de la misma escuela, tomó despues el ayre, y otros otros elementos. Al mismo tiempo fundaba Pitágoras en Italia otra escuela filosófica, y tambien se ocupaba con sus discípulos en el exâmen de los cuerpos naturales, y proponia otros principios (a). De este modo todos los antiguos imaginaban de varias maneras sus sistemas para explicar la formacion de los cuerpos, y la constitucion del universo, y todos dedicaban su atencion á las especulaciones físicas. En efecto la física fué realmente el estudio de los filósofos antiguos; las diversas opiniones físicas formaban los distintivos característicos de las diversas sectas, y la discusion de aquellas opiniones era el exercicio de las escuelas filosóficas. Estudiabase, sí, la matemática, y singularmente la escuela pitagórica hizo en aquella ciencia gloriosos descubrimientos, y notables adelantamientos. Pero las doctrinas matemáticas, fundadas en evidentes demostraciones, apenas son expuestas, á guisa de lu-

Tom. VIII.

Cc

cien-

(a) Plut. *De placit.* lib. I. Laert. in *Pyth.* al.

Físicos
antiguos.

cientes relámpagos, hieren los ojos de todos, arrancan por fuerza el asenso, y no sufren diversidad de opiniones, ni dan campo á las disputas escolásticas. La doctrina física era la que empeñaba las escuelas á sostener los propios dogmas, y formaba los diversos partidos. La secta jónica, y la pitagórica, los eraclitistas, los democritistas, y otros partidos filosóficos no tenían mas divisa que las doctrinas físicas; y la física puede decirse que era toda la filosofía de los griegos antiguos. Los filósofos antiguos hasta Sócrates, todos trataban, como dice Cicerón, números y metodos; todos buscaban el nacimiento, y el fin de todas las cosas, todos se ocupaban en las cosas naturales, en argumentos ocultos y envueltos por la misma naturaleza. Sócrates fué el primero, que sacó de estas materias la filosofía, y la introduxo en la vida civil tratando del modo de vivir, y de las costumbres, de los vicios, y de las virtudes, y el primero en suma que de la física la hizo pasar á la moral (a). Hasta Sócrates fué pues

(a) *Acad. quaest.* lib. I, c. IV; *Tusc.* V. c. IV.

toda física la filosofía; pero no por haberse hecho entonces moral, y haberse dirigido á la vida y á las costumbres de los hombres, dexó las especulaciones de la naturaleza, y se desnudó de la pompa y de los adornos de la física; y la física continuó siempre siendo la mas vasta y noble parte de toda la filosofía. En efecto, al mismo tiempo que Sócrates, florecia Demócrito, que tal vez puede ser mirado como el mas grande físico de toda la antigüedad. Platón, apasionado y fiel discípulo de Sócrates, bebió con ansia en las fuentes de Eraclito, de Parmenides, de Timeo, y de otros físicos las diversas opiniones de las escuelas filosóficas, y todos los secretos de la física. Tal vez no ha habido entre todos los griegos filósofo mas sutil, mas profundo y mas vasto que el famoso Aristóteles, y este sacó principalmente de la física su mas universal crédito. Los estoicos mismos, que ahora apenas son conocidos mas que por su moral, cultivaban con particular estudio la física; y Séneca severísimo estóico, parece avergonzarse de haberse aplicado mas á la etica, que á la física, y da tan-

ta superioridad á esta sobre aquella, cuánta les corresponde á los dioses sobre los hombres (a). Epicuro, que puede mirarse como el último de los filósofos, fué llamado por Timon el último de los físicos (b), y en medio de su blanda y voluptuosa moral escribió no menos que treinta y siete libros de física, y sus pequeñas reliquias han merecido las doctas ilustraciones de Gassendo. Se ve en suma estar tenida en aprecio la física no solo en los principios de los estudios griegos, sino continuar despues constantemente dominando en sus escuelas hasta la decadencia de la filosofía griega.

Méritos
de la física
griega.

¿Pero deberémos tener en mucho aprecio la física de los antiguos, y hacer mucho caso de sus opiniones? A la verdad reflexionando sobre las circunstancias de los tiempos, en que los Tales, los Anaximandros, los Pitágoras, los Demócritos y los otros griegos establecieron los dogmas de su física, causa admiracion como en tanta escasez de luces; en medio de

las

(a) *Quaest. nat.* lib. I. c. I. (b) Laert, in *Epic.*

las preocupaciones del vulgo, pudiesen elevarse á algunos conocimientos tan sublimes, que los modernos para encontrarlos han habido menester nuevos y sutiles instrumenros, repetidas experiencias, y atentas observaciones; y estos conocimientos ciertamente pueden hacer mucho honor á su sagacidad, y dar algun derecho á sus partidarios para colocarlos en un grado superior á los modernos. Basta leer los pasages de los antiguos, recogidos en la obra de Dutens (a), para ver quantas opiniones, y quantos sistemas publicados con jactancia y soberbia por los modernos, eran ya conocidos, y enseñados por aquellos, y quantos conocimientos les eran á ellos comunes, de los quales quieren honrarse los modernos mas estimados. El atrevimiento solo de sus investigaciones, y el plan de su física nos puede hacer formar una sublime idea de lo vasto y sólido de la mente de aquellos antiguos filósofos. ¿Cómo era posible sin una gran fuerza y sutileza de ingenio pensar

(a) *Rech. Sur Porig. des Decouv. &c.* (n)

sar en escudriñar la naturaleza de los cuerpos celestes, investigar las causas de los meteoros, exâminar los fenómenos, y los accidentes del ayre, de los otros elementos, y de los cuerpos formados por ellos, buscar en fin los primeros y mas pequeños principios, y hacer anatomía de todos los cuerpos naturales? Séneca (a) dice que su física no abrazaba menos que todas las cosas celestes, las atmosféricas, y las terrestres; y doctamente reflexiona que los terremotos, aunque subterráneos, eran no sin razon considerados por los físicos entre los meteoros, que la tierra misma era baxo algunos respectos justamente puesta entre los cuerpos celestes, y que se veia en ellos un bastante justo conocimiento general de la naturaleza.

Defectos
de la física
griega.

Pero sin embargo yo no creo que ahora deba hacerse mucho caso de la física de los antiguos, ni se deba tener en mucha consideracion su doctrina en esta parte. La física es ciencia de experiencias, y de observaciones mas que de meditaciones y de racionios, y necesita no solo de

in-

(a) *Quaest. nat.* lib. II. c. I.

ingenio, sino de tiempo y paciencia para establecer sus descubrimientos. Los antiguos no gozaban, como nosotros, de las luces de los antepasados, ni de largos siglos de observaciones para fixar sus pensamientos; no tenían otros medios que la fuerza y agudeza de sus ingenios, ni podían apoyarse mas que en sus propios conocimientos, y en la sagacidad de sus mentes. Así que la física antigua tenía pensamientos sublimes, y á veces justos; pero no bastante fundados, opiniones sutiles, y harto verisímiles, verdades dichas acaso, ó por simples conjeturas, y á fuerza de racionios; pero no podia gloriarse de seguros descubrimientos, y firmes é incontrastables verdades. Y por esto aun las mismas verdades descubiertas por algunos no tenían consistencia, ni obtenían el asenso de todos los otros; y despues que Demócrito aseguró claramente que la via lactea era un conjunto de estrellas, y que las qualidades sensibles no existen en los cuerpos, sino que dependen de nuestra sensacion (a), Aristóteles,

(a) Sext. Empir. *Pyrr. hypot.* lib. II. c. II.

y otros doctos filósofos creyeron ser la vía lactea un meteoro, y que las qualidades sensibles eran atributos y formas accidentales de los cuerpos; y otros filósofos posteriores despreciaron igualmente algunas verdades físicas propuestas por el mismo Aristóteles. El genio curioso y especulativo de los griegos, el vivo deseo de internarse en la íntima naturaleza de todas las cosas, y dar razon de cada una de ellas, el espíritu sistemático y escolástico, el amor á la disputa y al partido han perjudicado al verdadero provecho y adelantamiento de la física griega.

Obscuridad de las investigaciones.

Es verdad que la obscuridad de sus disquisiciones daba copiosa materia á interminables disputas, y á sutiles cavilaciones; pero como no podian decidirse con experiencias y observaciones, y solo admitian conjeturas y discursos, no era posible demostrar la verdad. Y antes bien es de observar que de la mayor parte de las quëstiones que se agitaron en las escuelas griegas, aun no se ha podido encontrar la solucion; y la única gloria reservada á las luces de los físicos modernos ha sido el reconocer la imposibilidad, y
el

el abandonar las ulteriores investigaciones. Los antiguos querian descubrirlo todo, ascender á la creacion del mundo, á los primeros principios de los cuerpos, á las íntimas y ocultas causas de las cosas; y para esto ¿de qué experiencias y observaciones podian valerse? Los modernos han seguido sus huellas, é imitado su vana curiosidad; pero despues han conocido la inutilidad de estas especulaciones, y han procurado buscar solo aquello que puede encontrarse con la experiencia, y la observacion, y contentarse con conocer los efectos, y hacerlos lo mas generales que sea posible, sin quererse internar en la obscura noticia de las íntimas y primeras causas. Nosotros recorreremos brevemente los principales puntos de las questões de los griegos, y daremos de este modo una ligera idea de su física general. La primera cuestión de las escuelas antiguas ha sido sobre la formacion del universo, y los primeros principios, de donde se derivan todos los cuerpos. Y ¿qué podian decir sobre esto, sino simples conjeturas? Tales quiere que el agua dispuesta de varios modos fuese el principio de todos los

cuerpos ; Anaxîmenes juzgó ser el ayre el principio mas propio ; Eraclito el fuego , y otros otro elemento ; Anaxágoras ideó una gran masa de todas las partículas similares de los cuerpos llamada por él *panspermia* , y *omiomeria* ; Pitágoras recurrió á sus números ; y Platon á las ideas ; Demócrito á los átomos y al vacuo ; Aristóteles á la materia, forma y privacion ; y otros á otros principios. Aristóteles (a), Plutarco (b), Sexto Empirico (c), Laercio (d), Lucrecio (e), Ciceron (f), y otros antiguos ; Gassendo (g), Brukero (h), y otros muchos modernos , han hablado con bastante extension de todos los sistemas antiguos , para que nosotros podamos dispensarnos de explicarlos distintamente ; y solo diremos , que ni aun los modernos que han querido entrar en esta investigacion , han sabido darnos mas que sue- ños

-
- (a) *De nat. auscult.* lib. I. (b) *De plac. phil.* lib. I.
 (c) *Pyrrhon. hypot.* lib. III. IV. (d) *In Tal. Anax. &c.* (e) *Lib. I.* (f) *De finibus.* alibi.
 (g) *Phys.* sect. I, lib. III. (h) *Hist. crit. philos.* tom. I, II.

