

GOETHE Y LAS CIENCIAS FISICO-NATURALES

— por S. Marcelo Neuschlosz —

Antes de entrar en la discusión sistemática de los diversos trabajos que aseguran a Goethe su lugar correspondiente en la historia de las ciencias físico-naturales, debemos hacer notar que la obra realizada por el gran poeta en este terreno de ninguna manera puede equipararse, en cuanto a su valor y su importancia se refiere, a su producción puramente artística. Para sus lectores y admiradores de todos los tiempos y, también para la historia de la cultura, Goethe seguirá siendo como lo ha sido siempre, en primer término, el hombre de ideas generales y, acaso antes que nada, el más grande artífice de la lengua poética que ha tenido jamás uno de los idiomas principales de la humanidad civilizada. El sitio que ocupa en su calidad de hombre de ciencias y particularmente como representante de las ciencias de la naturaleza es, en comparación con su insigne grandeza de poeta, a lo sumo de segunda categoría, debiendo confesarse inclusive que en ciertos terrenos —como, por ejemplo, en el de la óptica— sus contribuciones no sólo no hicieron progresar nuestro saber científico, sino, por lo contrario, han constituido durante algún tiempo un obstáculo considerable, debido al cual se retardó —por lo menos en determinados círculos— el reconocimiento y la aceptación general de la verdad.

En estas condiciones podría parecer acaso conveniente que en el curso de este ciclo de conferencias, destinadas a conmemorar su gloriosa figura, no se mencionen sus actividades intelectuales menos brillantes, limitándose su estudio a aquéllos de sus aspectos que constituyen el verdadero y legítimo título de su

inmortalidad. Si, no obstante, la comisión encargada de organizar estos festejos consideró indicado dedicar al menos una conferencia a los trabajos de Goethe sobre las ciencias físico-naturales, este hecho se debe esencialmente a dos razones que son las siguientes. Por una parte, es bien conocida la importancia que el mismo Goethe atribuía a dichos esfuerzos suyos, considerando su realización por su mérito principal entre todos y, aunque ni sus contemporáneos, ni sus críticos de épocas posteriores hayan aceptado este criterio valorativo, en vista del mismo, resulta evidente que sin el conocimiento de los trabajos mencionados, debe ser del todo imposible llegar a una comprensión exhaustiva de su personalidad intelectual. Por otra parte, ningún trabajo realizado por un genio de la categoría de Goethe puede carecer de todo interés, resultando efectivamente, no sólo sus estudios biológicos fundamentalmente acertados —cuyo contenido más importante pudo ser confirmado por los investigadores posteriores más competentes— sino hasta sus investigaciones ópticas —a pesar de ser la tesis sostenida en el transcurso de éstas esencialmente errónea— de positivo valor en muchos de sus detalles, formando su conjunto una lectura muy amena y atractiva, debido a las innumerables observaciones y apreciaciones geniales con las cuales están salpicadas en todas sus partes.

La gran mayoría de las obras científicas de Goethe de que nos ocuparemos a continuación pertenecen a dos grupos principales: los que se refieren a tópicos biológicos y en particular al parentesco existente entre las diferentes especies animales y vegetales y a la evolución filogenética de las mismas y los relacionados con la óptica, especialmente con la teoría de los colores. La naturaleza intrínseca, como también la significación científica de estos dos grupos de trabajos es enteramente diferente, de manera que los debemos tratar separadamente. Comenzaremos nuestra discusión con la de la obra biológica de Goethe, para referirnos más tarde a sus estudios ópticos.

Como introducción al estudio de sus trabajos biológicos se presta acaso mejor que ninguno su pequeño, pero exquisito ensayo sobre "La metamorfosis de las plantas" el que ha sido escrito esencialmente en el año 1790, pero ha sido publicado en

su forma definitiva sólo en 1807. Goethe sabía perfectamente que no le sería fácil convencer a los biólogos de oficio de la exactitud de las opiniones científicas sostenidas en dicho trabajo, oponiéndose a ello sobre todo dos factores: el carácter novedoso de las mismas y su propia fama de poeta que hacía aparecer en los ojos de la mayoría —y muy especialmente en los de los especialistas— sus esfuerzos realizados en un terreno tan distinto de su actualidad habitual, como poco serios. Al investigador de oficio —si ya no es muy joven y de temperamento revolucionario— en general, toda innovación suele resultarle algo sospechosa y de cierta manera desconcertante, lo que es cierto en mayor grado todavía si el innovador no pertenece al gremio en cuestión, habiéndose ocupado de sus problemas sólo en forma incidental y en calidad de aficionado. Y las previsiones del poeta se han realizado a este respecto al pie de la letra. Su trabajo fué recibido por todo el mundo, juzgándose por un producto de su fantasía literaria y nada más. Conocemos las opiniones expresadas por más de un botánico, las que coinciden en forma casi unánime en lamentar que el insigne autor no haya reservado su imaginación para sus poesías. Ni sus amigos más íntimos y admiradores más acérrimos daban importancia a sus descubrimientos o creían en su teoría. Y, sin embargo, ocurrió también en este caso lo que había sucedido en tantos otros: el innovador “aficionado” tuvo razón y sus ideas revolucionarias fueron aceptadas paulatinamente por todos los representantes auténticos de las ciencias en cuestión. La verdad fundamental enunciada por Goethe ha sido reconocida por las generaciones subsiguientes, que tampoco pudieron negar que muchas facetas de la misma han sido descubiertas por él antes de que ningún otro investigador hubiera pensado en ellas. Para ilustrar la opinión que tuvieron acerca de los estudios biológicos de Goethe los representantes de la generación que le siguió de inmediato, basta citar estas palabras del famoso investigador francés Geoffroy de Saint Hilaire (1772-1844), extractadas de su obra “Morphologie végétale”, que apareció en 1838: “En el transcurso de los últimos diez años no apareció ni un solo libro sobre organografía o botánica descriptiva que no contuviera ideas debidas a

