

EL "CURSO DE FISICA GENERAL" DE DIEGO ESTANISLAO DE ZA VALETA

por CELINA ANA LERTORA MENDOZA

EL AUTOR

Es sabido la importancia que tuvo en los medios intelectuales rioplatenses de fin del s. XVIII el Colegio de San Carlos. El P. Furlong¹ ha destacado las diferencias bastante profundas que en materia de doctrina y enseñanza reinaban en los dos grandes centros de esta época: Buenos Aires y Córdoba. Mientras la tendencia cordobesa —dirigida por los Padres Franciscanos— se caracterizaba por su apertura a las novedades filosóficas y científicas europeas, la bonaerense se mantuvo en las líneas de la filosofía escolástica tradicional, y aunque no desconoció los aportes de la modernidad, no los incorporó a su cosmovisión filosófica, que siguió siendo siempre esencialmente la tradicional. Por eso ha podido hablarse de un renacimiento de la Escolástica en Buenos Aires a fin de dicho siglo. Es claro que para valorar este renacimiento no es posible tomar en cuenta sino las figuras que además de seguir la tradición, presenten verdaderas características de pensadores de garra, capaces de aportar cierta originalidad y no limitarse a las fórmulas antiguas.

Diego Estanislao de Zavaleta está reconocido como uno de estos pensadores, además de la importante labor que cumplió como reli-

1 GUILLERMO FURLONG, S. I., *Nacimiento y desarrollo de la Filosofía en el Río de la Plata*, Editorial Kraft, Bs. As., 1952, p. 359.

gioso y político en los primeros años de la Revolución. A veces la importancia de este segundo aspecto de su vida ha oscurecido el primero; por ejemplo el estudio biográfico de Ruiz Guñazú² se ocupa principalmente de su actuación posterior a 1810, limitándose a pocas referencias correspondientes a su trayectoria como profesor de filosofía. Los datos que poseemos sobre ella son escasos³: nacido en 1768, en Tucumán, cumplió sus estudios en el Colegio de Santo Domingo y luego en San Carlos, circunstancia que indican expresamente los códigos de sus Cursos de Metafísica y de Física General. Fue alumno de Antonio Rodríguez de Vida, y como tal defendió una tesis conforme a las teorías de su maestro en 1783. Su labor como profesor abarca un período muy corto de su vida, ya que comienza en 1791 y termina definitivamente en 1810, cuando otras preocupaciones lo llevaron por los caminos de la política revolucionaria naciente, llegando a ser dos veces congresal. Durante el trienio de 1795-1797 ocupó la cátedra de Filosofía del Colegio de San Carlos, dictando los cursos de Metafísica, Física General y Física Particular. No nos ha llegado ningún escrito directo de su mano, pero podemos apreciar sus ideas y el carácter de su enseñanza a través de los códigos que contienen sus lecciones tomadas por alumnos asistentes a sus cursos. Felizmente se han conservado los tres, aunque no en buen estado: el de Metafísica en el Convento de Santo Domingo, el de Física General en la Biblioteca Nacional (actualmente incorporado este legajo al Archivo Nacional) y el de Física Especial en el Consejo de Educación de la Ciudad de Buenos Aires.

Aunque en el comentario a su obra de Física General aparecerán las características más importantes de su pensamiento, no estará de más que sinteticemos aquí su posición filosófica fundamental. Se lo ha caracterizado como suareziano, antiescotista y antitomista. Por otra parte está decididamente en contra de las

2 ENRIQUE RUIZ GUÑAZÚ, *El Deán de Buenos Aires, Diego Estanislao de Zavaleta*, Ediciones Peuser, Bs. As., 1952.

3 G. FURLONG, S. I. *ob. cit.* p. 364.

"corrientes modernas", o sea tanto la línea racionalista (Descartes, Malebranche, Leibniz) como la empirista (Hobbes). Su concepción sobre la filosofía es pues, en lo fundamental, la de la corriente escolástica llegada a él a través de Suárez. La Filosofía especulativa comprende la física y la metafísica; la filosofía práctica la ética. Entre física y metafísica hay una relación necesaria. Esta es exigida como coronamiento y culminación de aquélla. La física, por otra parte, es concebida a la manera tradicional, como una cosmología y no al modo en que la entendían los científicos; una rama separada y experimental. Por eso no llega a aceptar una separación tajante entre ciencia y filosofía, y los problemas estrictamente científicos de la física quedarán incorporados como apéndices a las temáticas clásicas de la cosmología. En todo esto Zavaleta se muestra sumamente coherente, pues debemos reconocer que tanto en física como en metafísica, la incorporación de los temas modernos se hizo con mucho cuidado, sin romper la unidad de pensamiento fundamental, pero tampoco sin alterar esas teorías y sacarlas de su verdadero sentido y contexto. Inclusive hay aportes modernos que acepta sin retaceos, lo que demuestra su apertura filosófica, y a la vez su capacidad de síntesis, pues, como indicamos, el edificio de corte escolástico sigue perfectamente en pie y no queda desdibujado por los añadidos. Por eso su obra, aunque no sea una construcción totalmente original, tampoco es un fácil eclecticismo ni una repetición monótona de la enseñanza de la Escuela, y en ese sentido conserva un considerable valor filosófico.

LA OBRA

Como hemos indicado, el curso de Física dictado en el Colegio de San Carlos se conserva en un Códice en el Archivo Nacional⁴, tomado por un discípulo cuyo nombre desconocemos. El título es

4 Archivo Nacional; Biblioteca Nacional, legajo nº 95.

el siguiente: *Elementa/Philosophiae universae/ ingrariam/Studio-
sae juventutis Regii Sancti Caroli / Bonaeropolitani Convictorii
schola/ ribus acomodata./ A / D. Dre Dn. Didaco Stanislaao de
Za/valeta olim ejusdem convictorii allumnum/ nuc in eodem phi-
losophiae profesore/. Secunda pars j seu Phisica Generalis/ Incepta
die tertio Augusti/ anno Domini millesimo/ septungentessimo nona/
gessimo quinto.*

Descripción

El código no conserva su encuadernación original sino que está reencuadernado modernamente, incluyendo páginas adicionales, la primera de las cuales traduce la carátula latina. El estado de las hojas es bastante malo y la mayoría han sido restauradas, a pesar de lo cual los bordes de muchas de ellas están tan deteriorados que la escritura ha desaparecido. La labor de reconstrucción total y exacta del texto será muy difícil pues a veces falta o es ilegible más de una tercera parte de cada renglón, sobre todo al comienzo. Además presenta numerosos agujeros producto de poyas y en ciertas partes la escritura se ha borroneado.

El manuscrito consta de 385 páginas no numeradas, aunque en algunas páginas es legible la primitiva numeración por folios, y además dos láminas en doble tamaño, con varias figuras que corresponden a distintas partes del texto. La primera lámina (*Tabula prima*) contiene cuatro figuras, dos de las cuales se numeran fuera y dos dentro del mismo dibujo. Tres de ellas corresponden a los cálculos sobre inmersión y la cuarta a condiciones de equilibrio abstractas. La segunda lámina (*Secunda*) contiene seis dibujos; los dos primeros parecen corresponder a los temas de equilibrio abstracto, los dos siguientes son representaciones del equilibrio de líquidos en tubos comunicantes y los restantes a óptica. El tamaño es el tradicional en 8º y cada página contiene aproximadamente treinta renglones. La letra es encadenada, derecha, con tendencia a terminar los rasgos hacia arriba, y a acentuar los ángulos infe-

riores de las letras. El escritor prefiere las iniciales mayúsculas muy rebuscadas y adornadas, lo que a veces las torna casi irreconocibles. Lo mismo puede decirse de algunas letras, como la *d* (especialmente), la *t*, la *r* y la *p*. Las abreviaturas utilizadas son las corrientes para la época: de terminación de palabras e interiores. De las abreviaturas terminales las más utilizadas son la *m* de los acusativos, que se suple con un trazo un poco más largo que el común; pero como en general el escritor termina la palabra con un largo trazo, esta abreviatura no es reconocible directamente sino más bien por el sentido. La otra abreviatura común es la terminación *bus* indicada con una *s* en alto; las terminaciones *tur* de la voz pasiva de los verbos se indican asimismo por una *r* en alto. El uso de abreviaturas terminales e interiores no es constante, de modo que muchas palabras se escriben completamente. En general se trata de abreviar poco los títulos y las conclusiones o tesis. En cuanto a las abreviaturas interiores las más utilizadas son las ya clásicas en escritos de filosofía: para el *esse* dos *s* con un trazo pequeño ondulado arriba. El mismo trazo indica en general en esta escritura la falta de cualquier sílaba interior, sin detalle especial, de modo que puede suplir por varios signos que se utilizan en estos casos, y la palabra se interpreta por el sentido.