ños y delirios, y que poco provecho podía sacar la física de una cuestión que no admitia pruebas claras, y seguras demostraciones, sino que quedaba abandonada á la imaginacion, y á las cavilaciones de contentiosos filósofos. Lo mismo podrá decirse de casi todas las otras disquisiciones de aquellos sutiles filósofos. ¿Quánto no disputaron para investigar qual sea la naturaleza del espacio, y si hay ó no espacio vacío en el mundo, si este es solo diseminado, ó tambien, como se dice en las escuelas, *coacervado*, y si fuera del mundo hay un espacio infinito conocido por nuestra imaginacion, y llamado por esto *imaginario*? ¿Quánto ruido no causó la cuestión del continuo, ó de lo divisible de las partes en infinito, que ha excitado, por decirlo asi, infinitos partidos entre los antiguos y entre los modernos, sin poderse decidir cosa alguna? El infinito mismo ¿quántas disputas no produjo entre los antiguos filósofos que ocuparon un tratado entero en la física de Aristóteles (a)? Donde es

De 2

~~.....~~

(a) De aurore, lib. III, tract. II.

de observar que Aristóteles considera como muy importante para un físico la cuestión del infinito, y trae por prueba que quantos hasta entonces habian tratado la física con alguna dignidad, todos habian diligentemente disputado del infinito. Y ¿qué podia aprenderse de tales disputas, en que solo se buscaba si el infinito era substancia ó accidente, si corporeo, ó incorporeo, y otras inutilidades semejantes? Y ¿qué podian igualmente concluir aquellos filósofos por mas que debatiesen fuertemente las cuestiones tan decantadas de lo eterno ó temporaneo del mundo, de la unidad, ó de la pluralidad, y de otros puntos semejantes, que entonces estaban muy en uso, pero que jamas podian resolverse con alguna certidumbre? ¡Qué pérdida para la física, que ingenios tan vastos y sublimes se entregasen á vanas é incomprendibles investigaciones, en que no podian encontrar mas que inconcluyentes conjeturas, y despreciasen las mas obvias, y mas útiles investigaciones, en las quales podia llegarse á la verdad! ¿Quántas verdades importantes no hubieran podido encontrar aquellos

llos

Los sutiles filósofos , si en vez de ratiocinios y discursos hubieran querido valerse de las experiencias y observaciones ? Los progresos acarreados por Hipócrates á la medicina , y por Aristóteles á la historia natural , hacen ver quanto debia esperar la física de tales ingenios , si la hubiesen seguido por sus verdaderos caminos. Pero los físicos antiguos , como nos lo da á entender Aristóteles (a) , tenian por empresa digna de su ciencia el arrostrar intrépidamente y sin miedo las mas arduas y sublimes questões , y miraban como pequeños y miserables escritorcillos á los que se contentaban con explicar la naturaleza de un qualquier sitio , ó algun fenómeno particular , y no se remontaban á la contemplacion universal de todo el mundo , y á la vista general de la naturaleza. De aquí provenian ingeniosas hipótesis , y sutiles pensamientos , ratiocinios á veces finos , pero rara vez sólidos y fundados , ocupaban todas las páginas de la antigua física : no busqueis sistemas uni-

(a) *De Mundo* cap. I.

uniformes y enlazados en todas sus partes, explicaciones claras, soluciones aplicables á todos los fenómenos de la naturaleza, porque no encontrareis mas que largos razonamientos, poquísimas observaciones, y aun menos descubrimientos.

Espíritu
de partido
de las di-
versas sec-
tas.

La diversidad de las sectas, el espíritu de partido, y el genio escolástico habrán contribuido mucho á que fuesen lentos los verdaderos progresos de la física, y los útiles adelantamientos en el conocimiento de la naturaleza. No aplicarse á encontrar la verdad, no trabajar para conocer la naturaleza, sino combatir los partidos contrarios, y sostener el propio firme é inmóvil, aterrar al adversario, y quedar en la liza victorioso y triunfante es el empeño de las sectas, y el estudio de los sectarios escolásticos. De aquí proceden conjeturas é hipótesis, objeciones, tergiversaciones, sofismas, cavilaciones, pasto de las disputas, y de las contiendas escolásticas, este ha sido el fruto del estudio de los físicos griegos, y poquísimas verdades han producido aquellas litigiosas y soberbias escuelas: en el retiro, y en la quietud, en la solitaria y tran-
qui-

quila observacion de la naturaleza , no en medio del polvo de las escuelas , ó entre las voces y gritos de las disputas escolásticas nacen los grandes descubrimientos , y se presentan las útiles verdades. En efecto ¿ quáles son los grandes descubrimientos que deba la física á aquellas famosas sectas ? La secta jonica, la primera de todas las sectas griegas , la que particularmente cultivó el estudio de la naturaleza , y se distinguió con el nombre de física , con todos los grandes nombres de Tales , Anaxímandro , Anaxímenes , Anaxágoras , Archelao , y de tantos otros ? ¿ Qué nos ha dexado sino vanas opiniones sobre los principios de los cuerpos , sobre la naturaleza de las estrellas , y á veces tambien sobre la formacion de los meteoros , y conjeturas sin fundamento sobre la pluralidad de los mundos , sobre la eternidad de la materia , y sobre otros puntos semejantes , profiriendo tales extrañezas , que aunque nos las han transmitido los mismos griegos posteriores , no podemos creerlas afirmadas por aquellos primeros filósofos ? La secta itálica, ó pitagórica , aunque menos célebre por

por la parte física, que por la matemática, y por la moral, es sin embargo tal vez mas acreedora al reconocimiento de aquella ciencia, que la jonica celebrada con el nombre de *física*. En efecto Empedocles, Architas, Filolao, Eudoxio y otros ilustres filósofos, que estudiaron atentamente la naturaleza uniendo el auxilio de las demostraciones matemáticas á las especulaciones físicas, fueron pitagóricos; muchos modernos quieren reconocer las fuerzas atractivas y repulsivas de Newton en la concordia y discordia del pitagórico Empedocles, y creen ver en los intervalos músicos de los pitagóricos las leyes de la atraccion; y ciertamente se oian algunos mas justos conocimientos de la naturaleza de los cuerpos celestes, y de la constitucion del universo en la escuela itálica que en la jonica. Pero sin embargo en lo demas no eran mas útiles las especulaciones físicas de los pitagóricos, que las de los otros filósofos, é igualmente se perdian tras investigaciones abstractas é incomprehensibles, donde no podian encontrar mas que simples conjeturas; ni aquellos mismos co-
no-

nocimientos que tenían mas justos que los otros , eran bastante claros , y bastante depurados de errores , ni se presentaban tan sólidos y bien fundados , que pudiesen recibirse como verdaderos descubrimientos : y estaba ademas toda la doctrina pitagórica sobrado llena de números , y de obscuras y enigmáticas expresiones , para poder sacar de ella alguna útil verdad. A la Italia pertenece igualmente , y puede tambien llamarse itálica Eleatica. la secta eleatica ; pero esta no ha acarreado á la física adelantamiento alguno. Xenofanes , Parmenides , Meliso , y Zenon , fueron mas metafísicos que físicos , y poco manifestaron cultivar el estudio de la naturaleza. Eraclito obtuvo en esta parte mayor fama , y se adquirió muchos sequaces , con lo que se formó una secta de eraclistas ; pero su doctrina , á mas de que era ininteligible por la obscuridad , no parece que se internase mucho en las investigaciones de la buena y útil física. Florecieron despues Leucipo , y Demócrito , los cuales dexando unidades y números , ideas y formas , discursos abstractos y principios metafísicos , se dedica-

ron á exâminar en sí mismas las operaciones de la naturaleza, y procuraron explicar mecanicamente sus fenómenos : singularmente Demócrito manifestó en varias opiniones un sutil y juicioso miramiento , que le adquirió justamente el nombre de físico. Pero aun Demócrito entre algunas verdades , proferidas tal vez sin tener un sólido y grande fundamento , cayó en errores tan groseros , que no corresponden ni á un físico de un mediano saber. El mayor, y casi el único monumento que tenemos de la física griega, son las obras de Aristóteles, y cabalmente estas nos dan una clara prueba de la vanidad de su doctrina. ¡ Quántas vanas é inútiles sutilezas sobre los principios naturales , sobre la naturaleza , y sobre las cosas , como él dice , que tienen naturaleza , ó son segun la naturaleza , sobre el acaso , sobre la fortuna , sobre la necesidad , sobre las causas , y sus diversas clases , y sobre otros puntos , que parecen ofrecer materia para sólidos é importantes conocimientos , pero que en las manos de aquel gran filósofo quedan oscuros y envueltos en una xerga de metafísicos y

abs-

abstractos raciocinios! ¿Quién no esperará profundas observaciones, y utilísimas reflexiones sobre el movimiento en tantos libros, que un filósofo como Aristóteles ha querido escribir sobre este grave argumento (a)? Y ¿qué se encuentra en ellos sino intempestivas charlatanerías sobre el ser en acto ó en potencia, segun substancia, ó cantidad, ó qualidad, y sobre sus inútiles categorías para deducir el gran descubrimiento, de que el movimiento es *el acto de lo que está en potencia, en quanto es tal* (b); que hay tres especies de movimiento, movimiento del quanto, movimiento del qual, y movimiento segun el lugar (c), y otras tales fruslerías, que hacen perder la paciencia al mas sufrido lector, y tirar mil veces de la mano los tan famosos libros de *physica auscultatione* del adorado maestro del peripato? Largos discursos sobre el cuerpo perfecto, sobre los cuerpos graves que van abaxo, sobre los ligeros que van arriba, y sobre los simples que giran

Ee 2. al

(a) *De natur. ausc.* lib. III. VIII. (b) Lib. III. c. I. (c) Lib. V. c. III. &c.