este ilustre escritor". Este mismo autor, en sus comentarios "Essai de zoologie générale de Buffon", declaró lo siguiente: "En vista de estos hechos que atestiguan sus estudios preliminares, sólidos y prácticos, continuados con perseverancia durante quince años, hasta su lecho de muerte, los derechos de Goethe de ser reconocido como investigador de la naturaleza, ni por un momento pueden ser dudosos". A esta declaración el famoso biólogo francés agrega todavía unas observaciones según las cuales en presencia de sus publicaciones nadie hubiera discutido jamás la competencia del poeta a escribir sobre dicho tópico, si no hubiese sido tal, y que él mismo había sostenido durante algún tiempo ciertos prejuicios a este respecto, hasta que un estudio detenido de las contribuciones efectivas de Goethe a la biología le habían convencido del verdadero valor de su obra. Opiniones similares han expresado luego acerca de los trabajos biológicos de Goethe, también Helmholtz, Häckel, Carus y numerosos otros investigadores prestigiosos del siglo pasado.

Después de estas palabras introductoras, trataremos de resumir brevemente el contenido más importante y la significación científica esencial de las contribuciones de Goethe a las ciencias biológicas. Cronológicamente, su primer trabajo y al mismo tiempo el de que más suele hablarse todavía, figurando su nombre con este motivo en muchos tratados contemporáneos de anatomía, se refiere al descubrimiento del llamado "hueso intermaxilar", realizado en el año 1786. Este hueso, que se encuentra en la parte anterior del paladar duro y del cual se desprenden los cuatro dientes incisivos superiores, es en muchos animales fácilmente separable del resto del cráneo; en el hombre, sin embargo, el mismo generalmente no constituye sino una parte de la mandíbula superior a la cual se encuentra firmemente unido. Desde el punto de vista histórico vale la pena mencionar que este hueso ha sido descrito como supuesta parte del cráneo humano por Galeno, sirviendo este hecho luego a Vesalio como argumento para afirmar que el anatómo antiguo nunca había hecho disecciones en cadáveres humanos, sino sólo en los de animales, puesto que de otra manera debiera saber que el hueso en cuestión, presente en estos últimos, no existe en el

hombre. Este argumento del gran anatómo renacentista fué rebatido a su vez por sus contemporáneos que seguían adhiriéndose a Galeno mediante la afirmación de que del dato anotado por éste debía deducirse que en otros tiempos también el hombre poseía un hueso intermaxilar. Como esta última hipótesis no ha podido ser ni comprobada ni refutada directamente, la discusión acerca de su presencia en el hombre en el pasado seguía adelante, estando, sin embargo, todo el mundo de acuerdo que en el esqueleto del hombre contemporáneo la existencia del mismo no puede ser demostrada. En estas condiciones es evidente que la afirmación de Goethe, según la cual la presencia de un hueso intermaxilar bien definido puede ser comprobada incluso en el hombre moderno, debió chocar poderosamente contra la opinión reinante en los círculos autorizados. Estos, durante algún tiempo, siguieron negando todavía la existencia del hueso intermaxilar en el hombre, hasta que, por fin, estudios sistemáticos y prolongados demostraron, sin dejar lugar a dudas, la presencia innegable de dicho elemento esquelético en el cráneo humano.

¿Cómo es posible que Goethe sin ser anatómo de oficio y, seguramente, sin dedicar a esta clase de estudios tanto tiempo como muchos de sus precursores, haya podido encontrar algo que éstos, a pesar del gran interés que tenían por la cuestión, han omitido observar? La contestación a esta cuestión se desprende de una lectura suficientemente atenta de su propio trabajo. En lo que éste se diferencia de todos los que habían sido publicados sobre dicho tema con anterioridad —y a lo que el mismo debe su éxito principalmente— es el nuevo método de investigación empleado en él. Este método era en primer término especulativo y sólo luego empírico. El raciocinio seguido por Goethe tuvo su punto de partida en el hecho de que, como dijimos, en los animales los dientes incisivos superiores se desprenden del hueso intermaxilar. Ahora bien, también el hombre posee dientes incisivos análogos y, basado en su concepción acerca de la unidad de la naturaleza, Goethe estuvo convencido de que éstos deben tener un origen similar, lo que presupone ne-

cesariamente la existencia de un hueso intermaxilar también en el esqueleto humano.