Los títulos y las tesis generales se escriben en letras un poco más grandes, aunque conservando la misma forma de los caracteres y se distinguen fácilmente por la mayúscula inicial muy adornada. Una característica especial de este código, que no es común a otros, es la gran cantidad de subrayados. Se señalan así no sólo palabras sueltas sino frases enteras, a veces gran parte de la página. Estos subrayados pertenecen al original y no son agregados posteriores; están hechos a mano pero prolijamente. Debe señalarse sin embargo, que no siempre marcan partes de texto realmente importante, como pruebas, conclusiones, o terminología especial; por lo cual debe más bien considerarse que no responden a un énfasis especial dado por el profesor a las mismas, sino a las

preferencias o interpretación personal del escritor; y en tanto lo creemos así no las tomamos especialmente en cuenta.

Estructura

La estructura general del tratado es la común a todos los escritos que reflejan la forma escolástica de enseñanza. Los temas se dividen en secciones, éstos a su vez en cuestiones, que enfocan un tema en forma de pregunta, sigue un tratamiento de las razones en pro y en contra de la fórmula propuesta por el autor, y por fin las conclusiones, que son propiamente las tesis defendidas por el profesor. Inmediatamente siguen la resolución de los argumentos y las instancias, y en algunos casos corolarios sobre temas más o menos afines, generalmente aclaratorios de la teoría principal expuesta en el cuerpo de la cuestión.

El libro comienza con un prefacio en que se explica someramente el tema o contenido general de la materia, el nombre y su ubicación en la filosofía. Sigue un segundo título *Phisica generalis*⁵ en que se hace la división entre física general y especial, para comenzar inmediatamente con los temas del tratado.

El código carece de índice, pero a fin de dar una idea sinóptica de los temas que explicaremos más detenidamente en el próximo apartado, podemos presentar el siguiente cuadro de la estructura de la obra:

1. *Sección primera*: naturaleza del cuerpo y sus principios.
 - 1.1. *Cuestión primera*: la esencia del cuerpo físico.
 - 1.1.1. *Conclusión primera*: la esencia del cuerpo no es la extensión actual.
 - 1.1.2. *Conclusión segunda*: la esencia del cuerpo no es la impenetrabilidad actual.
 - 1.1.3. *Conclusión tercera*: la esencia de los cuerpos es formal.
 - 1.2. *Cuestión segunda*: los principios de los cuerpos naturales.

⁵ p. 6, línea 23. En todos los casos el manuscrito se cita por página y línea.

- 1.2.1. Conclusión primera: el cuerpo se compone de dos principios.
- 1.2.2. Conclusión segunda: el compuesto de materia posee átomos.
2. *Sección segunda*: impenetrabilidad, divisibilidad, porosidad y figura.
 - 2.1. Cuestión primera: la impenetrabilidad como propiedad general de los cuerpos.
 - 2.1.1. Conclusión primera: la impenetrabilidad es una propiedad general de los cuerpos.
 - 2.2. Cuestión segunda: sobre la sensibilidad de los cuerpos.
 - 2.2.1. Conclusión primera: el continuo no se compone de partículas físicamente divisibles al infinito.
 - 2.2.2. Conclusión segunda: el continuo no se compone de puntos matemáticos actuales.
 - 2.2.3. Conclusión tercera: el continuo no se compone de puntos sólo virtualmente divisibles.
 - 2.2.4. Conclusión cuarta: el continuo físico parece componerse de puntos físicos de magnitud diversa, físicamente indivisibles, y formalmente divisibles.
 - 2.3. Cuestión tercera: la figura y porosidad como característica común de los cuerpos físicos.
 - 2.3.1. Conclusión primera: todos los cuerpos tienen poros.
 - 2.3.2. Conclusión segunda: no puede determinarse la cantidad absoluta de poros, pero sí la cantidad relativa.
 3. *Sección tercera*: sobre lo raro, lo denso y el vacío.
 - 3.1. Cuestión primera: qué es la condensación y el enrarecimiento.
 - 3.1.1. Conclusión primera: el enrarecimiento no depende del lugar
 - 3.1.2. Conclusión segunda: el enrarecimiento se produce por separación de las partículas y la condensación por su congregación.
 - 3.2. Cuestión segunda: si existe o por lo menos es posible el vacío.

- 3.2.1. Conclusión primera: es imposible el vacío en la naturaleza.
- 3.2.2. Conclusión segunda: en este mundo no existe el vacío.
- 3.2.3. Conclusión tercera: puede darse un vacío relativo por diseminación.
4. *Sección cuarta*: la pesadez y liviandad de los cuerpos, y su elasticidad.
 - 4.1. Cuestión primera: la causa de la elevación de los cuerpos.
 - 4.1.1. Conclusión primera: la elasticidad de los cuerpos se debe al fácil ingreso del fluido en sus poros.
 - 4.1.2. Conclusión segunda: la elasticidad no consiste en una fuerza repulsiva de las partes entre sí.
 - 4.1.3. Conclusión tercera: basta para explicar el punto la elasticidad pasiva.
 - 4.1.4. Conclusión cuarta: el principio activo del movimiento elástico depende de varias causas y se sobreañade a la disposición pasiva del cuerpo elástico.
 - 4.2. Cuestión segunda: en qué consiste la gravedad.
 - 4.2.1. Conclusión primera: la gravedad no es una potente a las partes, según la teoría de los atomi peripatéticos.
 - 4.2.2. Conclusión segunda: no es necesario admitir la existencia de una fuerza de gravedad en las partes.
 - 4.2.3. Conclusión tercera: el movimiento de los cuerpos no depende de la clase de sustancia que tiene un tipo especial de movimiento.
 - 4.2.4. Conclusión cuarta: la gravedad no se explica por los efluvios de los cuerpos.
 - 4.2.5. Conclusión quinta: rechaza la explicación de Zanchi.
 - 4.2.6. Conclusión sexta: la gravedad de los cuerpos depende de leyes naturales establecidas por Dios de modo que ellos se mueven de determinada manera.
5. *Sección quinta*: sobre el movimiento local en general.

- 5.1. Cuestión primera: qué es el movimiento local y qué es el reposo.
- 5.2. Cuestión segunda: la causa del movimiento local.
 - 5.2.1. Conclusión primera: Dios no es la única causa del movimiento local.
 - 5.2.2. Conclusión segunda: en este universo no se conserva siempre la misma cantidad de movimiento.
 - 5.2.3. Conclusión tercera: la existencia del movimiento local no depende de la sustancia del cuerpo natural.
 - 5.2.4. Conclusión cuarta: el cuerpo natural en cuanto tal no es causa del movimiento local.
- 5.3. Cuestión tercera: los impedimentos del movimiento y si existe positivamente una fuerza de inercia.
 - 5.3.1. No es necesario admitir una fuerza de inercia distinta de la misma gravedad.
6. *Sección sexta: sobre el movimiento en especial.*
 - 6.1. Cuestión primera: el movimiento acelerado de los cuerpos pesados.
 - 6.1.1. Conclusión primera: los movimientos de gravedad en línea perpendicular se aceleran según una proporción.
 - 6.1.2. Conclusión segunda: explicación de la aceleración.
 - 6.1.3. Conclusión tercera: el movimiento de gravedad en línea perpendicular se acelera según una proporción aritmética.
 - 6.2. Cuestión segunda: el movimiento reflejo y su origen.
 - 6.2.1. Conclusión primera: la causa del movimiento reflejo está en el primer ímpetu y el medio atravesado.
 - 6.2.2. Conclusión segunda: la causa especial del movimiento reflejo es la elasticidad del cuerpo reflectente.
 - 6.3. Cuestión tercera: sobre la percusión o choque y colisión de los cuerpos elásticos y no elásticos.
 - 6.4. Cuestión cuarta: los movimientos compuestos y sus principios generales.