al rededor, sobre los varios modos en que una cosa puede ó no decirse generable y corruptible, y sobre otros semejantes puntos igualmente inútiles, ó llenos de falsedades ocupan la mayor parte de los libros sobre los cielos, para decir poquísimas y obvias verdades envueltas en errores, que atendido el crédito del autor han sido muy perjudiciales á la física, y á la astronomía. Dexo aparte los libros de la generacion y corrupcion del mundo, y de otras materias de física general, porque no es mi intento formar la critica, ni dar una individual noticia de los escritos de aquel grande hombre, y solo diré que comunmente en todos los puntos que se pone á tratar en tales libros, entra en cuestiones inútiles, y se entretiene en razones y discursos, que antes obscurecen, que ilustran las materias; que poco ó nada dice de oportuno y de sólido para disponer la mente del lector al conocimiento de la naturaleza; y que poquísimas ventajas puede sacar esta parte de la física de las obras de Aristóteles. Otro método, otra sólidez y utilidad ha manifestado este filósofo en la ilustracion de aque-
llas

Las partes de la física que miran á la fisiología, y á la historia de los animales, donde nos da una evidente prueba de quanto podria esperar de su ingenio toda la física, si en vez de ratiocinios y cavilaciones hubiera querido siempre seguir las experiencias, y las observaciones. Y los otros filósofos no han acarreado mas ventajas á la física que Aristóteles y sus sequaces. Los estoicos amaban particularmente la dialectica, y la moral, pero no por esto abandonaban la física: y la *fisiología de los estoicos* ha dado materia para tres libros al célebre Justo Lipsio, ilustrador de toda la filosofía estoica (a). Pero los estoicos, que hasta en la moral, tan amada de ellos, se perdian tras sofisterias, y ridículas frioleras, como con frecuencia los reprehende Séneca (b), ¿cómo podian buscar la solidez en la física, que solo la trataban ligeramente? En efecto quëstiones sobre principios agentes y pacientes; si es ó no fuego la natura-

Estoicos.

(a) Tom. IV. *Physiol. Stoic. libri tres.* (b) Ep. CVI, al.

raleza , y si Dios es la naturaleza , y un fuego artificial , y el mismo mundo ; si el mundo está animado ; y pocas otras cuestiones , todas semejantes á estas , formaban la física de los estoicos. Cleante , Crisipo , y los primeros maestros de aquella secta estaban sobrado dominados del espíritu erístico , y amaban demasiado las sutilezas y cavilaciones dialécticas para poder atender con la debida solidez á las verdades físicas. El muy estoico Séneca , la mas luciente lumbrera de la filosofía estoica , quando entró á tratar cuestiones naturales , recogió de otros filósofos varias opiniones , que ilustró con la agudeza de su ingenio ; pero jamas se sujetó á alguna de sus estoicos , ni cita á filósofo alguno de aquella secta , y apenas una sola vez nombra al maestro de la misma, Epicureos. Zenon. La física de Epicuro , tomada en gran parte de la de Demócrito , como menos abstracta y metafísica , y mas mecánica y simple , era la mas instructiva de quantas ocupaban las escuelas griegas. Muchísimos libros escribió Epicuro sobre materias físicas , que todos han perecido ; pero por fortuna en dos cartas , una á

á Erodoto, y la otra á Pitocles, formó un compendio de los principales capítulos de su doctrina, explicados con mas extension en todos aquellos libros; y estas cartas que nos ha conservado Laercio (a), y despues en estos siglos han sido eruditamente ilustradas por Gassendo (b), nos dan una idea harto ventajosa del modo de tratar la física Epicuro, superior en la claridad y exâctitud al que se ve en Aristóteles, y á quanto aparece en los fragmentos, ó en las memorias de los otros físicos griegos. Mejor aun resplandece la física de Epicuro en el elegante y docto poema de Lucrecio, en el qual con claridad y energía se exponen las razones de sus opiniones, se da solución á las oposiciones de los contrarios, y se forma un tratado harto completo de la física de Epicuro (c). Donde debe observarse que los latinos tomando de los griegos los conocimientos físicos, eran mas felices que

(a) In *Epic.* XXIV. (b) Animadv. in lib. X. Dioge. Laert. *De Physiol. Epic.* (c) *Lucret. De rerum natura.*

que sus mismos maestros en exponerlos en su mayor claridad, y que no tienen los estoicos en toda la Grecia un escritor de física, ni tal vez aun de moral como el filósofo Séneca, y mucho menos los epicureos, que pueda entrar en competencia con el poeta Lucrecio. ¡Qué gloriosos adelantamientos no hubiera podido esperar la física de los ingenios romanos, si hubiesen tenido tiempo y gana de promover tales estudios! Pero volviendo á los griegos, si es cierto que Epicuro y sus secuaces abrazaron un método mas oportuno y mas justo para estudiar, y para explicar la naturaleza, y siguieron una física mas clara y adaptada á nuestra inteligencia, no por esto tuvieron la gloria de enriquecer aquella ciencia con importantes descubrimientos, y con profundas verdades, ni de acarrearle grandes progresos. La secta academica, la sceptica, y las otras semejantes estaban, sí, exántas del espíritu de partido muy dominante en las nombradas ahora, y lejos de sostener y promover obstinadamente una opinion, procuraban destruirlas y echarlas todas por tierra: pero cabalmente por este genio

Otras sectas.

apo-

aporetico ó *acatalectico* no solo no adelantaron en parte alguna la física, sino que en todas la hicieron decaer y yacer en abandono y olvido. He aquí pues, que recorriendo todas las escuelas desde Tales hasta la decadencia de la filosofía griega, las encontramos, sí, ocupadas en perpetuas disputas y en interminables litigios, y ardentemente empeñadas en sostener y defender las propias opiniones; pero apenas vemos que hayan acarreado alguna ventaja á la física.

Los romanos ocupados en gobernar sus inmensos estados, y dominar todo el mundo, no tenían tiempo para cultivar los estudios especulativos, ni podían prestar alguna atención á las teorías filosóficas, sino en sus cortos feriados, y en los momentos de vacaciones y de divertimientos; así que no podía esperarse que hiciesen muchos progresos en la física, que exíge ocio y quietud, largas horas de observaciones, y repetidas y atentas experiencias. El primer romano que se ve alabado como investigador de la naturaleza, y que de algun modo puede merecer el nombre de físico, es Nigidio Figulo, no

Romanos.

Gigante I

Nigidio
Figulo.

anterior al tiempo de Varron y de Ciceron : pero Nigidio era en sus escritos de una tal sutileza y obscuridad , que casi no fué leído de nadie , y poco ó nada pudo contribuir á promover aquellos estudios (a) ; y por los elogios que le dan algunos antiguos , parece que fuese mas estimado de los romanos como astrólogo y mago , que como verdadero y respetable físico. Varron , Ciceron , Cornelio Celso , y otros doctos romanos en su inmensa erudicion habrán tambien abrazado el estudio de la naturaleza , y los escritores de agricultura nos hacen ver que habian adquirido algunos útiles conocimientos de ella ; pero escritores que de propósito se pongan á tratar la física , escritores que puedan ser colocados en la clase de los físicos , no tenemos otros que Lucrecio , cuya exâctitud , claridad y fuerza en proponer y defender sus opiniones , y en combatir las contrarias lo manifiestan no menos docto y profundo físico , segun lo que podia esperarse en aquellos tiempos ; que

(a) A. Gell. lib. XIX, c. XIV.

que elegante y sublime poeta; y Séneca, Séneca. que en proponer las cuestiones naturales, en exponer é ilustrar las opiniones de otros, y en añadir sus reflexiones se eleva sobre el vulgo de los físicos de aquel tiempo, y en medio de algunos errores, que á veces abraza con sobrada docilidad, puede dar no pocas luces aun á los buenos físicos de nuestros dias. Pero despues de Séneca no se encuentra ya ni entre los griegos, ni entre los latinos quien con algun derecho pueda aspirar al nombre de físico. Los filósofos de los tiempos posteriores, fuesen eclecticos, ó platónicos, ó peripateticos, ó estoicos, se elevaban á sublimes y aereas abstracciones, y á teorías pneumatológicas, y teológicas: no veian mas que espíritus y dioses, perdian de vista la contemplacion de los cuerpos naturales, y no se cuidaban de dar una leve ojeada á la física. Vino tambien á menos esta filosofía metafísica, y teológica: decayendo siempre mas y mas la erudicion y el gusto empezaron tambien á minorarse las miras filosóficas, y de las metafísicas abstracciones, de los misticos y teológicos devaneos, se pasó á las vocales y erme-

neuticas sofisterías ; y cavilaciones lógicas, argumentaciones dialécticas, é inútiles bufonadas ocupaban las escuelas tanto latinas como griegas , y no se pensaba en parte alguna en la física. Los árabes fueron los que la restituyeron á las escuelas filosóficas. Es cierto que aun estos se dedicaron principalmente á las sutilezas dialecticas y metafísicas, y la mayor parte de aquellos filósofos emplearon sus fatigas en traducciones, comentarios é ilustraciones de los libros lógicos, y metafísicos de Aristóteles : pero siendo apasionados á todos los ramos de las ciencias, y á todas las obras de Aristóteles, dirigieron tambien á la física sus estudios, y tributaron á los libros físicos del filósofo griego los mismos honores que tan prodigamente habian dispensado á los lógicos y metafísicos. Averroes, Aben Paz, Alfarabio, y otros muchos escribieron de física, y comentaron los libros físicos de su universal maestro ; Avicena, Achiredino, y algunos otros escribieron en esta parte tan á gusto de sus nacionales, que encontraron algunos filósofos que comentasen su física : y se ven en las bibliote-

cas arábicas muchos libros de física, y muchos comentarios de la física de Aristóteles, y también de la de sus comentadores. Pero los árabes, propensos ya por sí mismos á las sutilezas y cavilaciones, criados despues entre las sofisterias y las gerigonzas de la dialectica y metafísica de Aristóteles, aplicados despues á comentar su abstracta y seca física ¿qué podian hacer sino acumular sutilezas sobre sutilezas, y aumentar las fantasias, los caprichos, y las vanidades peripateticas? Pero se aumentaron aun estas, y llegaron al colmo de la inutilidad y fatuidad con las disputas de los posteriores escolásticos, y con las divisiones de sus escuelas. Escotistas, Occamistas, Tomistas, y otros nombres semejantes eran los títulos que distinguian aquellas tropas filosóficas; questões sobre la materia, y sobre la forma, sobre la existencia de la materia, ó por la propia existencia, ó por la de la forma, sobre la propension de la materia á qualquier forma, aun á las formas corruptas, sobre la forma de corporeidad, sobre la totalidad escotica, y sobre otras muchas ineptias semejantes tenian en arma á aquellas