Al comienzo, esta manera de argumentar no parecía válida a los anatómos, los que en el principio de la uniformidad de la naturaleza no veían sino una teoría metafísica que no les interesaba y la que por añadidura parecía estar en pugna con los hechos. Goethe estuvo, sin embargo, tan convencido de la validez universal de dicho principio, que no tuvo inconveniente en declarar que, los hechos empíricos que aparentemente le contradecían, debían ser necesariamente falsos. Para comprobar su tesis emprendió entonces un estudio comparativo con el propósito de establecer las diversas modificaciones que presenta el hueso intermaxilar al pasar de una especie animal a la otra. Este procedimiento, que fué ideado por el poeta intuitivamente y sin que lo hubiera podido aprender de ninguno de sus precursores, constituye una de las primeras aplicaciones del método comparativo en la anatomía, un hecho que nos permite considerar a Goethe como uno de los fundadores de esta nueva ciencia, llamada a desempeñar un papel tan importante en los decenios subsiguientes.

Conforme a los hallazgos hechos por Goethe durante estos estudios, el aspecto del hueso en cuestión variaba principalmente según el tamaño y la forma de alimentarse de los animales interesados, encontrándose también numerosas especies en que, en el estado adulto, el mismo no estaba separado de la mandíbula superior, mientras en individuos jóvenes de la misma especie las suturas que lo delimitaban frente a ésta estaban todavía abiertas, por lo menos en su cara posterior. Más tarde se pudo establecer que dicho proceso de osificación se lleva a cabo con distinta velocidad en una parte que en otra, encontrándose cráneos de animales e incluso de seres humanos en que, a pesar de presentarse el cierre de las suturas en general ya bastante adelantado, el hueso intermaxilar se halla todavía nítidamente separado del resto de la mandíbula superior. Con el establecimiento de este hecho, que ha sido confirmado luego por numerosos autores, la existencia del hueso intermaxilar en el hombre quedó comprobada en forma indiscutible.

Cuatro años después de terminar sus estudios osteológicos, o sea en el año 1790, apareció la primera contribución de Goethe al tópico de la "Formación y transformación de los seres orgánicos", el ya mencionado ensayo acerca de "La metamorfosis de las plantas". En este estudio original su autor sostiene nada menos que la tesis según la cual el cáliz, la corola, el pimpollo, el pistilo y el estambre, a pesar de sus diferentes formas y colores, en el fondo, no son sino hojas ligeramente modificadas. Unos años más tarde esta manera de interpretar los diversos órganos de un ser vivo como derivaciones evolutivas de una formación anatómica fundamental, fué extendida también al organismo animal, considerándose aquí como elemento morfológico básico análogo a las hojas de las plantas, las vértebras. Por cierto, esta concepción realmente revolucionaria, introducida por Goethe, debió ser modificada luego en más de uno de sus aspectos importantes, sufriendo la misma cambios esenciales sobre todo debido al descubrimiento de la estructura celular de todos los animales y plantas, pero su idea básica, que se refiere a la identidad de los orígenes ontogenéticos de todas las partes de los seres vivos, resultó no sólo fundamentalmente exacta, sino de gran importancia para el futuro desarrollo de la embriología, de la anatomía comparada y de varias otras disciplinas biológicas.

El mérito principal de Goethe en este terreno consiste en haber creado el concepto del "tipo biológico", aunque no puede negarse que a este respecto había tenido un precursor importante en el biólogo ruso-alemán Gaspar Friedrich Wolff (1733-1794). Pero es también seguro que, al desarrollar su teoría, Goethe todavía no conocía los trabajos de Wolff —cuya prioridad cronológica luego reconoció— y que ésta en su conjunto tampoco coincide en un todo con la de su ilustre precursor.

El tópico principal que se discutía en "La metamorfosis de las plantas" era las transformaciones sucesivas que se producen mientras de la semilla se desarrolla primero la hoja de la planta y luego la flor. Los hechos morfológicos descritos por Goethe son perfectamente exactos y han sido confirmados por todos los que los investigaron posteriormente. En cambio, en cuanto a las concepciones fisiológicas era inevitable que el poeta cometiera

numerosos errores, por cuanto, los conocimientos generales que regían en su época con respecto a estas cuestiones, eran todavía demasiado rudimentarios para que sobre su base hubiera podido ser desarrollada una teoría adecuada de la nutrición vegetal. Su distinción entre jugos vegetales más o menos finos o groseros en que se basan sus interpretaciones, es de naturaleza fantástica y carece de todo fundamento científico sólido. Sorprendente resulta, en estas condiciones, la intuición genial con que Goethe reconoció las relaciones de reciprocidad que existen entre los procesos de crecimiento, por una parte, y la evolución ontogenética, por otra, enunciando el principio de que todo factor que favorece una alimentación abundante, acelera el primero y retarda la última y, vice-versa, todo lo que restringe y dificulta la alimentación, tiende a provocar fenómenos de evolución precoz, hecho que la moderna doctrina de la mecánica de la evolución, creada en el siglo XX, debió confirmar por entero. También las leyes relativas a la diferenciación y especialización sucesivas de los diversos órganos y organismos en el transcurso de la evolución filogenética y que han podido ser establecidas en forma definitiva sólo en el transcurso del siglo XIX, fueron previstas y enunciadas intuitivamente por el gran poeta. Por último, debemos hacer notar que este "biólogo aficionado" destacó también la influencia reguladora del ambiente sobre la evolución de los seres vivos, como también la adaptación de los organismos a las condiciones exteriores en que debían vivir, y con anterioridad a Lamarck, que basó en este hecho su teoría de la evolución de las especies.