7. *Sección séptima:* sobre el equilibrio.

7.1. Cuestión primera: qué es el centro de gravedad.

7.2. Cuestión segunda: el principio general de estática y la razón física del equilibrio.

7.2.1. Conclusión: el equilibrio es causado por la igualdad recíproca de las fuerzas en juego.

8. *Sección octava:* el equilibrio de los líquidos.

8.1. Cuestión primera: si y cómo todos los líquidos alcanzan equilibrio.

8.1.1. Conclusión primera: todos los líquidos pueden componer equilibrio.

8.1.2. Conclusión segunda: el equilibrio en los líquidos homogéneos.

8.1.3. Conclusión tercera: el equilibrio en los líquidos heterogéneos.

8.2. Cuestión segunda: la razón por la cual los líquidos toman la forma del recipiente.

8.3. Cuestión tercera: el equilibrio entre sólidos y líquidos.

8.3.1. Conclusión primera: el equilibrio del sólido sumergido depende de la pesadez específica.

8.3.2. Conclusión segunda: un sólido en un líquido específicamente más pesado no se sumerge totalmente.

8.3.3. Conclusión tercera: un cuerpo sólido en un líquido específicamente más leve se sumerge totalmente.

9. *Sección novena:* sobre el calor y el frío.

9.1. Cuestión primera: en qué consiste el calor.

9.1.1. Conclusión: el calor parece consistir formalmente en la expansión muy acelerada y la agitación de las partículas.

9.2. Otras cuestiones relacionadas:

9.2.1. Surgimiento del calor.

9.2.2. La fermentación de los cuerpos cálidos.

9.2.3. La comunicación del calor.

- 9.2.4. La ebullición.
- 9.2.5. La extinción de la llama.
- 9.3. Cuestión segunda: en qué consiste el frío.
- 9.3.1. Conclusión: el frío consiste en la aminoración del calor por la remisión del movimiento y el aquietamiento de las partes.
- 9.4. Cuestiones conexas: explicación de los glaciares y otros casos de enfriamiento.
- 10. *Sección décima*: la solidez y fluidez de los cuerpos.
- 10.1. Cuestión única: por qué los cuerpos son sólidos o fluidos.
- 10.1.1. Conclusión primera: la solidez de un cuerpo no depende de la quietud de sus partes ni la fluidez de su movimiento.
- 10.1.2. Conclusión segunda: la solidez de los cuerpos no se debe a la atracción newtoniana.
- 10.1.3. Conclusión tercera: tampoco se explica la solidez por la presión.
- 10.1.4. Conclusión cuarta: la firmeza y consistencia del cuerpo se debe a la contextura o plexo molecular.
- 10.1.5. Conclusión quinta: la fluidez del cuerpo consiste en la cualidad de solubilidad y expansabilidad de las partes.
- 11. *Sección undécima*: Sobre el sabor y el olor.
- 11.1. Cuestión primera: En qué consiste el sabor.
- 11.1.1. Conclusión: El sabor se debe a las partículas salinas de diverso tamaño y multitud que se encuentran en los cuerpos.
- 11.2. Cuestión segunda: En qué consiste el olor físico.
- 11.2.1. Conclusión primera: el olor se propaga por el efluvo de las partículas.
- 11.2.2. Conclusión segunda: el olor consiste en partículas salino-sulfurosas de determinada magnitud, figura y cantidad que salen de los cuerpos y atraviesan el medio ambiente.
- 12. *Sección duodécima*: El sonido.

- 12.1. Cuestión única: En qué consiste el sonido y cómo se propaga.
- 12.1.1. Conclusión primera: El sonido primitivo consiste en las vibraciones de las partes del cuerpo sonoro.
- 12.1.2. Conclusión segunda: El sonido derivado se obtiene por las vibraciones parciales de un medio de cierta densidad y elasticidad.
13. *Sección décimotercera*: Sobre la luz y los colores.
- 13.1. Cuestión primera: Qué es la luz.
- 13.1.1. Conclusión primera: La luz no es un accidente absoluto en el sentido de los peripatéticos.
- 13.1.2. Conclusión segunda: La luz no consiste solamente en la inclinación hacia lo fluído partiendo desde el centro del cuerpo.
- 13.1.3. Conclusión tercera: La luz no consiste en el movimiento vibratorio celerísimo en forma rectilínea.
- 13.1.4. Conclusión cuarta: La luz parece consistir en partículas o corpúsculos substanciales que surgen del cuerpo luminoso, y se difunden desde el centro hacia la periferia.
- 13.2. Cuestión segunda: Sobre la diafanidad, y la reflexión y refracción de la luz.
- 13.2.1. Conclusión: Los cuerpos sensibles tienen una formalidad por la cual son diáfanos y comunican la luz en línea recta en todas las direcciones; son opacos los cuerpos que comunican la luz en línea no recta.
- 13.3. Cuestión tercera: En qué consiste la aprehensión de los colores.
- 13.3.1. Conclusión primera: El espectro se compone de haces de luz refractables de diverso modo.
- 13.3.2. Conclusión segunda: Toda luz homogénea tiene su propio color y la refractabilidad correspondiente.
- 13.3.3. Conclusión tercera: El color blanco consiste en la mixtion de todos los colores.

Como puede apreciarse por el cuadro que antecede, los temas tratados por Zavaleta son muy variados, habiendo incorporado ciertos problemas que más bien corresponderían a la Física especial. El orden de las cuestiones es también bastante extraño; en general hay dos modos de encarar el estudio de la física cosmológica: o bien tomando el orden tradicional de la física de Aristóteles, es decir, iniciando el tratado con el problema de los principios de los cuerpos naturales para seguir con el movimiento en general, luego los movimientos en especial, el continuo, y al final los demás temas referidos a las cualidades; la otra forma, bastante común en la escolástica a partir del s. XVII consiste en centrar el problema cosmológico en el tema de la cantidad, y a partir de allí desarrollar todo lo demás. Zavaleta no sigue ninguna de estas dos orientaciones clásicas, lo único que guarda en común con las posiciones mencionadas es el comienzo, o sea, la naturaleza y composición del cuerpo físico. No obstante no puede decirse que el tratado carezca de sistematicidad; ocurre que ésta debe buscarse en una reordenación de las secciones, dividiéndolas en grandes temáticas, por donde aparecerá mejor la estructura unitaria del tratado. Creemos que dicha ordenación es la siguiente:

1º) *Naturaleza y principios del cuerpo natural*: éste es el tema obligado como comienzo de toda cosmología filosófica, y precisamente es la parte en que se aprecia la total dependencia de Zavaleta con respecto a la tradición escolástica. Comprende la sección primera.

2º) *Las propiedades físicas de los cuerpos en general*: la anterior composición, aunque es propiamente física en el sentido de que se estudian los componentes o coprincipios reales de los cuerpos naturales, sin embargo está fuera de la experiencia y se deduce racionalmente por la necesidad de explicación de la composición última.