Escolásticos.

numerosas escuelas, y fatigaban la mas docta y erudita parte de toda la humanidad. Y si un Alberto, un Bacon, un Lulio, un Arnaldo tuvieron algun conocimiento de cosas naturales, no lo obtuvieron ciertamente por la física de las escuelas; sino que la química, la mecánica, su privada práctica y experiencia, y sus secretos estudios los condujeron á aquellas noticias, que en vano hubieran buscado en los libros de física, que entonces se podian leer, ó en las lecciones de los maestros, que mayor estrepito causaban en las ruidosas universidades. Y aquellos mismos si querian entrar en la física teórica se ceñian, como todos los otros, á las puerilidades escolásticas, y no sabian elevarse á mas sólidas y útiles disquisiciones. Dexemos en olvido, y en el merecido abandono aquellos largos é infectos siglos de tinieblas y obscuridad, y pasemos á tiempos mas alegres, y á contemplar en el principio del siglo pasado el nacimiento de la verdadera física, y sus dos padres Bacon de Verulamio, y Galileo.

Bacon.

Bacon fué el pregonero de las leyes que impone la física al que quiere descubrir

brir

brir las útiles verdades. No cuestiones y litigios, no distinciones y palabras, no argumentos y cavilaciones, no textos y citas, no ciega sujecion á las decisiones de los otros filósofos; sino mente libre de las preocupaciones y de las anticipadas opiniones de las pasiones, de los sentidos, de la educacion, y de otras causas, que él con su metafórico estilo llama *ídolos* de la *tribu*, de la *gruta*, del *foro*, y del *teatro* (*a*), investigacion de la naturaleza, que sea continuada, variada, y contraida á su objeto (*b*), historia natural y experimental, como se ven expuestas por él (*c*), hechos, experiencias y observaciones, atenta y prudente analogía, y sólido y fundado racionio son los subsidios que pide Bacon para la interpretacion de la naturaleza, y para descubrir sus mas secretos senos; y cada precepto suyo lo confirma con tanto peso de razones, y con tal copia de exemplos y profundidad de doctrina, que no solo con sus preceptos,

(a) *Nov. organ. lib. I.* (b) *Impetus Philosophici.*

(c) *Parascève ad hist. nat. et Exp. hist. nat. Centur.*

tos, sino tambien con los exemplos, ha contribuido mucho á la formacion de una nueva física, y ha dexado en sus obras las semillas y los principios de aquel restablecimiento de la filosofía, á que se dirigian sus estudios. Preciso es sin embargo que este gran restaurador de las ciencias ceda la palma en la física á Galileo, quien no solo la restauró, sino que puede decirse que la creó de nuevo. Su mecánica es la primera obra de física general, donde se ve ésta tratada con la debida solidez y dignidad, y es como él quiso llamarla, una *ciencia* realmente *nueva*. La ciencia del movimiento, sobre que Aristóteles escribió tantos libros, y dexó á los posteriores tantos errores, recibió de Galileo aquellas luces que ni las antiguas ni las modernas escuelas habian sabido acarrearle, y que han servido para ilustrar toda la física. El tocó solo acá y acullá los puntos de la generacion de los cuerpos, de la raridad y densidad, y de las otras qualidades; y aunque estos formaban la principal parte de la física de aquellos tiempos, tuvo la prudencia y el valor de no tratarlos mas que ligeramente,

y por acaso, y poco dexó escrito de ellos; pero en esto poco supo explicarlos con bastante claridad, sin formas substanciales, ni accidentales, y sin aquellas obscuras y huecas palabras, que tanto apreciaban todas las escuelas; y puede por ello ser llamado precursor de Cartesio en una verdad que tan célebre ha hecho el nombre del filósofo frances. El ha hecho á la física el gran beneficio de unirle la geometría, y darle de este modo una prudente y segura guia. La experiencia y la observacion han dirigido su mente en la contemplacion de la naturaleza, y regulado su juicio, y jamas ha tratado materia, ni ha proferido opinion alguna relativa á puntos de física, que no la haya apoyado bien con la experiencia y observacion, y sujetadola á la severidad geométrica. A él debemos una balanza hidrostática, un termómetro, y otros instrumentos para hacer experiencias físicas, que despues han hecho nacer otros mas exáctos y perfectos: de él se toman tambien los primeros ensayos de la sagacidad y diligencia en observar y experimentar, y él es el primer maestro de la lógica,

Tom. VIII.

Gg

por

Otros físicos italianos.

por decirlo así, física, ó bien sea de aquel arte de hacer las experiencias, y las observaciones, que es el fundamento y la basa de toda la física, y sobre el qual con tanta sutileza y doctrina han escrito después Muschembroek (a), y Senebier (b); él en suma es el primer filósofo, á quien justamente pueda darse el nombre de físico. Con el exemplo y con las lecciones de Galileo se esparció entonces por Italia, y singularmente por Toscana, este único y seguro, pero enteramente nuevo modo de tratar la física. Riccioli y Grimaldi hicieron en Bolonia muchas y varias experiencias, con que confirmaron la doctrina mecánica de Galileo, y descubrieron otras nuevas verdades. No con definiciones arbitrarias, ni con argumentos abstractos al uso de las escuelas, sino con atentas experiencias, y con demostraciones geométricas, á exemplo de Galileo, trató Castelli de la medida de las aguas corrientes, é hizo descubrimientos

(a) *De method. instituendi Exper. phys.*

(b) *Art d'observer.*

importantes. Torricelli, á mas de muchas verdades físicas que descubrió con el mismo método, enriqueció la física con uno de sus mas preciosos instrumentos para penetrar los secretos de la naturaleza con la invencion del barómetro, de la qual hemos hablado antes, y volveremos á tratar mas adelante. Y asi algunos otros filósofos en Italia, sin cuidarse del método escolástico, ni de las sutilezas peripatéticas, quisieron seguir el galileano, y tratar la física con experiencias y observaciones, y con discursos geométricos.

Al mismo tiempo dos grandes hombres en Francia intentaron dar á la física una mayor ventaja. Galileo y sus séquaces se contentaron con entender y explicar aquellas verdades que la naturaleza les iba presentando de mano en mano, y no se atrevieron á tratar la física mas que en alguna de sus partes; Gassendo y Cartesio

Gassendo.

tuvieron la osadia de abrazarla toda en su universalidad, y creyeron podernos dar un cuerpo entero de física. Gassendo, declarado contrario de Aristóteles, tomó partido en la secta de Epicuro, y formó un curso de física general conforme al

Cartesio. sistema de este filósofo, según la explicación de Lucrecio. Cartesio, sin seguir ni á Aristóteles, ni á Epicuro, ni á otro alguno, quiso por sí solo formar un sistema, y crear una física toda suya. Imaginó ciertos vortices, que chocando y rozando unos con otros produxesen tres suertes de materia mas ó menos sutil, que él llama tres elementos, y con estos quiso formar la luz, las estrellas, los planetas, el fuego, el ayre, y los otros elementos, y todos los cuerpos del universo, y explicar la elasticidad, la dureza, la gravedad, y la propiedad de los cuerpos, y todos los accidentes y fenómenos de la naturaleza (a). La física cartesiana no era mas veraz y mas sólida que la peripatética; ni con destruir las fórmulas y las qualidades ocultas, é introducir los vortices y la materia sutil, hizo otra cosa que substituir errores á errores; pero como sus errores eran mas agradables y hermosos, sus razones mas claras é inteligibles, y toda su doctrina mas instructiva y mas amena.

(a) *Princip.* part. III. at. IV.

amena , pudo asi adquirirse muchos sequaces , y tuvo la suerte de producir en la física , y puede tambien decirse que en toda la filosofía , la mas famosa , y la mas importante revolucion. El excesivo respeto á Aristóteles , y á sus comentadores , tuvo por muchos siglos como en prisiones á la mente humana , y no podía darse un paso hácia la verdad sin romper antes aquellas cadenas , y sacudir aquella tiránica esclavitud. Las ardientes disputas de griegos y de latinos en el siglo XV sobre la filosofía platónica , y sobre la aristotélica empezaron á animar á los curiosos á exâminar los libros de Aristóteles , que antes no se miraban mas que como irrefragables oráculos , y á deprimir algun tanto su despótica autoridad. Vives en el siguiente siglo se atrevió á reprehender señaladamente sus libros físicos , y hacer ver su vana charlatanería (a) ; y despues Pedro Ramos , arrebatado de un furor antiperipatetico , se puso , á costa de su vida , á combatir furiosa-

sa-

(a) *De corrupt. discipl. lib. V.*

samente en voz y por escrito su estimada doctrina. En el siglo pasado Bacon y Galileo no solo sacudieron efectivamente el yugo de Aristóteles, sino que dixeron sobre esta materia tan fuertes expresiones (a), que podían animar mas y mas á los otros filósofos á seguir su exemplo. Mas directamente, y con mayor copia de erudicion y fuerza de razones combatió Gassendo al adorado Aristóteles, y escribió dos libros en que mostró quantas cosas inútiles, falsas y contradictorias se encuentran en sus escritos (b). Tan repetidos golpes dados por diversas manos en tiempos diversos, parecia que debiesen echar por tierra toda la física de Aristóteles, y deprimir su venerada autoridad. Pero sin embargo se sostuvo y continuó dominando como soberana y árbitra en las escuelas, hasta que recibió el último golpe de la mano de Cartesio. No estaban aun acostumbrados los hombres á pensar por sí, ni á contemplar en sí misma á la

(a) Gal. dial. I, y II. Saggiat. Pens. varj. Bac. Nov. org. et al. (b) Exercit. parad. adv. Arist. &c.