En vista de estas numerosas señales que atestiguan la comprensión verdaderamente genial que había tenido Goethe por los problemas fundamentales de la biología general, parecerán más que justificados los juicios citados más arriba y según los cuales los títulos del poeta para figurar también como investigador en el terreno de las ciencias naturales son indiscutibles. Y hoy, a más de cien años después de su muerte, estos juicios se nos presentan todavía más acertados. En cuanto a cuestiones técnicas de detalle se refiere, Goethe podrá haber cometido numerosos errores, pero su captación intuitiva de las grandes leyes

que rigen los acontecimientos en el mundo orgánico y, particularmente, en cuanto a la evolución onto y filogenética se refiere, era realmente maravillosa y muchas veces superior a la de los especialistas más destacados de su época.

Mientras el valor por lo menos relativo de los trabajos biológicos de Goethe es, como acabamos de ver, indiscutible y ha sido reconocido inclusive por las autoridades más destacadas en dicho campo de estudios, el de sus trabajos ópticos ha sido negado tanto por los físicos que eran sus contemporáneos, como por los de las generaciones subsiguientes. Este hecho era conocido por el mismo poeta que en más de una oportunidad se quejaba amargamente de la falta de reconocimiento de parte de los entendidos por sus investigaciones respectivas; de cuyo altísimo valor científico él mismo nunca dudaba. La convicción que tuvo a este respecto se revela, acaso mejor que nada, en la siguiente declaración que hizo en una oportunidad, ya de anciano y muchos años después de escribir sus diversos ensayos sobre óptica, a su amigo Eckermann: "Lo que he realizado como poeta no me inspira ningún orgullo. Poetas excelentes han sido mis contemporáneos; poetas más grandes vivieron antes y otros vivirán después de mí. Pero de lo que me siento orgulloso es del hecho de que en mi siglo soy yo la única persona que conoce la verdad acerca de la difícil ciencia de los colores". Pero ya en la misma época en que publicaba dichos trabajos, la frialdad con la cual los círculos científicos competentes los recibían, era evidente; este hecho también lo conocía Goethe, diciendo al respecto en sus "Contribuciones a la Óptica" aparecidas en el año 1791 lo siguiente: "Se manifestaba incredulidad con respecto a mi competencia en tales cuestiones; en todas partes se repudiaban mis esfuerzos; y cuanto más eruditas y bien informadas eran las personas en cuestión, tanto más decidida era su oposición".

El interés de Goethe por la óptica y particularmente por el problema de los colores tuvo su punto de partida en sus estudios teóricos acerca del arte pictórico, el que fué una de sus grandes aficiones ya en su juventud. Durante su estada en Italia, entre 1786 y 1788, esta pasión por la pintura fué conside-

rablemente intensificada todavía, tanto debido a la profunda impresión que tuvieron sobre él las muchas obras maestras que pudo contemplar en el transcurso de estos años, como también a consecuencia de las numerosas y profundas discusiones que solía sostener con sus amigos, muchos de los cuales eran pintores de profesión. A través de estas discusiones el poeta se dió cuenta de la completa vaguedad y falta de precisión que caracterizaban las ideas que tenían sobre los colores todos ellos, siendo sorprendido por el hecho de que los diferentes tratados sobre la teoría de la pintura que tuvo oportunidad de leer, tampoco se expresaban con mayor precisión acerca de este tópico. No encontrando en ninguna parte una solución adecuada del problema que le preocupaba tanto, Goethe se vió inducido a investigarlo por su propia cuenta. Su intuición le señalaba, desde un comienzo, que antes de poder dedicarse con algún viso de éxito al problema específico que presentaban los colores al pintor, debía resolverse el problema general acerca de su naturaleza intrínseca. Esta cuestión siguió ocupándolo luego, también después de su retorno a Weimar. Aquí se dirigió en primer término a Büttner, entonces profesor de Física en la Universidad de Jena—quien había realizado algunas investigaciones sobre cuestiones ópticas y era un destacado representante de la escuela newtoniana en Alemania—pidiéndole explicaciones y ayuda en sus proyectados estudios. Büttner le explicó la teoría de los colores de Newton y le prestó unos prismas y otros instrumentos ópticos para que él mismo pudiera convencerse de su exactitud. Para entonces, sin embargo, el interés predominante de Goethe se había concentrado en otras cosas, de manera que dichos instrumentos quedaron en su poder sin ser utilizados. Büttner le pidió repetidas veces que devolviera sus instrumentos, si ya no los necesitaba, pero Goethe ni le contestó, quedando los mismos aún después en su poder, siempre sin usarse. Por fin Büttner parece haber perdido su paciencia y mandó a una ordenanza a Weimar para que retirara sus prismas inmediatamente. Fué, después de mucho tiempo, en esta oportunidad que Goethe tuvo dichos instrumentos, por primera vez en sus manos, lo que despertó de repente todo su interés por las cuestiones mencionadas. Sa-

biendo que debía devolver los prismas sin tardanza, sin embargo, no quiso separarse de ellos sin usarlos por lo menos una sola vez. Mandó a la ordenanza que esperara un poco y se puso a realizar unas observaciones improvisadas con los prismas. En primer término enfocó la pared blanca de su habitación, imaginándose que, conforme a la teoría newtoniana, ésta, en lugar de aparecer blanca, debía presentar en toda su extensión los diversos colores del espectro. Fué, entonces, con gran sorpresa que Goethe observó que la pared, mirada a través del prisma, seguía presentándose blanca en casi su totalidad, apareciendo dichos colores sólo en sus bordes. La conclusión que dedujo Goethe de esta observación —y la que debió ejercer una influencia decisiva sobre todos sus estudios ópticos posteriores— fué que “para producir los colores hace falta algún borde delimitante” y que, por consiguiente “la teoría de Newton es falsa”. En tales condiciones, naturalmente, ya no podía pensar en devolver sus prismas a Büttner, pidiéndole a éste el permiso para retenerlos todavía por algún tiempo en calidad de préstamo; un pedido a que el profesor, por fin, accedió. Fué entonces que Goethe comenzó a dedicarse seria y sistemáticamente al estudio de los colores.