A partir de aquí continúa el estudio de las propiedades experimentales; de entre ellas algunas, por ser más generales, corres-

ponden a todos los cuerpos. Se tratan en las secciones *segunda a cuarta*, siendo los temas los siguientes:

- a) La impenetrabilidad y la porosidad.
- b) La divisibilidad.
- c) La figura.
- d) La densidad y su contrario.
- e) La gravedad (o peso) y su contrario.

3º) *El tema del movimiento*: Después de estudiar las propiedades generales de los cuerpos se aborda el movimiento como una propiedad especial. Sin embargo no se analiza el movimiento en sentido aristotélico (como cambio en los predicamentos de cantidad, cualidad y lugar) sino sólo el movimiento local. Este a su vez se estudia en general, o sea, su definición y causas, y en especial. Los movimientos especiales que trata Zavaleta no son todos los que podrían considerarse sino los que planteaban problemas a la física experimental: el movimiento de gravedad, el movimiento reflejo y el choque.

4º) *Los temas especiales provenientes de la física experimental*: Hasta aquí los temas, si bien dispuestos en orden diferente, son los clásicos desde la Antigüedad, constituyendo el núcleo fundamental de lo que es propiamente la cosmología. Pero el aporte notorio y considerable de la física experimental inclinó a introducir cuestiones que estrictamente no tienen solución filosófica sino más bien científica, dependiendo muy directamente de las experiencias de laboratorio. Su inclusión en un Curso de Filosofía es discutible desde el punto de vista sistemático, y sobre todo por colocarlos en el mismo plano que los anteriores y pretender una respuesta de corte filosófico. No obstante indica por una parte una laudable apertura de pensamiento al no encasillarse en los temas antiguos, y por otra una labor de información que desde el punto de vista didáctico puede considerarse conveniente.

Estos temas tomados de la ciencia son los siguientes:

- a) El equilibrio, que corresponde a las secciones séptima y octava.
- b) El calor, estudiado en la sección novena.
- c) La solidez y fluidez, tema de la sección décima.
- d) El sabor.
- e) El olor (puntos estudiados conjuntamente en la sección undécima).
- f) El sonido, correspondiente a la sección duodécima.
- g) La luz y los colores, materia de la última sección.

Indicados así en forma más sistemática los temas que abarca este tratado, pasemos a analizar someramente lo principal de su contenido.

Análisis

Como ya indicamos, el libro comienza con un *Praefatio* en que se explica la definición nominal y real de *Phisica*, entendida como filosofía natural, y los temas centrales de la misma. Comprende también un exordio sobre la importancia de dicho estudio avalándose en el pensamiento de Cicerón y Séneca ⁶. En los prolegómenos a la Física General ⁷ se explica el objeto formal de esta disciplina: el estudio de los principios reales de los cuerpos naturales.

Naturaleza y principios de los cuerpos físicos

El primero de los temas se inicia con la pregunta "¿Qué es el cuerpo o sea cuál es su esencia física?" ⁸. Para responder a este problema comienza por el análisis del fenómeno de la generación y corrupción y su necesidad de explicarlo. Este planteamiento está

6 p. 3.

7 p. 5, 1.14 y sgtes.

8 *Sextio I^o*, *Questio I^o*, p. 6, 1.26 y sgtes.

de acuerdo con la más pura tradición escolástica y especulativa. Las conclusiones, conforme a su sistema, comienza por la determinación negativa, precedidas y seguidas por la explicación de las posiciones que rechaza. La primera conclusión⁹ niega que la razón formal del cuerpo consista en la extensión actual. La extensión actual supone la actualidad de tres dimensiones: latitud, longitud y profundidad, según la teoría cartesiana. El rechazo de Zavaleta es explícito y sin concesiones. En la segunda conclusión se rechaza la posición de Gassendi, de que la esencia del cuerpo físico consista en la impenetrabilidad actual¹⁰. La tercera conclusión¹¹ expresa positivamente, que la esencia del cuerpo debe provenir de un principio formal. Dejará para la cuestión segunda la determinación más explícita. Las razones por las cuales se niegan las dos posiciones mencionadas son diferentes; observemos que Descartes presenta su concepción de la esencia del cuerpo dentro de todo su sistema filosófico: la *res extensa* como opuesta a la *res cogitans*; al rechazar su definición de cuerpo se rechaza en bloque la construcción dualista cartesiana. En cambio Gassendi no es un filósofo, y su definición de cuerpo depende claramente de nociones empíricas: lo que más inmediatamente caracteriza a un cuerpo natural es la imposibilidad de confundirse con otro, o sea, la impenetrabilidad. Gassendi no pretendía fijar la esencia formal sino indicar una característica o determinación suficiente para discernir un cuerpo de otro. Zavaleta da a esta afirmación un alcance mayor que el que en realidad tiene, y por eso le opone su concepción de que la definición esencial de cuerpo debe contener un principio formal.

En la cuestión segunda¹² se pregunta cuáles son los principios de los cuerpos naturales. La característica de estos principios son

9 p. 9, 1.11.

10 p. 11, 1.17.

11 p. 11, 1.29.

12 p. 18, 1.11.

las siguientes: deben ser intrínsecos y deben ser universales, es decir, encontrarse en todo cuerpo. La primera conclusión anuncia la teoría clásica aristotélica¹³: todo cuerpo debe componerse de dos principios. Estos principios no son de naturaleza meramente sensible sino requisitos de inteligibilidad de todo cuerpo en tanto tal. Según Zavaleta este es uno de los problemas más importantes e interesantes de la cosmología, como realmente lo es; y aún es importante su polémica con los sistemas opuestos. Para los atomistas clásicos (Demócrito, Leucipo, Epicuro, etc.), el cuerpo natural se explicaba suficientemente como un conjunto de átomos o partículas indivisibles, de infinitas formas, que reuniéndose y disgregándose constituirían los cuerpos de nuestra experiencia; dichos átomos son eternos y no existe ningún principio del universo fuera de ellos. El atomismo antiguo es una explicación filosófica cuya refutación ya encontramos en Aristóteles¹⁴ retomada en lo sustancial por Zavaleta. El atomismo científico, en cambio, es de más moderna data y proviene de Gassendi y Newton, teniendo como antecedente filosófico el mecanicismo que Descartes admitía para la *res extensa*. Estos científicos no daban un alcance filosófico a su teoría, y admitían que los átomos fueron creados por Dios y que existen leyes naturales determinadas por la Divina Providencia, excluyendo así el azar sustentado por los antiguos. Zavaleta admite que un cuerpo material pueda contener átomos (en el sentido moderno) y así lo concede en la segunda conclusión¹⁵, pero según él este sistema nada explica, pues lo que hay que contestar es por qué un cuerpo es tal y es distinto de otro, es decir, se pregunta por los principios que contienen la razón suficiente de la diversidad de los cuerpos; y los átomos, de cualquier modo que se los conciba (como infinitos o finitos, iguales o de diferente magnitud, o figura, etc.), serán siempre cuerpos y por lo tanto reque-

13 p. 19, 1.15.

14 Cf. *Física*, Lib. I, cap. 4 y Lib. II, cap. 8.

15 p. 27, 1.15.

rirán a su vez explicación de su estructura. En realidad el atomismo del S. XVIII, en opinión de Zavaleta, explica *cómo* se forman los cuerpos compuestos, pero no cuál es la diferencia específica entre los átomos, siendo insuficiente, como observa con agudeza, los criterios exteriores tales como el tamaño o la figura.

En cambio, la explicación escolástica de la composición materio-formal satisface los requisitos de una verdadera y universal explicación, dando razón de cualquier cuerpo, simple o compuesto, y de la diversidad de los mismos. Añade también que esta explicación vale para los cuerpos simples sobre todo, es decir, para los que no son meros agregados de otros cuerpos, pues estos se explican suficientemente por sus componentes. Por lo tanto la composición materio-formal se requiere para explicar la generación de las sustancias simples¹⁶, siendo precisamente ese el origen de la construcción peripatética.