naturaleza, sino que querian tener una guia á quien abandonarse en sus investigaciones, y un sistema á quien referir la pronta explicacion de todos los fenómenos de la naturaleza. Los griegos, Vives, y Ramos, que habian combatido á Aristóteles, no trataron puntos de física, ni pudieron darse por guia á los estudiosos de aquella ciencia. Bacon y Galileo abrieron á los físicos un camino seguro, sí, pero muy largo para poder satisfacer su curiosidad, y no pensaron en formar un nuevo sistema, á que referir todas las operaciones de la naturaleza, y substituirlo al aristotélico. Quiso substituir uno Gasendo; pero repitió el de Epicuro, filósofo muy desacreditado para poderle adquirir muchos sequaces. Así que no eran atendidas sus voces, y seguian las escuelas consultando el oráculo de Aristóteles, mientras no tenian otro á quien recurrir. Pero quando vino Cartesio, y presentó á los filósofos su sistema, quando en vez de las formas y de las entidades metafísicas, de las voces obscuras y de las palabras no significativas, con que se explicaban en las escuelas las cuestiones natu-

rales , propuso combinaciones , configuraciones , y razones mecánicas , que sino eran siempre del todo verdaderas , aparecian á lo menos mas claras , y mas adaptables á la comun inteligencia , se formó desde luego un numeroso y fuerte partido , se empezó á desterrar de la física la xerga metafísica , y á buscar inteligibles explicaciones , se sacudió el yugo de la autoridad , se escuchó solo á la razon , y se produjo una entera mutacion en la física. El sistema de Cartesio no era ciertamente qual debía ser , fundado sobre los hechos de la naturaleza , y confirmado con muchas y variadas experiencias ; el fuego y hervor de su imaginacion no le permitia pesarlo todo con madurez , y esperar las lentas , aunque seguras decisiones de las experiencias y observaciones , y le hacia correr tras aserciones poco seguras , y precipitarse en errores. Pero con todo Cartesio acarreó dos grandes ventajas á la física , introduxo en los filósofos aquel espíritu de curiosidad , de disquisicion y de difidencia , que investiga todas las cosas , que lo pesa todo , que jamas se contenta , y que llega finalmente á descubrir

brir la verdad , y desterró de la física las entidades superfluas , las cavilaciones metafísicas , las palabras faltas de sentido , los misteriosos entes de razon , y las enigmáticas é ininteligibles explicaciones , proponiendo siempre razones mecánicas y sensibles , y palabras claras y de uso comun , y predicando en todo evidencia , claridad y facilidad. La revolucion producida por Cartesio fué mas rápida , mas eficaz , y mas universal , se propagó por todas las ciencias , y finalmente llegó á hacer brecha en las universidades , y en las escuelas obstinadamente adictas á la doctrina peripatética. Las ventajas acarreadas á la física por el exemplo y por la doctrina de Galileo fueron en realidad mas reducidas , pero mas sólidas y verdaderas. Los discípulos de Galileo no corrieron tras brillantes hipótesis , y especiosos sistemas , buscaron sosegadamente nuevos descubrimientos , y útiles verdades. Observaciones , experiencias , y geométricas demostraciones han sido los medios adoptados por Galileo y por sus discípulos en las especulaciones físicas. La Academia del Cimento , exemplar de academias cien-

Academia
del Cimen-
to.

tíficas, fruto de la filosofía de Galileo, y del zelo literario del Cardenal Leopoldo de Médicis, fué la primera escuela de física experimental, que es decir de verdadera física. El gran Duque Fernando II, desde el año 1651, con el auxilio de algunos físicos unidos por él, habia hecho ya varias experiencias para investigar la naturaleza de los cuerpos, y encontrado diversos instrumentos para estas experiencias (a). Pero en 1657 el Príncipe Leopoldo, despues Cardenal, instituyó formalmente una academia, que teniendo por objeto el hacer varias experiencias, y poner como á prueba la naturaleza, tuvo el nombre de *Academia del Cimento*, ó de la Prueba. Viviani, Redi, Magalotti, Borelli, y algunos otros, que pueden verse en Nelli (b), y en Targioni (c), eran los socios de esta Academia, presidida del Príncipe Leopoldo, que era su alma, y que él mismo se manifestaba en todas las se-

(a) V. Nelli *Saggio di Storia letter. Fior.* (b) *Ibi.*

(c) *Not. degli Aggrand delle Sc. &c.* tom. I y II. par. II.

sesiones grande físico. No duró mas de diez años aquella academia : pero tenemos recogidas y descritas por Magalotti las varias experiencias , y los útiles descubrimientos hechos en ella , y podemos decir con verdad que no hay academia alguna de las mas famosas que en tan pocos años pueda gloriarse de tantos descubrimientos , ni hay libro alguno de física de los mas alabados , que en tan cortas paginas contenga tan útiles verdades. Pero lo que mas hace á nuestro propósito es , que esta academia abrió á los filósofos el verdadero camino para exâminar los fenómenos , para estudiar la naturaleza , para penetrar los umbrales de la física ; enseñó en suma la física experimental. Bacon y Galileo habian buscado la verdad con las experiencias ; pero eran por lo comun experiencias hechas en las ordinarias , y , por decirlo así , naturales operaciones de la naturaleza , y estas se nos presentan comunmente muy complicadas , y vestidas de extrínsecas circunstancias para podernos mostrar claramente la verdad que se pretende encontrar : preciso es para esto desnudarla de lo que no pertenece á nuestro

propósito, y hacerla comparecer en la oportuna simplicidad. Torricelli empezó de algun modo con la invencion del barómetro á poner á prueba la naturaleza, y precisarla con desnudas operaciones á descubrir el secreto que se buscaba. Pero los académicos florentinos fueron en esta parte los verdaderos maestros: ellos supieron pensar ingeniosamente las mas adecuadas experiencias, y disponerlas del modo mas cómodo, mas preciso, y mas decisivo; ellos inventaron algunos instrumentos físicos, y mejoraron otros para hacer con la precisa exâctitud las deseadas experiencias; ellos tenian atentos los ojos á todas las circunstancias de los mas pequeños accidentes, repetian y variaban las experiencias, y no proferian su juicio sino despues de diligentemente pesados, y exâminados los fenómenos en todos sus aspectos; ellos en suma dieron el verdadero exemplo para hacer oportunamente las experiencias, y fueron los padres, y los primeros maestros de la física experimental. Al mismo tiempo exâminaba Pascal en Francia el ayre y los líquidos con tanta copia, variedad y seleccion de ex-

pe-

periencias, que sus tratados del equilibrio de los líquidos, y del peso del ayre sirvieron á los filósofos, y á los matemáticos de estímulo, y de exemplo para cultivar la física experimental. Entonces Rohault animado del mismo espíritu físico y geométrico de Pascal explicaba las quæstiones de la física con razones, y las confirmaba con experiencias. Oton Guericke inventaba en Alemania máquinas y experiencias para encontrar algunas verdades físicas, y los emisferios magdeburgenses, y la máquina pneumática, y otras máquinas, que han servido mucho para ilustrar toda la física, son inventos que harán inmortal en los fastos de las ciencias el nombre de Guericke (a). Roberto Boile en Inglaterra encontró al mismo tiempo por sí mismo la máquina pneumática, sin conocimiento de la de Guericke, y la llevó á mucha mayor perfeccion; inventó otras máquinas, y muchísimas experiencias nuevas acerca del ayre, y descubrió por su medio muchas re-

Rohault.

Guericke.

Boile.

con-

(a) *Exper. nova Magdeburg.*

cónditas verdades, que en manos de los físicos posteriores han producido importantes descubrimientos. Se dedicó además á ilustrar la hidrostática con mucha copia de experiencias; los mismos auxilios dió á los tratados sobre las propiedades de los cuerpos, y á toda la física, é hizo servir en beneficio de esta la química, hasta entonces poco estimada: inventó nuevos instrumentos, y nuevas experiencias, introduxo mayor primor y destreza en las operaciones, adelantó el arte de experimentar, y mereció de algun modo ser mirado por los posteriores como el padre y maestro de la física experimental. La aptitud, la propiedad, la exâctitud de los instrumentos, la seleccion y novedad de las experiencias, la diligencia, primor y sagacidad en executarlas, y el espíritu geométrico en pesar todas las circunstancias, en referirlas á las investigaciones que se proponen, en sacar de ellas las legítimas conseqüencias distinguen á los físicos ahora nombrados, y los elevan á una nueva clase de físicos experimentales. Pero sin embargo otros filósofos intentaron indagar con experiencias los secretos de la

na-

naturaleza. Porta, Kirker, Schotto, Fabri, Lana, y algunos otros, hicieron muchas experiencias físicas, y llegaron tambien á ver muchas verdades nuevas, que faltos de los medios oportunos, é impedidos por las preocupaciones escolásticas, no supieron darles la debida claridad, y seria ahora un útil estudio para un docto y prudente filósofo el exâminar atentamente los libros de aquellos filósofos, y entresacar, como en Enio lo hizo Virgilio, de la escoria de las opiniones abrazadas por ellos con sobrada docilidad el oro de muchas curiosas é importantes verdades ingeniosamente bosquexadas por los mismos. Por mas que los miren con desprecio los delicados modernos, ellos eran ciertamente grandes físicos, y en medio de las preocupaciones escolásticas, y del respeto á la doctrina aristotélica, que los apartaba de los nuevos descubrimientos, en medio de su inculta y vulgar manera de filosofar, sabian tal vez mas física que la mayor parte de los físicos de nuestros dias, con toda su delicadez y escrupulosidad. Pero cabalmente por su timidez y credulidad, y por lo trivial de sus ins-

Otros físicos.

tru-

Instrumentos y de sus experiencias no llegaron á merecer el nombre de físicos experimentales, ó fueron considerados como experimentadores peripatéticos poco dignos de la fé de los filósofos; y la gloria de padres y maestros de la física experimental quedó toda entera para los físicos poco antes celebrados.

Instrumentos de la física.

La perfeccion de los instrumentos es el principal mérito, y casi el distintivo de la física experimental; y por esto los físicos han puesto mucho cuidado no solo en inventar máquinas exâctísimas y acomodadas al fin deseado, sino tambien en dar á las ya inventadas mayor exâctitud, seguridad y comodidad. El primer instrumento que ha sido aplicado á muchos usos por los físicos, y puede por ello referirse á la física general, es el termómetro, cuya invencion se atribuye comunmente al holandés Cornelio Drebbel, aunque se la disputan muchos no sin razon. Viviani da á Galileo la gloria de este invento, y dice que habiendo sido ideado por él, y executado hácia el año 1592, fué despues *perfeccionado y enriquecido por el sublime ingenio del gran*

Termómetro.