Este comienzo fué, sin duda, el más infortunado que se puede imaginar. Al suponer que, conforme a la teoría de Newton, toda la pared blanca, mirada a través del prisma, debía ostentar los colores espectrales, Goethe se encontraba en un profundo error, puesto que de la concepción del gran físico inglés legítimamente de ninguna manera podía deducirse semejante consecuencia. Por lo tanto, al creer que estaba refutando la teoría de Newton, era, en realidad, sólo su propio error el que combatía Goethe. Conforme a dicha teoría, pues, una pared blanca mirada a través de un prisma debía aparecer también blanca, presentándose los colores espectrales sólo en la vecindad de sus bordes. El pretendido descubrimiento hecho por Goethe, que lo entusiasmó tanto y que le hizo creer que había comprobado la falsedad de la teoría de Newton, en realidad sólo la confirmaba. Después de este desdichado comienzo, Goethe realizó todavía un gran número de experimentos, variándolos de muchas maneras;

el resultado obtenido era siempre el mismo y no confirmaba sino hechos perfectamente bien conocidos ya anteriormente, los que estaban en completo acuerdo con la teoría clásica de Newton. Conforme a ésta pudo observar que, al mirar a través de un prisma un disco blanco colocado sobre un fondo negro, el borde del disco aparecía coloreado, pero lo mismo ocurrió también al enfocar un disco negro colocado sobre un fondo blanco. La conclusión que Goethe dedujo de esta observación fué que "si en el primer caso la luz se desdobra en varios colores, en el segundo caso era la oscuridad la que se desdoblaba en dichos colores". Como resultado final de estas observaciones, Goethe creía poder enunciar que los diversos colores no estaban contenidos en la luz blanca, como lo había afirmado Newton, sino que su aparición era en todo caso el resultado de una interacción entre la luz y la oscuridad.

Con respecto a sus pasos subsiguientes él mismo nos informa en estos términos: "No poseyendo experiencia propia en estos asuntos y no sabiendo cómo orientarme, me dirigí a un físico renombrado, pidiéndole que verifique los resultados a los que había llegado. Le comuniqué mis dudas acerca de la exactitud de la hipótesis de Newton y esperé que también él iba a participar en mi convicción. Pero a mi gran sorpresa, él me aseguró que el fenómeno que yo describía era ya conocido, quedando perfectamente explicado por la teoría de Newton; fué inútil que yo protestara y combatiera sus argumentos; él se afirmó inquebrantablemente en su credo y me recomendó que repitiera mis experimentos en una "cámara oscura".

En lugar de convencerlo de su error, esta crítica de sus investigaciones lo indujo a renegar de todos los físicos, o sea de los hombres que conocían la cuestión debatida a fondo, y a seguir silenciosamente su camino solitario. A sus amigos les gustaban sus experimentos y, en su ignorancia, muchos de ellos se convertían en adeptos de su doctrina. La más entusiasta a este respecto era la Gran Duquesa Luisa a quien dedicó más tarde su obra sobre "La teoría de los colores", y su interés fué compartido también por el mismo Gran Duque. El Gran Duque de Gotha le instaló un buen laboratorio y su hijo, el príncipe Augusto, le

remitió desde Londres un magnífico equipo de prismas. Tanto los príncipes como los poetas estaban convencidos de que Goethe iba a destronar a Newton y sólo los hombres de ciencia se gufan riéndose de sus pretensiones, las que ni siquiera dignaban de una seria refutación. El mismo hace notar en uno de sus escritos que había entre sus partidarios anatómos, químicos, literatos y filósofos, pero ni un solo físico, sin darse cuenta, empero, que este hecho sería suficiente para destruir el fundamento de todas sus pretensiones. Estaba habituado, pues, a que los especialistas no tomaran sus descubrimientos en serio, habiéndole ocurrido lo mismo en el terreno de la biología, a pesar de que muchas de sus contribuciones a esta ciencia fueron reconocidas luego de alto valor y de gran originalidad. No le sorprendía, por consiguiente, que sus pretensiones en el terreno de la óptica fueran desconocidas, cuando no había expuesto sólo una nueva teoría, sino, al mismo tiempo, había atacado a la más alta autoridad existente en dicho terreno. Estaba convencido de que los newtonianos no podían ver en él sino su mayor enemigo, por cuanto estaba empeñado en destruir su prejuicio más caro y precioso. Los consideraba un gremio unido por su ignorancia común y resuelto a impedir la introducción de cualquier innovación en el campo de sus actividades. Su oposición nunca ejerció siquiera la más mínima influencia sobre él y sus argumentos nunca le afectaron. Le parecía, sobre todo, absurdo que dichos físicos quisieran resolver el problema de los colores mediante consideraciones matemáticas y, en vista de que él nada entendía de esta ciencia, era incapaz de comprender sus argumentos.