Propiedades físicas de los cuerpos en general

La primera propiedad, derivada inmediatamente de la consideración anterior es la *impenetrabilidad*, tratada en la cuestión primera de la segunda sección¹⁷ en los siguientes términos: si la impenetrabilidad es una propiedad común a todos los cuerpos, a lo cual se responde afirmativamente en la conclusión¹⁸: todo cuerpo sea sólido o fluido es impenetrable y por lo tanto la impenetrabilidad es una propiedad común a todos los cuerpos. La prueba distingue los cuerpos sólidos de los fluidos porque en estos esa propiedad no aparece con tanta evidencia; y puesto que los cuerpos o son sólidos o fluidos, y ninguna de ellos es penetrable, se concluye la impenetrabilidad. Además se apunta, aunque no muy expresamente, que esta propiedad se deriva de la misma composición física objeto de la sección anterior.

16 Cf. p. 30.

17 p. 36, 1.17.

18 p. 37, 1.15.

La segunda gran cuestión es la *divisibilidad*, tema de la cuestión segunda¹⁹: si los cuerpos sensibles son divisibles y de qué modo. Las respuestas suponen tratar primeramente sobre la naturaleza y propiedades del continuo, a que se refieren las cuatro conclusiones de esta cuestión. En su posición se coloca en contra de tesis que contaban con la simpatía de otros escolásticos como Lugo, Arriaga, Juan de Ulloa y Luis de Losada²⁰. La primera tesis rechazada es que el continuo no se compone de partículas divisibles al infinito²¹, la segunda es que el continuo no se compone de partes matemáticas o puntos. Estas dos observaciones son muy justas porque Zavaleta se interesa por la divisibilidad y composición del continuo *físico* y por lo tanto no es correcto mezclar los planos de inteligibilidad. En matemática puede decirse que los puntos componen una línea o una superficie, pero eso no puede extrapolarse y afirmar que un continuo físico se componga *realmente* de puntos matemáticos. La tercera conclusión²³ niega que el continuo se componga de puntos sólo virtualmente divisibles. En efecto, ésta es una proposición incorrecta pues el punto es formalmente indivisible y no divisible. Por lo tanto de ninguna manera se puede decir que un continuo físico se componga de puntos.

La tesis afirmada está explícita en la conclusión cuarta²⁴: el continuo físico parece componerse de puntos físicos de diversa magnitud, siendo físicamente indivisibles y formalmente divisibles.

A primera vista esta conclusión puede parecer extraña y llena de los errores antes criticados, e inclusive contradictoria con las negaciones ya expresadas. En efecto, se dice que el continuo se compone de puntos, que estos son "físicamente" indivisibles y "formalmente" divisibles. Esta conclusión merece algún comenta-

19 p. 39, l. 20.

20 Cf. FURLONG, S. I. *ob. cit.*, p. 369.

21 p. 46, l. 14.

22 p. 47, l. 12.

23 p. 48, l. 9.

24 p. 49, l. 21.

rio, pues rectamente entendida, no obstante algún deslíz de lenguaje, expresa la correcta teoría escolástica, de raíz aristotélica, sobre la composición del continuo físico. En primer lugar, cuando aquí Zavaleta habla de "puntos" no debe entenderse esta palabra en sentido matemático, sino físico, y en ese caso puede tomarse como equivalente a "partes", lo cual explica que diga que son "de diversa magnitud". La parte final "físicamente indivisibles y formalmente divisibles" significa claramente la distinción entre la divisibilidad física del compuesto real, o sea del cuerpo, y la divisibilidad formal de la cantidad; quiere por lo tanto decir que en la realidad física no podemos dividir un cuerpo al infinito, en cuanto es determinada sustancia (aplicación de la teoría aristotélica del "mínimo natural"), pero en cuanto es cantidad es formalmente divisible al infinito.

En la cuestión tercera²⁵ se pregunta si tener figura y poros es común a todos los cuerpos. No obstante la doble pregunta, las conclusiones se refieren sólo a los poros. En la primera²⁶ se afirma que todos los cuerpos tienen poros, sean sólidos o líquidos. En la segunda²⁷ se explica que no es posible determinar la cantidad absoluta de poros pero sí la cantidad relativa. Esta conclusión tiene en cuenta el estado de avance de la ciencia en su tiempo, y la imposibilidad de mediciones exactas; en cuanto a la cantidad relativa, significa que por medios experimentales puede determinarse si una sustancia es más porosa que otra, y cuánto. La importancia de los poros es bastante considerable pues juegan en los problemas de elasticidad, movimiento reflejo, choque, solidez y fluidez, etc.

El siguiente de los temas abordados es la densidad y su contrario, el enrarecimiento²⁸. Estas propiedades de los cuerpos habían sido extensamente tratadas por los antiguos y medievales,

25 p. 58, 1.11.

26 p. 59, 1.10.

27 p. 61, 1.19.

28 *Sectio tertia*, p. 63, 1.2.

sirviéndose de ellas para explicar el movimiento hacia los lugares naturales, y como características de los cuatro elementos fundamentales y sus derivados. En la cosmología tradicional, el binomio densidad-enrarecimiento cumplía una función importante dentro de la explicación total de los movimientos de los cuerpos sublunares. Así, según la teoría peripatética, seguida en lo fundamental por los árabes y el medioevo cristiano, los cuerpos son densos debido a una determinada formalidad que los hace tales; todo cuerpo denso es pesado siendo la tierra su prototipo, y todos los cuerpos compuestos son pesados según tengan más o menos composición de este elemento; a su vez el movimiento natural de los cuerpos pesados es hacia abajo, como el de los raros o livianos es hacia arriba. Abajo y arriba son lugares absolutos, y los movimientos que tienden a estos lugares naturales son también naturales, así como el reposo una vez alcanzado dicho lugar. Nada de esta construcción se mantuvo en la física experimental posterior: en primer lugar se rechazó la teoría de los cuatro elementos y sus propiedades y lugares absolutos. El reposo y el movimiento se explicarían según otras leyes. Es tal vez uno de los temas más profundamente modificados como consecuencia de las nuevas teorías. Debemos reconocer que Zavaleta encuentra sumas dificultades para adaptar el aparato escolástico, cerrado y completo en sí tal como se lo recibió del medioevo con las nuevas corrientes que evidentemente no desconocía y que le interesaban. La evidencia del error tradicional le obliga a rechazar el nexo entre densidad y lugar, en la primera conclusión²⁹ y a adoptar una postura más acorde con el pensamiento moderno, aunque queda un poco fuera de lugar en el contexto netamente escolástico mantenido hasta ahora: el enrarecimiento consiste formalmente en la separación de las partículas que componen los cuerpos raros, y la densidad consiste en su congregación. Debemos advertir que esta posición está casi precontenida

29 p. 65, l. 31.

en la afirmación escolástica (mantenida por ej. por Santo Tomás) de que el enrarecimiento proviene de una expansión de la materia. Pero ha sido necesario reemplazar el concepto vago de "materia" por el concreto de "partículas" para que la expresión tome el sentido casi científico con que aparece en el tratado.

La cuestión segunda de la sección ³⁰ está dedicada al vacío. Observemos en primer lugar que éste no parece ser el momento oportuno para tratar dicho tema; tradicionalmente el problema del vacío seguía o bien al estudio del lugar, como en Aristóteles ³¹ y sus comentaristas medievales, o bien el tocar el tema del movimiento, incluyéndolo en la pregunta particular; si es posible el movimiento en el vacío. En este tratado en cambio no se estudia específicamente el lugar, lo cual es una notable laguna, ya que es tema infaltable entre los escolásticos. Creemos ver en esta circunstancia una influencia, tal vez inconsciente, de la moderna física sobre las ideas de Zavaleta. En efecto, desde Galileo y Descartes el lugar dejó de ser "el límite inmóvil primero del continente inmediato" ³² que indica una relación de tipo cualitativo entre continente y contenido, para ser una relación matemática de distancia entre un cuerpo dado y un punto de referencia. De todos los problemas vinculados, sólo preocupó, por su importancia práctica, el de la localización, y aún así, no en cuanto a sus dificultades teóricas, sino a la necesidad de encontrar un sistema de medición suficientemente útil y exacto. Eso explica que el tema del lugar, por influencias modernas, haya desaparecido de un tratado de cosmología.