Fer-

Fernando II (a). A Galileo lo refiere tambien Sagredo en una carta que le escribió en 1613 en estos términos : „ El instrumento para medir el calor inventado por V. S. ha sido reducido por mí á formas bastante cómodas y exquisitas (b).“ Morosio dice por otra parte que el ingles Roberto Fludd queria venderse por inventor del termómetro, y que fundaba en él casi toda su filosofía, cuyas páginas se ven todas por uno y otro lado llenas de las figuras de estos instrumentos (c). Yo jamas he podido, y aun diré que jamas he procurado leer las obras de Fludd, y no puedo por ello juzgar de la verdad, y del mérito de esta su pretendida invención. Pero viendo en el exámen que de su filosofía publicó Gassendo (d), quan fanático y visionario fuese, lo que comunmente se ve confirmado por quantos han querido hacer el mismo exámen, obser-

Tom. VIII. li. d. 20. v. 10.

(a) *Vita del Galileo.* (b) V. Grisellini *Mem. anecd. spett. alla vita ed agli studj di Fra Paolo Ser-
vita.* (c) *Polyst.* lib. II. part. II. cap. XVIII.

(d) *Exam. philos. Fluddanae.*

vando que Viviani refiere la invencion de Galileo hácia el año 1592, despues de cuyo tiempo viajó Fludd por Italia, como por Francia, y por Alemania, buscando curiosamente quanto pudiese contribuir á su mayor instruccion, y reflexionando que Bruckero refiere (a) que él se gloriaba de haber sacado esta invencion de un códice viejo de quinientos años, creo poderse asegurar fundadamente que Fludd no fué de modo alguno inventor del termómetro, sino que habiendolo visto en otra parte, ú oido su descripcion, lo aplicó á su filosofía, y lo hizo servir para sus potencias *boreales* y *australes*, ó condensantes, y rarefacientes, con las quales intentaba explicar todos los fenómenos de la naturaleza, y no se valió de él, como Galileo, y Drebbel, para los verdaderos usos de una sagaz y útil física. Otros dan á Santorio la gloria de este descubrimiento; y él en efecto describe en sus obras tres formas diversas de termómetros, y afirma ser suya la invencion.

(a) *Hist. phil.* t. IV. par. I. lib. III. cap. III.

cion (a). Santorio estaba ciertamente dotado de tan grande ingenio para inventar útiles máquinas, y realmente nos ha dado tantas, que le hubiera sido facil el formar esta por sí mismo. Pero como él era profesor en Padua despues del año 1611, donde igualmente habia sido profesor por varios años Galileo, y habia inventado el termómetro, y aplicadolo á usos físicos, parece mas verisimil que hubiese conocido el termómetro de Galileo, y con esta luz formado el suyo, y aplicadolo al uso de la medicina. Tambien han querido algunos atribuir esta invencion á Bacon de Verulamio; es cierto que Verulamio habla muchísimas veces de los termómetros (b), que comunmente llama *vidrios kalendarios*, y alguna vez tambien *termómetros*, y *termoscopios* (c). Pero él solo escribió de este modo hácia el año 1620: y en efecto siempre habla como de cosa conocida y comun; con lo que se ve que no habia sido el inventor,

Li 2 o si-

(a) *Comm. in Can. Avic. lib. I, quest. VI.*

(b) *Nov. org. II. Aphor. in Hist. vent. &c. Silv. &c.*

(c) *Silv. Silv. centur. IX.*

sino que ya algo antes eran conocidos, y reducidos á uso comun estos instrumentos. Drebbel será tal vez el único que pueda disputarle á Galileo tal invencion; ni yo querré quitarle la gloria de haber originalmente inventado por sí mismo tanto esta, como varias otras máquinas. Pero no viendo señalado precisamente por escritor alguno el año de este descubrimiento de Drebbel, y reflexionando por otra parte que hácia fines del siglo XVI, quando Viviani supone inventado por Galileo el termómetro, era él aun muy jóven para divulgar tales inventos; creo poder atribuir mas justamente á Galileo no solo la originalidad, sino tambien la primacía de esta invencion. Observo ademas que á principios del siglo XVII se ve muy en uso el termómetro en Inglaterra, como hemos dicho de Fludd, y de Verulamio, y poco ó nada en Alemania, puesto que Guericke, escribiendo hácia el año 1670, trae el termómetro, ó termoscopio como un hallazgo de cerca de treinta años antes (a); y esto me

(a) *Exp. nova* lib. III y XI.

me hace pensar que Drebbel inventase su termómetro quando en Inglaterra estaba bien acogido del Rey Jacobo , que es decir adelantado ya el siglo XVII , muchos años despues de la invencion de Galileo. Pero sea quien se fuese el primer inventor , el termómetro quedó muy imperfecto , y no tuvo por mucho tiempo alguna conveniente exáctitud. Los academicos florentinos fueron los que dieron alguna perfección al termómetro ; substituyeron al agua , y al ayre usados por Galileo , y por Drebbel el espíritu de vino , y dieron á los tubos varias formas y construcciones , é inventaron cinco termómetros diversos mas , ó menos perfectos para hacer uso de ellos en las experiencias académicas (a). Y Renaldini , uno de los académicos , despues profesor de Padua , fué el primero en concepto de Luc (b) , que dió términos fijos á los termómetros , lo que publicó

en

(a) *Saggi di nat. asp. &c. Dichiar. d' alcuni strom. &c.* (b) *Recher. sur les modifs. de l'atmosphere*
n. 122, 428.

en 1694. Pero ni aun estos fueron reconocidos por los físicos posteriores como de la mayor exâctitud; y Halley (*a*), Newton (*b*), Amontons (*c*), y varios otros pensaron substituir al espíritu de vino el mercurio, y el aceyte de linaza, ú otros fluidos, y procuraron otras mejoras á los termómetros. Fruto de estas especulaciones puede llamarse el termómetro de Fahrenheit, que de Luc cree haber sido el primero que se sirvió del mercurio en la construccion de los termómetros (*d*); pero esta primacía puede justamente disputarsela Lana, que ciertamente lo habia usado muchos años antes para aquel fin (*e*). Tal vez Fahrenheit lo habrá usado con mayor primor, y con mejor efecto, y como por otra parte formó una escala, que le pareció mas apta para señalar la justa graduacion del calor, se habrá adquirido la gloria de la invencion (*f*). Reaumur,

no

do

(*a*) *Phil. transact.* n. 197. (*b*) *Ibid.* n. 270.

(*c*) *Acad. des Sc.* 1702, 1703. (*d*) *Ibid.* n. 430.

(*e*) *Mag. nat. et art.* tom. II, lib. VIII, c. III.

(*f*) *Transact. philos.* an. 1724.

no contento con estos termómetros, solo quiso dar mayor perfeccion al florentino, y valiendose del espíritu de vino, dando á los tubos mayor extension, y otra escala, formó los termómetros que han obtenido entre todos la mas general aprobacion (a). Otro termómetro inventó Hauksbeo, otro Dellisle, y otros físicos que seria muy largo de referir (b); y otras mejoras les ha añadido recientemente de Luc, el qual ha tratado de los termómetros con tal exâctitud de doctrina, y copia de erudicion, que puede ser tenido por el mas benemérito, y el verdadero maestro en esta parte de la física (c). Aun ha ocupado mas la atencion de los físicos la invencion del barómetro. Su

Barómetro.

varia construccion, los diversos fenómenos, y sus diferentes explicaciones propuestas por los físicos, y por los matemáticos, darian materia para muchas observaciones, y para una historia bastante

(a) *Acad. des Sc.* an. 1730, 1731. (b) *V. Analecta transalp.* tom. II. n. XI. an. 1749. De Luc. *Recb.* tom. II. (c) *Ibid.* cap. II. &c.

larga. Pero nosotros no podemos decir sino que en 1643 fué inventado por Torricelli el barómetro para demostrar el efecto del peso del ayre, sin que pueda serle contrastada por alguno la gloria de la invencion, y fué desde luego abrazado de todos los físicos: que Cartesio intentó una mutacion, y Pascal varió las experiencias haciendolas en diversas alturas, y mudando en el tubo varios licores; que Huingens, y Hook, hicieron los barómetros dobles, en los cuales esperaban encontrar mayor exâctitud; y que Amontons, Bernoulli, Mairan, y algunos otros inventaron otros barómetros, y otras mejoras; que con las diversas experiencias de Pascal, las cuales fueron desde luego repetidas por los académicos florentinos (a), y despues por Cassini, y por otros muchos verificadas de diferentes modos, se empezó á observar, que en las alturas diversas diversamente descien-
de en el tubo el mercurio, como tambien en las diversas capas de la atmosfé-

ra;

(a) *Saggi d'esper. &c. Esper fatta in Francia &c.*

ra; y despues empezó á ser considerado el barómetro como un instrumento capaz de manifestar la elevacion de la atmosfera, de medir la altura de las montañas, y de anunciar las mutaciones del tiempo; que fueron diversas sobre cada uno de estos puntos las determinaciones y las teorías de Mariotte, de la Hire, de Amontons, de Mairan, y de otros franceses (a); de Wallis, de Halley, y de otros ingleses (b), de Muschembroek (c), y de infinitos otros; que solo el fenómeno observado por primera vez por Picard en 1676 (d), y despues por Bernoulli, de una pequeña luz, que se ve en algunos barómetros llamados por esto *luminosos*, ha ocupado por muchos años los sublimes ingenios de Bernoulli, de Homberg, de Fay, de Mairan, y de otros muchos académicos, y famosos físicos; que Amontons fué el primero que observó las mutaciones producidas tambien en los baró-

Tom. VIII. Kk me-

por elos sta invencion naci en 1676

(a) *Acad. des Sc.* an. 1703, 1704, 1714, 1716, &c.