Habiendo alcanzado una vez esta actitud, Goethe siguió sus investigaciones durante muchos años con una paciencia que nadie puede dejar de admirar. La crítica destructora que recibieron sus esfuerzos de muchos lados en nada disminuyó su entusiasmo, sino, por el contrario, lo hizo todavía más obstinado en sus opiniones. Desde luego, la misma no dejó de irritarlo, induciéndolo a veces a utilizar en sus escritos polémicos expresiones y giros de mal gusto, que en el caso de un autor tan reposado y tolerante nos aparecen particularmente chocantes. No faltan entre los conocedores de su obra algunos que atribuyen esta

extraordinaria irritabilidad que se pone de manifiesto, precisamente, en sus trabajos sobre óptica, al hecho de que él mismo sentía que su posición era, en el fondo, científicamente insostenible, siendo sólo su amor propio el que lo inducía a seguir defendiéndola. Sobre esta cuestión, sin embargo, las opiniones no coinciden, estando muchos convencidos de que Goethe seguía sosteniendo su posición, hasta el fin de su vida, con la mayor buena fe y en la seguridad de que las generaciones venideras le iban a dar la razón.

¡Veamos ahora algo más de cerca algunas de las características más importantes de la teoría de los colores de Goethe!

Como se sabe, según la teoría de Newton, la luz blanca está compuesta del conjunto de los colores espectrales: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta. En oposición a esta concepción, Goethe sostuvo que la luz blanca no está compuesta, sino que constituye el fenómeno más sencillo y homogéneo que se conoce. Le pareció absurdo afirmar que lo blanco fuera compuesto de colores, por cuanto toda luz coloreada, cualquiera que sea su tinte, se presenta más oscura que la luz blanca. La claridad evidentemente no puede ser el resultado de la mezcla de cosas oscuras. Para Goethe no existen sino dos colores puros: el azul y el amarillo, teniendo ambos la tendencia de convertirse en rojo, pasando el primero por violeta, el segundo por anaranjado. Existen además dos colores mixtos: el verde y el púrpura. Todos los demás colores constituyen algún grado de los ya mencionados o bien son impuros. Los colores se originan por las modificaciones que sufre la luz debido a factores extrínsecos. No se desarrollan a partir de la luz, sino sólo por su intermedio. Para que aparezca algún color deben intervenir tanto luz, como oscuridad. El color más afín a la luz es el amarillo, el más afín a la oscuridad es el azul. De la mezcla de ambos resulta el verde.

La concepción de que la luz blanca es algo simple puede ser refutada, por cierto, con toda facilidad. Basta realizar para ello el clásico experimento de Newton, descomponiendo la luz blanca mediante un prisma en sus colores constituyentes y reuniéndolos luego por otro prisma, lo que conduce a la reaparición de la luz blanca original. Otro experimento ideado también por

Newton, que comprueba el mismo hecho, consiste en hacer girar, con una cierta velocidad, un disco circular, dividido en numerosos sectores, cada uno de los cuales ostenta un determinado color espectral, apareciendo éstos en igual número en el disco; si la velocidad con que éste gira es suficientemente grande, los colores individuales desaparecen, presentándose el disco en toda su superficie, uniformemente, de color blanco. Para explicar estos hechos, prescindiendo de la teoría newtoniana, Goethe recurrió a su concepto de la opacidad de los medios. Este concepto se basaba en las siguientes consideraciones. Los elementos básicos que intervienen en todo fenómeno óptico son, por una parte, la luz, por otra, la oscuridad. Si se coloca un medio semitransparente entre ambas, a partir de dicho contraste —entre luz y oscuridad— y el medio, se originan colores, los que, también de su parte, presentan determinados contrastes, porque, conforme a nuestras explicaciones anteriores tienden hacia un punto de unión. Si la luz es enfocada a través de un medio muy poco denso u opaco, la misma se presenta amarilla; si la densidad del medio aumenta, el color de la luz tiende a pasar al anaranjado y luego al rojo. Si se mira algún objeto muy oscuro a través de un medio semitransparente que se ilumina, el color resultante es azul, el que se pone más pálido en la medida en que la densidad del medio aumenta y, en cambio, se hace cada vez más intenso si la transparencia del medio se hace más grande; en el caso de un medio casi del todo transparente dicho color se convierte en un profundo violeta.

Para ilustrar y comprobar la exactitud de su doctrina, Goethe aduce numerosos ejemplos; así, el de que el humo se presenta amarillo o rojo delante de un fondo claro, y, en cambio, azul delante de un fondo oscuro. La luz, mirada a través de una capa de aire suficientemente espesa, se presenta amarilla, anaranjada o roja según su opacidad, mientras un fondo oscuro —como lo es según Goethe el cielo— aparece, en las mismas condiciones, azul. Como argumento importante en favor de su teoría el poeta cita también el siguiente hecho: un pintor encargado de limpiar un antiguo cuadro que retrataba a un sacer-

dote, repasó su superficie con una esponja mojada; observando luego con gran consternación que donde se había humedecido una parte del retrato que representaba el traje negro del clérigo, éste apareció de repente ostentando un color azul; al otro día, después de que el cuadro volvió a secarse al aire, el tinte azul desapareció, retornando el negro en su primitiva pureza. Al ser Goethe informado de este hecho, lo explicó mediante su doctrina de los medios semitransparentes, diciendo que "el pintor original, para darle al negro mayor profundidad, lo habrá recubierto con algún barniz especial; éste, al ser mojado, debió absorber una cierta cantidad de agua, convirtiéndose así en un medio semiopaco, debido a lo cual el fondo negro que estaba debajo se presentó inmediatamente de color azul".