Por otra parte, el tema del movimiento, al que también puede vincularse el problema del vacío, carece en este curso de la extensión que le fue tradicional, reduciéndose a generalidades sobre el movimiento local para pasar a cuestiones directamente experimentales, como veremos. No queda pues, ningún lugar sistemático

30 p. 71, l. 1..

31 Cf. *Física*, Lib. IV, cap. 6 y sgtes.

32 ARISTÓTELES, *Física*, Lib. IV, cap. 4.

para el vacío; se lo incluye aquí como podría haberse hecho en otra parte, y sin relación visible con lo que antecede ni con lo que sigue. Las tres conclusiones de esta cuestión³³ pueden reducirse a una sola: no hay ni puede haber en este mundo vacío absoluto, respuesta de corte netamente aristotélico y sin ninguna concesión a los modernos. También los argumentos son sustancialmente los mismos, particularmente el peripatético de la imposibilidad del movimiento de lugar en el vacío. Sin quererlo Zavaleta confunde un poco dos planos de explicación: su negación del vacío absoluto tiene fundamento filosófico y se refiere al vacío también entendido filosóficamente, es decir, según aquella proposición contradictoria en sí misma que define al vacío como "un lugar en que no hay ningún cuerpo", rechazada por absurda en la escuela aristotélica. El vacío a que se refieren los modernos no ese ese, sino el vacío relativo o científicamente obtenible, que consiste en la extracción de todo cuerpo denso en la mayor medida posible, considerando siempre un receptáculo determinado, generalmente un tubo de ensayo. Hoy podemos ver claramente que entre dicho vacío relativo —que es posible— y el vacío absoluto de los antiguos no hay contradicción, sencillamente porque son dos cosas distintas. El científico no afirma que haya producido vacío en sentido filosófico, e incluso la prueba de que no es así es que en los mayores vacíos logrados por medios experimentales siempre se dan relaciones físicas (ondas, etc.). Digamos también, en descargo de Zavaleta, que los científicos contemporáneos suyos estaban muy lejos de estas precisiones y sus afirmaciones sonaban a veces con excesiva absolutez, lo que en cierta medida da derecho a que el filósofo les responda; hay, digamos, una confusión de planos por ambas partes, no demasiado grave, pero que conviene dejar en claro.

Toda la sección cuarta³⁴ está dedicada al estudio de la *gra-*

33 p. 76, 15; p. 77, 1.7 y p. 78, 1.3.

34 p. 84, 1.20.

vedad; tema éste indudablemente apasionante para quienes ya se habían puesto en contacto con los descubrimientos de Newton. Debemos decir aquí también que Zavaleta no desconocía estas teorías, como lo demuestra las continuas referencias que hace de ellas, pero su mentalidad seguía siendo la de un escolástico, y la incorporación de estos temas permanece exterior al sistema, arribándose a conclusiones no siempre fáciles de armonizar. Es evidente, como lo ha notado Furlong³⁵ que la Física experimental no era el fuerte de Zavaleta, mentalidad indiscutiblemente más filosófica que científica.

Sus desarrollos en esta parte no aportan nada nuevo y no merecen que nos detengamos demasiado en ellos, bastando con una somera reseña. En la cuestión primera³⁶ se pregunta en qué consiste la elevación, contestando con cuatro conclusiones. Primera³⁷; la elasticidad de los cuerpos de por sí no es causa suficiente de su elevación. Segunda³⁸; la elasticidad no consiste en una fuerza repulsiva de las partes. Tercera³⁹; la elasticidad pasiva es suficiente para explicar el ingreso de otro cuerpo por los poros. Cuarta⁴⁰; el principio activo del movimiento en los cuerpos elásticos proviene de varias causas sobrevinientes y sobreañadidas a la disposición de la elasticidad pasiva. Como vemos, estas conclusiones, además de ser un tanto oscuras, no explican estrictamente el problema propuesto; para completar el punto faltarían dos explicaciones esenciales: la relación entre la elasticidad y el movimiento que le corresponde, y el modo como se produce dicho movimiento. En la cuestión segunda⁴¹ se pregunta qué es la gravedad. De las seis conclusiones que siguen cinco son negativas y se refieren a diversas

35 Cf. G. FURLONG, *ob. cit.*, p. 369.

36 p. 84, 1.22.

37 p. 92, 1.4.

38 p. 95, 1.6.

39 p. 98, 1.16.

40 p. 100, 1.16.

41 p. 107, 1.19.

teorías. La primera ⁴² rechaza que la gravedad sea una fuerza especial que impulse a las partes del cuerpo, como sostenían los antiguos atomistas y la teoría peripatética. Ya hemos dicho que ésto es acorde con su rechazo de la teoría del lugar natural y de los movimientos naturales determinados por la pesadez o liviandad. Después de rechazar esta teoría se detiene bastante en la explicación de Newton ⁴³, transcribiendo incluso una parte de sus conclusiones. Termina rechazado, en segundo lugar ⁴⁴ que la fuerza de gravedad dependa de las partes del cuerpo. Tercero ⁴⁵ niega que la gravedad provenga del movimiento circular de determinadas sustancias. Sigue una explicación bastante detallada del movimiento centrípeto, conforme a las teorías de los físicos contemporáneos. Tampoco acepta ⁴⁶ que la gravedad se explique por los efluvios de los cuerpos, y por último rechaza la opinión de Zanchi y otros ⁴⁷ sobre las fuerzas obrantes en posiciones contrarias. Después de tantas críticas podríamos esperar o bien una solución estrictamente filosófica, determinada a priori, o un intento de solución personal. Zavaleta ha preferido el primer camino, y en un problema tan específicamente científico nos sorprende con la conclusión sexta ⁴⁸: la gravedad de los cuerpos terrestres depende de leyes naturales establecidas por Dios de tal manera que los cuerpos se mueven hacia el centro en su movimiento de descenso. Muchas cosas podríamos criticar en esta conclusión. En primer lugar la apelación directa a Dios como creador de la naturaleza y sus leyes, pues eso está fuera de la cuestión; además si dichas leyes no se explican en su contenido intrínseco y en sus efectos inmediatos en el comportamiento de los cuerpos, hablar de leyes naturales

42 p. 114, 1.10.

43 p. 115.

44 p. 117, 1.27.

45 p. 120, 1.15.

46 p. 122, 1.1.

47 p. 124, 1.24.

48 p. 126, 1.27.

es completamente inútil como explicación, pues como respuesta es tan amplia que abarca cualquier fenómeno y por ende no satisface formalmente a ninguno. Quede en descargo de Zavaleta que su intención no era proponer nuevas teorías físicas, para lo cual no estaba suficientemente preparado, y su solución salva filosóficamente la cuestión, aún a costa de la vaguedad de la respuesta.

El movimiento

Este tema que para la física aristotélica era de capital importancia merece, a los ojos de Zavaleta, un tratamiento mucho más breve. Indicamos ya que omití una serie de temas tradicionales: el cambio en general, como paso de la potencia al acto, a pesar de ser éste uno de los puntos admitidos sin discusión en la escolástica; el movimiento cualitativo; el movimiento cuantitativo y aún varios de los problemas que plantea el movimiento de lugar (movimiento rectilíneo, circular uniforme, retardado, acelerado, etc.).