(b) *Trans. philos.* n. 9, 10, 55, &c. (c) *Essais*

de phys. tom. II. (d) *Hist. de l'Acad. des Sc.* t. I.

metros por el calor, que despues ha da-
do mucho que estudiar á los otros físicos,
y ha servido para arreglar mas exáctamen-
te los barómetros; que la Caille, y Ma-
yer observaron la influencia de las varia-
ciones barométricas sobre las refraccio-
nes astronómicas; que son infinitas las
especulaciones, infinitas las teorías, infi-
nitas las ventajas, que los filósofos han sa-
bido sacar de aquel pequeño instrumen-
to; y finalmente que en estos años se ha
manifestado de Luc maestro de toda la
ciencia barométrica, que la ha enrique-
cido con muchas luces, y nos ha dado la
mas completa doctrina de quanto pertene-
ce á la misma: y nosotros nos alegramos
de poder remitir á él los lectores que
deseen mas individuales noticias en esta
materia (a). Para conocer las variaciones
de la atmosfera producidas por la hume-
dad usaron los académicos florentinos en
sus experiencias de otro instrumento, que
es el hidrometro, y el hidrometro usado
por ellos era invencion nacida en aque-
lla

Hidrome-
tro.

(a) *Recb. sur les modif. de l'atmosph. &c.*

lla Corte de altísimo y real entendimiento (a). Pero se habian inventado ya antes por diversos ingenios, como dicen los mismos académicos, muchos y varios instrumentos para este uso; y otros muchos filósofos al oír las invenciones florentinas, como dice Muschembroek (b), se dedicaron á buscar los métodos mas oportunos para señalar las variaciones del ayre derivadas de la humedad; y en efecto encontró muchos Lana (c), y muchos se ven en Sturmio (d), en las Transacciones filosóficas de la Real Sociedad de Londres (e), en las Actas de Leipsick (f), en Foucher (g), y en otros muchos libros de física, y recientemente en la grande obra de Saussure (h), con razon considerado de todos como el maestro de esta materia, bien que ni aun él ha podido

Kk 2 sa-

-
- (a) *Esp. &c. Dich. d'un altro strum.* (b) *Ibid. Additam. pag. 17.* (c) *Mag. nat. &c. t. II. L. VIII.*
 (d) *Colleg. curios. tentam. XIV. phoen. III. et al.*
 (e) N. 127, 129, 162, &c. (f) An. 1687, 1688, &c. (g) *Traité des hydrometres.* (h) *Essais sur l'hydrom.*

satisfacer la exácta escrupulosidad de de Luc, de Chiminello, y de algun otro. Las muchas y diferentes experiencias que los académicos florentinos quisieron hacer en el vacuo, los obligó á fabricarse varios instrumentos para poder conservar dentro de ellos el vacuo, y poder operar libremente. Pero la verdadera máquina del vacuo, la que ha hecho ver á los físicos tantas recónditas verdades, ha sido la famosa máquina pneumática, que ha bastado para hacer inmortales los nombres de Guericke, y de Boile. Empeñado Guericke en varias especulaciones del vacuo, habia ya desde la mitad del siglo pasado encontrado la máquina pneumática, y otras máquinas y experiencias: puesto que como él mismo refiere (a), habiendo ido á la diéta de Ratisbona el año 1654 debió executarlas á presencia del Emperador, y de muchos Príncipes deseosos de ver por sí mismos las maravillas ya antes oídas en otra parte; y en 1657 las describió, y las llamó *Magdeburgicas* el P. Gas-

Máquina
pneumati-
ca.

(a) *Exp. nova Magdeburg. Praefat. ad Lect.*

Gaspar Schott (*a*), aunque Guericke no las haya publicado hasta el 1671. Al mismo tiempo el célebre Boile, conducido por las muchas investigaciones y experiencias que hacia acerca del ayre, se ideó por sí mismo una máquina pneumática, que despues supo haber sido ya executada por Guericke; pero que él la mejoró tanto que ha merecido hacerla pasar á los posteriores con el nombre de *Máquina boileana*. Algunos años despues inventó Hauksbeo, ó como cree s'Gravesande (*b*), Pápino, una máquina pneumática compuesta de dos cilindros, que por esto fué llamada *doble*. Poliniere, Homberg, s'Gravesande, y algunos otros dieron alguna mayor perfeccion á la máquina boileana; Nollet la dispuso de modo que á las particularidades de la máquina simple unia felizmente la comodidad de la doble (*c*); y aun posteriormente los artífices ingeniosos, dirigidos por los físicos, han sabido darle tantos meritos de comodidad, segu-

(*a*) *De arte mech. hyraulico pneumat.* (*b*) *Praef. tert. edit.* (*c*) *Acad. des Sc.* 1740.

ridad, exâctitud, y facilidad, quantos usos y ventajas presta ella á toda la física. Con estas y otras máquinas semejantes, tan finas y exâctas, se aumentó la inclinacion, y se perficionó el arte de hacer las experiencias; y con el uso de estas se adquirió un golpe de vista mas perspicaz y mas seguro, y mayor atencion y diligencia en observar todas las cosas. Agregabase á todo esto el espíritu geométrico, el qual daba la sagacidad de encontrar las relaciones, y las referencias, y hacer las justas confrontaciones, y la debida circunspeccion de pesar todas las razones, y de proceder con prudencia en los juicios y en las aserciones; y con estos medios se cultivaba útilmente la física, y de las simples conjeturas, y de los infundados raciocinios de los antiguos, de los sueños vanos, y de las extravagantes quimeras de los escolásticos se pasaba á rigurosos descubrimientos, y á incontrastables verdades. Despues los géometras mas severos fácilmente se acomodaron á una tan justa y exâcta física, y Huingens, Mariotte, Amontons, la Hire, Halley, y otros muchos no se desdeñaron de manejar

jar con igual cuidado los instrumentos mecánicos, que los cálculos matemáticos, y pudieron así reducir algunas conjeturas físicas á demostraciones geométricas. La ley del movimiento, la fuerza de los cuerpos, la acción de los fluidos, y de los sólidos, y otros importantes puntos de física recibieron con las experiencias, y con los cálculos de aquellos grandes hombres toda la luz de la física mas sagaz, y de la matemática mas severa.

Sin embargo estaban aun en aquellos tiempos muy en uso los sistemas; y hasta los mas severos geómetras, quando se ponian á tratar puntos de física, con dificultad sabian abandonarlos. El mismo Huigens, que con tantas seguras verdades, é incontrastables descubrimientos enriqueció la física y la matemática, al buscar la causa de la gravedad abrazó el sistema de Cartesio, y se dexó llevar de especiosas experiencias, y de sutiles racionios, sin poder alcanzar la verdad. El verdadero triunfo, y el soberano honor de la física se dexó ver en las sublimes obras de Newton! Galileo mereció sumos elogios por el utilísimo pensamiento de unir á

Uso de los sistemas.

Newton.

la

la física la geometría, y esta feliz union le produjo tantos descubrimientos, que su nombre estará siempre honrosamente puesto á la frente de los mas ilustres autores de hallazgos científicos. Huingens ennobleció aun mas la física, sujetandole en su obsequio una geometría harto mas sublime que la de Galileo. Pero Newton fué el que supo presentar en su verdadero esplendor, y divinizar de algun modo la física, elevandola sobre todas las otras ciencias, y haciendolas servir á todas para su esplendor, y para su mayor gloria. El álgebra mas recóndita, la mas profunda geometría, las demostraciones mas abstractas, los cálculos mas intrincados, todo sirvió en las manos de Newton para la ilustracion de la física. La severidad de la geometría se comunicó igualmente á las experiencias y observaciones. Las experiencias mas exquisitas no satisfacian su exâctitud, sino eran repetidas una y muchas veces con la mayor diligencia y atencion; ni su juicio se dexaba llevar á proferir asercion alguna, sino obligado por la evidencia de la verdad. No imaginations y sistemas, no meras opi-

opiniones é ingeniosas conjeturas, por mas que tuviesen apariencia de alguna razón, sino experiencias, cálculos, y rigurosas demostraciones formaban el cuerpo de la física newtoniana. Esta fué la época de una nueva y mas gloriosa revolución en la física; y entonces nació por obra de Newton una nueva ciencia, como habia sido tambien nueva ciencia la física en las manos de Galileo. A las propiedades generales de los cuerpos demostradas por los filósofos modernos añadió Newton otras dos, á saber inercia y atracción; y sin buscar las causas internas, y los íntimos principios de donde se derivan, tanto estas propiedades generales, como otras particulares, sacó de ellas nuevas verdades, y las hizo servir para el mas íntimo conocimiento de las operaciones de la naturaleza. La fuerza de los cuerpos, el movimiento de los sólidos y de los fluidos, y las mas importantes materias de la física general fueron enriquecidas por él con importantes descubrimientos, y toda la física recibió nuevas luces (a).

Tom. VIII.

LI

EI

(a) *Philos. nat. princ. math. optic. &c.*

El juicioso Newton, siguiendo el exemplo de Galileo, no quiso ser autor de sistemas, ni hacérse cabeza de secta; pero sin embargo tuvo la gloria de ver que desde luego abrazaron su doctrina personas de todas profesiones, y de todas clases, y que todos los buenos físicos de su nacion se declararon constantemente sus sequaces, de atraer á sí poco despues de su muerte los sufragios de toda la docta Europa, y de hacer en poco tiempo newtoniana toda la física. Al mismo tiempo

Leibnitz. Leibnitz, mas atrevido que Newton, no pudo guardar tanta circunspeccion, sino que quiso formar un sistema; y renovando de algun modo, como cree Dutens (a), los números pitagóricos, fingió sus mónades con sus fuerzas activas, y representativas, y con diferentes qualidades; y sostuvo que un cuerpo, ó un compuesto no fuese mas que un agregado de mónades, y la generacion una evolucion, y la muerte una involucion, por decirlo asi, de ellas; y dixo tantas otras cosas, que

no

(a) *Recherch. &c. sec. par. cap. I.*

no hay quien pueda entenderlas, ni él mismo las entendió (a). No era ya aquel tiempo para correr tras los sistemas, ni parecía tal el sistema de Leibnitz que pudiera adquirirse muchos sequaces. En efecto tuvo muy pocos, y estos casi todos nacionales. Wolfio quiso reproducir- Wolfia. lo con alguna pequeña variacion, y no salió con mucha felicidad (b). También Boscovich mas recientemente trabajó un Boscovich. sistema sobre el fondo del leibnitciano, y lo aplicó á todos los atributos de los cuerpos, y á todos los fenómenos de la naturaleza, y tuvo la suerte de aplicarlo muchas veces con feliz suceso, y siempre con mucho ingenio (c); pero tambien este quedó como todos los otros, olvidado y despreciado. Los sistemas han sido en otros siglos sobrado estimados, y en este al contrario están tal vez en demasiado descredito. Los sistemas arbitrariamente fundados, sin el apoyo de los hechos, y sostenidos con obstinacion, han

LI 2 ob.