Todo esto, y particularmente esta última interpretación, es sumamente ingenioso, aunque se basa evidentemente en un malentendido, tanto de los hechos como de la teoría de Newton, la que Goethe creía poder refutar. Otro tanto podemos decir acerca de las investigaciones del poeta sobre la refracción de la luz. Al querer estudiar este fenómeno, se le ocurrió colocar un disco de papel blanco sobre un fondo negro, mirándolo a través de un prisma. Debido a la refracción de la luz el disco se presentaba, a través del prisma, ligeramente cambiado de sitio, apareciendo, al mismo tiempo, uno de sus extremos amarillo, el otro azul. Ambos colores estaban localizados dentro de la superficie originalmente blanca, pero se extendían también hacia el fondo circundante negro, sobre el cual adquirirían un tinte rojizo. Debido al desplazamiento de los contornos primitivos en la imagen de refracción, el blanco del disco ha invadido por un lado el negro del fondo, mientras al otro, era el negro del fondo que se ha extendido sobre la superficie originalmente blanca. Por otra parte, en un experimento anterior Goethe había demostrado ya que subjetivamente una superficie oscura aparece menor que otra que tiene el mismo tamaño, pero es blanca. Basándose en este experimento, afirmaba ahora que existía un cierto conflicto con respecto a sus acciones sobre la retina entre el objeto claro y su fondo oscuro y entre el objeto oscuro y su fondo claro. Las imágenes expandidas de acuerdo a lo que se ha explicado anterior-

mente, no se distinguen muy netamente de sus fondos respectivos, presentando una especie de borde coloreado que constituye una imagen accesoria.

Para apoyar su teoría, Goethe cita, de hecho, un gran número de excelentes observaciones, las que explica muchas veces en forma sumamente plausible. Al leer sus exposiciones, nadie puede asombrarse entonces de que muchísimas personas cultas e inteligentes, aunque no versadas en forma especial en las cuestiones debatidas, hayan aceptado su doctrina, creyendo que sus experimentos habían hecho caducar efectivamente la teoría newtoniana. Para el entendido en física, sin embargo, ninguno de sus supuestos argumentos contra esta concepción posee valor comprobatorio, por cuanto todos los fenómenos descritos por él pueden ser explicados perfectamente admitiendo que la luz blanca consta de rayos de diferente color cuya refrangibilidad varía del uno al otro. Este hecho se deduce, por otra parte, no sólo de los experimentos clásicos ya mencionados de Newton, sino también de los de Descartes y de Snellius, cuyos resultados habían inducido a estos autores a establecer la ley general de la refracción de la luz que lleva su nombre y que aceptamos todavía hoy. Y con esto hemos llegado al aspecto más vulnerable no sólo de su teoría de los colores, sino a la actitud general de Goethe frente a las ciencias exactas.

Como se sabe, desde Galileo y Newton las matemáticas constituyen el fundamento inamovible de toda especulación en el terreno de la física y de las ciencias afines, comprobando el éxito universal de su empleo que aquí no se trata de una ilusión, sino de una conexión intrínseca basada en la propia naturaleza de las cosas. Es a esta relación que se referirá también Kant, para quien la física constituía la única ciencia auténtica, al afirmar que en toda ciencia había tanto de saber verdadero, cuanto la misma contenía de matemáticas. Ahora bien, Goethe no sólo no entendía nada de matemáticas, sino, debido a su incompreensión por ellas, estaba profundamente convencido de que su empleo en las ciencias físico-naturales era del todo inútil y hasta dañino. Debido a ello se oponía categóricamente a toda explicación matemática del fenómeno de la refracción de la luz,

declarándola como el resultado de un terrible malentendido. Las consecuencias de esta actitud eran previsibles; Goethe mismo las describe en los siguientes términos: "Toda la escuela de los matemáticos se levantó contra mí y la gente parecía sumamente sorprendida de que uno que nada sabía de matemática osaba contradecir a Newton. Nadie parecía sospechar pues que la física podía existir independientemente de las matemáticas". Desde luego, esta falta de comprensión por la importancia que tienen las matemáticas para la física, que motiva toda la polémica de Goethe, de ninguna manera puede extrañarnos en un poeta que carecía de toda formación sistemática en el terreno de las ciencias exactas, pues es solamente su profunda ignorancia con respecto a estas cuestiones que puede explicar, por ejemplo, su afirmación hecha en su ensayo "Sobre las Matemáticas y su abuso", cuando compara el investigador que recurre a dicho método, con alguien que inventara una máquina especial para sacar corchos: una operación que puede ser realizada con toda facilidad con ayuda de dos brazos y manos. En su animosidad frente a todo lo que fuera matemático o sea cuantitativo, Goethe llegó a despreciar y desechar incluso la balanza. Se empeñó en sustituir en todos los terrenos de la física la medición y el cálculo por la simple observación cualitativa y el raciocinio de tipo filosófico. Y esta tendencia suya fué aplaudida precisamente por algunos de los filósofos más renombrados entre sus contemporáneos que tampoco entendían nada de matemáticas. A este respecto, son muy significativas, por ejemplo, algunas apreciaciones de Schelling que consideraba a Goethe superior a Newton, precisamente por haber sustituido "los experimentos artificiales, confusos y desfiguradores de los newtonianos por los veredictos más sencillos y puros de la naturaleza"; también Hegel elogió a Goethe "por haber desprestigiado al prisma".