De las dos secciones dedicadas al movimiento, la primera⁴⁹ trata del movimiento local en general, en dos cuestiones⁵⁰: definición de movimiento local y de reposo y causa del movimiento local. La definición no es propiamente tal sino más bien una descripción del cuerpo en movimiento, lo mismo puede decirse del reposo. Más interesantes son las conclusiones correspondientes a la segunda cuestión, que son cuatro y todas negativas, no apareciendo en ningún momento la parte positiva de la doctrina. En primer lugar⁵¹ afirma que Dios no es la única causa del movimiento local. Es esta una aplicación especial de la crítica general al ontologismo, en el sentido de que Dios no es única causa de los fenómenos naturales, sino que los cuerpos físicos son verdaderas causas, concurrentes con la divina, pero que aportan su propio influjo al efecto

49 p. 128, 1.14.

50 p. 129, 1.2 y p. 135, 1.20 respectivamente.

51 p. 137, 1.15.

(tema que desarrolla más ampliamente en el Curso de Metafísica). En cambio la segunda conclusión⁵² apunta a la teoría científica de la conservación de la cantidad de movimiento en el universo, negándola expresamente, estando aquí de acuerdo con la tradición peripatética. Las otras dos conclusiones⁵³ niegan que la causa del movimiento local sea la sustancia corpórea o el cuerpo en tanto tal. La tercera y última cuestión⁵⁴ pregunta por los impedimentos del movimiento, y si existe una fuerza de inercia. Recordemos que el movimiento inercial era uno de los temas que más debatieron los filósofos cuando se lo enunció como teoría científica, descuidando a veces la distinción de los planos, con resultados confusos y poco satisfactorias. Ellos estarán presentes sin duda en la mente de Zavaleta que en su conclusión⁵⁵ dice muy cautamente que no encuentra razón suficiente para admitir una fuerza inercial distinta de la fuerza de gravedad y de la cualidad de impenetrabilidad una solución al estilo del corte del nudo gordiano.

La sección sexta⁵⁶ trata de los movimientos en especial. El contenido sólo parcialmente corresponde al título, pues no se tratan todas ni aún las más importantes especies del movimiento local sino solamente algunas que precisamente tienen más interés científico que filosófico. La cuestión primera⁵⁷ inquiriere por el movimiento acelerado de los cuerpos graves en su caída. Contesta con tres conclusiones⁵⁸ cuya doctrina es la siguiente: los cuerpos en el movimiento perpendicular de caída aceleran su movimiento de tal modo que en los instantes sucesivos recorren un espacio proporcionalmente mayor que el anterior, según una proporción aritmética tomada de los números impares 1, 3, 5 y suponiendo que

52 p. 138, 1.19.

53 p. 139, 1.10 y p. 140, 1.10 respectivamente.

54 p. 143 última línea.

55 p. 148, 1.11.

56 p. 152, 1.25.

57 p. 152, 1.27.

58 p. 154, 1.4; p. 155, 1.1 y p. 156, 1.9.

no existan otros impedimentos. Es una solución bastante correcta, afirmada con la explicación de las teorías científicas entonces conocidas y si bien carece de algunas precisiones demuestra un notable interés por integrar la enseñanza de la filosofía con los resultados de las ciencias.

La cuestión segunda ⁵⁹ trata del movimiento reflejo con dos conclusiones ⁶⁰ cuyo contenido es el siguiente: la reflexión del movimiento proviene del ímpetu inicial del primer movimiento y de la elasticidad del cuerpo que rebota; ambas causas combinadas producen los diferentes modos de rebote que apreciamos experimentalmente. A pesar de lo general de la solución, es fundamentalmente correcta la interpretación de la reflexión como un juego de fuerzas compuestas combinadas.

En la cuestión tercera ⁶¹ explica el modo en que se produce y los efectos del choque, basándose principalmente en la característica de elasticidad: los diversos efectos son productos de los diferentes grados de elasticidad de los cuerpos.

Por último, la cuarta cuestión ⁶² trata someramente de los principales movimientos compuestos. Pero lo que Zavaleta llama compuesto no es lo que, por ejemplo, en física aristotélica se entendía por tal, sino que se refiere más bien a la composición de las fuerzas que producen los movimientos: si están en igual dirección o distinta, si varían o no de intensidad, etc. Está en esto mucho más cerca de la explicación por el polígono de las fuerzas, que aún hoy se enseña en nuestras escuelas.

Temas de física experimental

Englobamos en este acápite las restantes secciones del tratado cuyo contenido indicamos en el índice inicial. Consideramos que

59 p. 161, 1.3.

60 p. 163, 1.25 y p. 164, 1.13.

61 p. 180, 1.6.

62 p. 189, 1.2.

esta es la parte menos importante del libro, por dos motivos. En primer lugar ninguno de estos temas integra estrictamente la filosofía natural, pues sólo pueden ser correctamente planteados y respondidos en un contexto de ciencia experimental. En segundo lugar, aún cuando el tratado se limita a esta explicación experimental, no aporta nada nuevo, lo cual era de esperarse, y además simplifica mucho las cuestiones, puesto que tampoco es propiamente un curso de física especial. Esto nos induce a no explayarnos en esta parte que tiene escaso interés, limitándonos a indicar cuáles fueron los resultados de la física experimental que incorporó Zavaleta en su tratado.

En las secciones séptima⁶³ y octava⁶⁴ se ocupa de los problemas de *equilibrio*, tratándolo primeramente en general y luego el caso especial del equilibrio de los líquidos y la inmersión de sólidos en líquidos. La primera cuestión⁶⁵ explica qué es el centro de gravedad y de qué modo las fuerzas se reparten para mantener el cuerpo en equilibrio; más especialmente, en la cuestión segunda⁶⁶ y su conclusión⁶⁷ explica el principio general del equilibrio estático como equilibrio o igualdad de las fuerzas que impelen y que impiden el movimiento; dichos polígonos de fuerzas pueden expresarse gráficamente, y a ellos corresponden algunos de los dibujos de las tablas, que ya hemos mencionado. En la cuestión primera de la segunda sección⁶⁸ admite que todos los líquidos pueden componerse en equilibrio⁶⁹. A continuación se trata el problema específico del equilibrio y la nivelación de líquidos en vasos comunicantes, explicándolo también por medio de gráficos que se reproducen en la primera lámina. Distingue dos casos: los líquidos

63 p. 194, 1.13.

64 p. 202, 1.1.

65 p. 194, 1.15.

66 p. 198, 1.7.

67 p. 199, 1.18.

68 p. 202, 1.4.

69 Cf. *conclusio prima*, p. 203, 1.14.

homogéneos, que alcanzan el equilibrio con la simple nivelación ⁷⁰, y los líquidos heterogéneos que al componer el equilibrio se disponen conforme a su densidad específica ⁷¹. En la cuestión segunda ⁷² se describe y explica porqué los líquidos, al contrario de los sólidos, toman la forma de los recipientes que los contienen, aplicando los principios del equilibrio y expansión de fuerzas determinados en la primera parte (sección séptima). La cuestión tercera ⁷³ se dedica a la descripción de la inmersión de sólidos en líquidos. La doctrina sustentada a través de las tres conclusiones de la cuestión ⁷⁴ es la siguiente: en el caso de un cuerpo sólido de igual densidad específica que el líquido, se sumerge hasta alcanzar el mismo nivel del líquido, por la razón evidente de que aquí hay composición simple de fuerzas; cuando el sólido se sumerge en un líquido de mayor densidad específica no se sumerge totalmente sino que una parte queda fuera, porque debe equilibrar la fuerza de suspensión que ejerce el líquido, en dirección opuesta, o sea, de abajo hacia arriba; por último cuando el sólido es específicamente más denso que el líquido se sumerge totalmente. Vemos que los principios generales físicos están correctamente aplicados, aunque la terminología que usa no es la de “densidad específica” sino “gravedad o liviandad específica”, que en realidad significa lo mismo.

La sección novena ⁷⁵ trata el tema del calor; en la primera cuestión ⁷⁶ y su conclusión ⁷⁷ sostiene que el calor objetivo consiste formalmente en la agitación celerísima de las partículas en expansión del cuerpo calentado. Vemos que Zavaleta distingue entre el calor como sensación y como realidad objetiva, que depende

70 Cf. *conclusio secunda*, p. 206, 1.7.

71 Cf. *conclusio tertia*, p. 208, 1.19.

72 p. 210, 1.28.