(a) *Leibn. Oper.* tom. II. pag. 20. &c. (b) *Phys.*

(c) *Theor. phil. natur. redacta ad unam leg. vir.* &c.

obcecado muchas veces á los filósofos , y hecholos desviar del recto camino , que conduce á la verdad ; pero los sistemas establecidos con fundamento , y sostenidos con moderacion , pueden ser útiles , y aun muchas veces son el único medio para hacer nuevos descubrimientos , y para encontrar nuevas verdades. No se hubiera adelantado tanto la astronomía , sino hubiese prudentemente abrazado para sus cálculos teorías hipotéticas , ni se hubieran descubierto tantas verdades en la doctrina de la electricidad , y en todas las otras partes de la física , si las investigaciones no hubiesen sido dirigidas por el amor á algun sistema. El espíritu sistemático tiene sus inconvenientes , y sus ventajas , que nosotros dexamos para otros el descubrirlas , y solo observamos , que si en este siglo han decaído enteramente los sistemas , sin embargo muchos hombres grandes no han sabido dexar de hacer otros nuevos y grandiosos ; pero ninguno ha podido llegar á formar una verdadera secta. Asi que nosotros dexaremos aparte los sistemas de Burnet , Wodwar , Maillet , Leibnitz , Wiston , y de tantos otros , por que

que aunque han mostrado lo vasto y agudo de su ingenio, y han acarreado alguna ventaja á la física, sin embargo han quedado privados del honor de tener muchos sequaces, y en medio de tantos otros puntos mas importantes no pueden interesar mucho nuestra curiosidad, ni fixar nuestra atencion.

El exemplo de Galileo, de Cartesio, de Huingens, de Leibnitz, y de Newton, empeñó á los matemáticos á tratar la física; y en medio de las demostraciones geometricas engolfarse en las disquisiciones físicas. Los Bernoullis, Keill, Maclaurin, Poleni, Varignon, Wolfio, y otros profundos geometras cultivaron con mucho estudio la física, y la ilustraron con varios escritos. Sin embargo tenia aun muchos sequaces la física cartesiana, no solo en las escuelas, sino tambien entre los mismos matemáticos, y otros físicos mas exâctos. Bernoulli, Molieres, Fontenelle, y otros físicos y matemáticos hacian sus esfuerzos para mantener los vórtices cartesianos, que empezaban á disiparse; y la atraccion newtoniana encontraba oposiciones, no solo en el vulgo

de

Dificul-
tades para
introducir-
se en las es-
cuelas la fí-
sica neuto-
niana.

de los escolásticos, sino tambien en los filósofos mas respetables. Las preocupaciones de la educacion, y la sujecion á los principios científicos á que hemos aplicado nuestros estudios, no nos dexan recibir facilmente nuevas doctrinas, y borrar las antiguas, y, como dice Horacio (a), confesar en la vejez digno de desprecio lo que hemos aprendido en la juventud. La filosofía de Cartesio, aunque amena y seductora, no pudo sin embargo introducirse al principio en las escuelas: la árida y obscura xerga de la aristotélica, que en ellas se enseñaba, prevaleció mucho tiempo contra sus lisonjeros atractivos; y los maestros educados en la antigua doctrina ni querian dar oidos á la nueva, ni permitian que los jóvenes aprendiesen lo que ellos no sabian. La filosofía Cartesiana introducida ya en las escuelas hizo por la misma razon igual oposicion á la newtoniana; pero esta daba ademas en sí misma una aparente razon á sus contrarios para no quererla recibir. Quando

(e) *Ep. ad Aug.*

los cartesianos habian casi sojuzgado á los peripatéticos; y desterrado sus fórmulas y qualidades ocultas, la física newtoniana fundada sobre la fuerza de inercia, sobre la atracción, sobre los principios ocultos de la fermentacion, y de la coherencia de los cuerpos, y sobre otras fuerzas y otros principios debia encontrar muy grave oposicion. Los peripaticos trataban estas fuerzas como sus qualidades ocultas, y antes que recibir aquellos nuevos principios querian conservar sus antiguas qualidades: los cartesianos reprobaban por la misma razon unas y otras, y no querian reconocer en la física mas que fuerzas, y causas mecánicas. Newton habia previsto ya esta oposicion, y la habia dado preventiva respuesta, haciendo ver la diferencia de las qualidades peripáticas á la atraccion, y á los otros principios suyos, que él solo miraba como leyes de la naturaleza, de las cuales se sacaba la clara y verdadera explicacion de sus fenómenos (a); pero no todos querian leer

(a) *Optic. quaest. ult.*

leer sus razones, ó sabian entenderlas, y continuaban ciegamente excluyendo la atraccion y la física newtoniana. Keil, el primero, como dice Desaguliers (a), que formó un curso de física experimental, quando los otros no daban mas que un curso de experiencias, fué el primero que enseñó en aquel curso la física newtoniana. Hauksbeo, menos profundo que Keil en la geometría, pero mas diestro en manejar las máquinas, y hacer las experiencias, siguió igualmente la misma doctrina. Maclaurin, geómetra mas sublime que Hauksbeo y Keil, y tenazmente empeñado en la gloria de Newton, así como escribió la mas docta ilustracion de su cálculo de las fluxiones, y de la doctrina geométrica, del mismo modo quiso tambien dar una erudita y profunda exposicion de su filosofía (b), y la hizo conocer, y aun respetar fuera de Inglaterra. Pemberton, y otros ingleses expusieron al público de varios modos

Primeros
introduc-
tores de
ella.

Keil.

Hauksbeo.

Maclaurin.

(a) *Cours de phys. exp. praef.* (b) *Expos. de la phil. newton.*

los principios newtonianos; pero el mas insigne ilustrador y propagador de aquella física fue verdaderamente el docto físico Desaguliers. En Oxford, en Londres, y en Holanda dió lecciones públicas, y enseñó á millares de discípulos la doctrina newtoniana: nuevas é ingeniosas máquinas, claras y decisivas experiencias, rigurosas y convincentes demostraciones eran los medios con que la presentaba á la comun inteligencia, y hacia que los doctos, y los ignorantes la entendiesen, y gustasen de ella. La Francia se conservaba aun adicta á la filosofía de su Cartesio, y no queria seguir la nueva doctrina de un filósofo ingles: los vórtices Cartesianos reynaban en la Francia, como en su nativo palacio, y cerraban la entrada á la atraccion newtoniana. El primero que la predicó, y la presentó baxo buen aspecto á los franceses fué Maupertuis, quien la proveyó de tantas razones, y la dió tan bello aspecto, que desde luego hizo que la abrazasen los académicos, y los mejores ingenios de aquella nacion (a). Es-

Desagu-
liers.

Maupertuis.

Tom. VIII.

Mm

te

(a) *Ac. des. Sc. 1732. Disc. sur les diff. fig. des astres.*

te fué el triunfo de la física newtoniana, y verse acogida por la Academia de las Ciencias de Paris, sentarse como señora y soberana en aquella docta asamblea fué el colmo de su gloria; y no pudo llamarse enteramente segura de su inmortal esplendor, sino quando se vió en aquella academia confirmada y solidada con la prediccion del cometa de Clairaut, y principalmente con la explicacion de la precesion de los equinoccios de d'Alambert. Boscovich, Stay, Algarotti, Frisio, los matemáticos, los poetas, y los ingenios amenos promovieron en Italia la física newtoniana. Abrazóla tambien la Alemania, aunque preocupada por las opiniones de Leibnitz: toda la culta Europa la dió grata acogida, y ahora todas las naciones, para hablar con Algarotti (a), contribuyen al establecimiento de la doctrina inglesa, como en otro tiempo contribuyeron á la riqueza del imperio romano. La física newtoniana era en realidad la verdadera física, y tras ella han

ve-

(a) *Lettera al P. Saverio Bettinelli.*

venido los grandes físicos , que aun el día de hoy son reconocidos por verdaderos maestros.

La mayor delicadeza y finura que se habia introducido en la geometría despues del cálculo de las fluxiones , se introduxo tambien en la física despues de la propagacion de la filosofía newtoniana. Desaguliers es el primer físico de esta nueva época. Las mas recónditas verdades de la física encontradas por Newton á fuerza de cálculos , y de operaciones geométricas , han sido demostradas por él con claras y oportunas razones; y presentadas á los ojos de todos con varias y adaptadas experiencias , recibiendo de su mano la marca de la solidez , y estabilidad. A la destreza y maestría para hacer las experiencias juntaba gran sagacidad para desenvolver las materias mas abstractas , y ennoblecia estas prendas con el espíritu de invencion. El ha encontrado por sí mismo algunas nuevas proposiciones , ha inventado nuevas experiencias , y nuevas máquinas , ha mejorado otras , ha enriquecido las artes con nuevos inventos , y ha dado nueva per-

Desagu-
liers.

feccion á la física. Muchas máquinas suyas están aun en uso en las escuelas, y en la sociedad; y su curso de física es el primer curso que se cita con veneracion por los físicos y por los matemáticos. Pero el curso de física de Desaguliers no era un curso completo, ni abrazaba toda la física; sus máquinas, sus experiencias, y sus descubrimientos ocupaban una gran parte de él; la mecánica era el principal, y casi el único objeto de sus lecciones; y las otras materias eran tratadas ligeramente, y muchas eran tambien del todo omitidas; en suma faltaba aun una física que pudiera llamarse completa. Esta fue la obra del gran físico, y matemático s'Gravesande. Profundamente versado en cada punto de la física entra en todos con dominio y maestría, demuestra matemáticamente sus principios, y los prueba con las experiencias, abraza en algunos puntos las doctrinas de otros, pero las corrige, las mejora, y las aumenta con sus importantes descubrimientos, y es en otros enteramente original, é inventor de nuevas teorías: la severidad geométrica regula sus razones,

s'Gravesande.