73 p. 215, 1.19.

74 p. 217, 1.4; p. 218, 1.7 y p. 219, 1.22.

75 p. 226, 1.10.

76 p. 227, 1.2.

77 p. 234 última línea.

de un proceso interior al objeto. Sigue una serie de temas que indicamos en el índice, que no describiremos por ser los comunes en tratados de física, y que seguramente Zavaleta ha tomado directamente de un manual en uso, pues no les da la forma corriente de cuestión y conclusiones, sino simplemente los explica. Ellos son: el calentamiento ⁷⁸, la fermentación ⁷⁹, la comunicación del calor ⁸⁰, la ebullición ⁸¹, la extinción de la llama ⁸². Consecuente con su teoría sobre el calor, en la cuestión segunda ⁸³ y su conclusión ⁸⁴ el frío consistirá en la aminoración del calor, producto del aquietamiento de las partes agitadas, o sea, la remisión de su movimiento. A continuación se explica el fenómeno de los glaciares y otros casos semejantes por efecto del frío: la congelación de los líquidos y la condensación por enfriamiento ⁸⁵.

La sección décima ⁸⁶ en su cuestión única, explica la diferencia entre solidez y fluidez y su causa física, a través de cinco conclusiones. Negativamente se sostiene que la fluidez no consiste en el movimiento de las partículas ni la solidez en su reposo ⁸⁷; tampoco se debe a la atracción de la gravedad ⁸⁸, ni por efecto de las presiones que soporta el cuerpo ⁸⁹, sino que la solidez se debe a la estructura cerrada de las moléculas que componen el cuerpo, que debido a su contextura se unen entre sí de tal forma que dan por resultado el sólido; mientras que al contrario, las partículas de los fluidos tienen mayor facilidad de desplazamiento ⁹⁰.

78 p. 241, 1.14 y sgtes.

79 p. 244, 1.3 y sgtes.

80 p. 245, 1.24 y sgtes.

81 p. 247, 1.21 y sgtes.

82 p. 250, 1.21 y sgtes.

83 p. 251, 1.21.

84 p. 252, 1.18.

85 p. 260, 1.16 y sgtes.

86 p. 266, 1.19.

87 Cf. *conclusio prima*, p. 269, 1.1.

88 Cf. *conclusio secunda*, p. 271, 1.6.

89 Cf. *conclusio tertia*, p. 271, 1.21.

90 Cf. *conclusio quarta*, p. 272, 1.23 y *última*, p. 274, 1.8.

El sabor y el olor como propiedades físicas y no como sensaciones son tratados en la sección undécima ⁹¹, dedicando una cuestión a cada uno. En la primera ⁹² y su conclusión ⁹³ explica el sabor como efecto de partículas salinas de diferente magnitud y cantidad, solubles en diferentes medios, que producen la afección del sentido. Vemos aquí nuevamente la distinción entre la sensación y su causa física. Dos son los temas que en la cuestión segunda ⁹⁴ se estudian acerca del olor. En primer lugar la característica de su propagación, concluyendo ⁹⁵ que el olor se propaga por efluviio de partículas. Dichas partículas ⁹⁶ son de naturaleza salino-sulfúricas, también de diversa magnitud y cantidad, exhaladas por los cuerpos odoríficos, alcanzando nuestro sentido a través del aire como medio o vehículo de dispersión. Añade también que esta explicación en nada obstaculiza la caracterización peripatética, o sea, la consideración de la cualidad correspondiente. Esta parece más bien una forma de compromiso, pues si en verdad el olor se explica por la naturaleza de las partículas, no es una cualidad absoluta del cuerpo en sí.

El próximo tema, objeto de la sección duodécima es el sonido ⁹⁷, también tratado en una única cuestión y dos conclusiones ⁹⁸, la primera explica el sonido primitivo por el movimiento vibratorio de las partículas del cuerpo sonoro, mientras que los sonidos derivados se obtienen por la vibración de partes de un medio de cierta elasticidad y densidad, pero no de cualquier índole, sino proporcionado al primitivo cuerpo, o sea al sonoro principal.

91 Cf. p. 282, 1.10.

92 p. 282, 1.12.

93 p. 283, 1.5.

94 p. 285, 1.20.

95 Cf. *conclusio prima*, p. 288, 1.5.

96 Cf. *conclusio secunda*, p. 290, 1.11.

97 p. 294, 1.2.

98 p. 300, 1.15 y p. 301, 1.8.

La sección última⁹⁹ trata sobre la luz y los colores. Las dos primeras cuestiones se refieren a la naturaleza y efectos de la luz y la última a los colores. La misma presentación del tema nos indica la influencia de la física experimental, pues el color no se trata como cualidad absoluta sino como efecto de la luz. Con respecto a la naturaleza de la luz¹⁰⁰ responde en cuatro conclusiones, negando la explicación peripatética¹⁰¹, y la teoría vibratoria, sea en el sentido más tosco de movimiento en un ambiente fluido¹⁰² o en la forma más científica y moderna de vibración rectilínea de partículas¹⁰³, decidiéndose, como muchos físicos de su época, por la teoría corpuscular¹⁰⁴ en estos términos: la luz parece consistir en partículas o corpúsculos sustancias que se proyectan desde el cuerpo luminoso y se difunden desde él como de un centro en todas direcciones, en sentido rectilíneo. La cuestión segunda¹⁰⁵ decayendo en la precisión de las explicaciones, concluye¹⁰⁶ que los cuerpos sensibles tienen una formalidad por la cual son diáfanos, lo cual significa que expanden la luz en todas las direcciones, mientras que los opacos sólo lo hacen en forma tortuosa. Esta explicación es evidentemente insatisfactoria, y aún se omitió tratar con más cuidado el fenómeno de la reflexión, como podía esperarse según nos lo indicaba el título de la cuestión.

Con respecto a los colores, también es poco lo que agrega: tres son las afirmaciones de la última cuestión¹⁰⁷, no todas ellas satisfactorias: los rayos luminosos que componen los colores se reflejan de modos diversos¹⁰⁸; toda luz homogénea tiene su propio

99 p. 318, 1.7.

100 Cf. *Quaestio prima*, p. 318, 1.9.

101 Cf. *conclusio prima*, p. 320, 1.15.

102 Cf. *conclusio secunda*, p. 321, 1.9.

103 Cf. *conclusio tertía*, p. 322, 1.2.

104 Cf. *conclusio quarta*, p. 323, 1.17.

105 p. 331, 1.23.

106 p. 337, 1.6.

107 p. 351, 1.10.

108 Cf. *conclusio prima*, p. 367, 1.19.

color y su propia reflectibilidad¹⁰⁹, conclusión totalmente insuficiente, y aun errónea pues supone caracterizar como homogénea o heterogénea a la luz, lo que no tiene sentido; no obstante, en la medida en que Zavaleta no era físico y había admitido la teoría corpuscular, podría tal vez explicarse esta falla en el sentido de que admitiría diferencias en dichos corpúsculos: si todos los componentes de un rayo de luz eran iguales, la luz sería homogénea; no parece posible encontrar otro sentido a esta expresión. Por último¹¹⁰ se explica el color blanco como mezcla de todos los colores.

No obstante los errores, imprecisiones e insuficiencias de esta última parte, si no queremos ser anacrónicos y tenemos en cuenta el estado de conocimientos que podía poseer un catedrático en Buenos Aires en la última década del s. XVIII, debemos admitir que Zavaleta realizó un considerable y meritorio esfuerzo de incorporación científica, y en ese sentido sus deficiencias disminuyen en importancia al lado de las ventajas que brindaba a sus alumnos.

109 Cf. *conclusio secunda*, p. 370, l. 4.

110 Cf. *conclusio tertia*, p. 372, l. 3.