Es, en general, el estudio de sus principios metodológicos el que aclara mejor la limitada capacidad que tuvo Goethe para resolver problemas relacionados con las ciencias exactas. La orientación característica de su mente se pone en evidencia tanto en sus investigaciones sobre óptica como en sus poesías. Le interesaban siempre, en todas partes, los fenómenos concretos y no las abstracciones generalizadoras. Su ambición fué la de ex-

plicar los fenómenos relacionados con la aparición de los colores y, como se sabe, al tratar la óptica sobre bases matemáticas, los fenómenos desaparecen, quedando sólo unas abstracciones numéricas. La teoría newtoniana —como, por otra parte, también cualquier otra teoría elaborada por la física moderna— elimina precisamente lo que para Goethe era la misma esencia de las cosas, de manera que semejante procedimiento no podía dejar de repugnarle profundamente. Esta actitud queda ilustrada muy bien por su crítica frente a la teoría matemática del fenómeno de la polarización de la luz. “No sabemos” dice pues, “si es algún cuerpo o sólo una ruina la que se encuentra enterrada debajo de estas fórmulas”. Bastaba mencionar en su presencia el nombre de Biot —quien fué acaso el más afamado de los newtonianos ortodoxos de su época— para hacerlo rabiar y en más de una oportunidad se le oía hablar de la entera escuela de Newton como si se tratara de una secta de pedantes que preferían sus enmohecidos laboratorios, llenos de prismas y otros instrumentos que desfiguraban la naturaleza, al aspecto pristino de los cielos. Siempre declaraba que sus observaciones hechas en su jardín a la luz del sol le suministraban resultados mucho más seguros que el procedimiento artificial de las ciencias. También en un verso suyo referente a la naturaleza y frecuentemente citado expresa el mismo pensamiento:

Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben

Lo que no revela a tu espíritu,
No la obligarás a ceder con palancas y tornillos.

Conforme a estos principios, Goethe, se esforzó por resolver también el problema de los colores mediante simples observaciones y especulaciones cualitativas, y como este procedimiento no alcanza para dicho fin, su fracaso era inevitable.

Ello no obstante, este fracaso era sólo parcial. Aunque desde el punto de vista de las ciencias exactas sus contribuciones a la teoría de los colores carecen mayormente de valor, su obra contiene muchas observaciones de gran interés para el artista y,

ha sido siempre muy apreciada por pintores y teorizadores de la pintura. Debe hacerse notar, además, que su "Historia de la teoría de los colores" —obra única en su género— resulta una fuente valiosísima de informaciones acerca de la evolución de los conceptos vigentes con respecto a esta cuestión tan interesante, cuyos atractivos son realizados todavía considerablemente por el estilo elegante y ameno con que está escrita.

Pero los estudios de Goethe sobre óptica tienen también otro aspecto que hasta ahora no hemos mencionado. El problema de los colores no es exclusivamente físico y, por ello tampoco queda resuelto del todo mediante la teoría newtoniana u otra cualquiera que se quiera sustituir en su lugar, para explicar los fenómenos que nos hace prever la misma. En última instancia los colores son algo que percibimos y cuyo comportamiento, por lo tanto, no depende solamente de ciertos procesos físicos que tienen lugar fuera de nuestro organismo, sino también de la estructura y del funcionamiento de nuestros propios órganos de sentido. Existe además de una física de los colores, a la cual se refieren las investigaciones de Newton, también una fisiología de la visión coloreada cuyas leyes no han sido estudiadas en forma sistemática sino desde el siglo XIX en adelante. Y en este terreno algunas constataciones de Goethe no sólo han podido ser confirmadas por autores posteriores, sino deben ser consideradas fundamentales para la incipiente ciencia de la óptica fisiológica. En una de sus famosas "sentencias en prosa", declara lo siguiente, lo que puede considerarse como una justificación de esta entonces nueva ciencia: "El hombre, en cuanto hace uso de sus sentidos normales, constituye en sí mismo el aparato físico más grande y más exacto que puede haber; y el mayor desastre para la física moderna ha sido el hecho de que la misma ha separado los experimentos de cierta manera del hombre, empeñándose en llegar a conocer la naturaleza sólo a través de lo que enseñan ciertos instrumentos artificiales". Es principalmente para corregir este defecto de la óptica tradicional que Goethe ha incluido en la "Parte didáctica" de su "Teoría de los colores" unos cuantos capítulos dedicados a la discusión de cuestiones esencialmente fisiológicas.

El mérito principal de Goethe en este terreno ha sido la osadía de ocuparse de los fenómenos subjetivos de la visión como de hechos auténticos e indubitables, y de haberlos descrito detalladamente y con gran claridad. Debe saberse, pues, que, con anterioridad a su obra respectiva, dichos fenómenos subjetivos, como los colores entópticos, las ilusiones visuales, etc., fueron considerados por accidentales y hasta patológicos, siendo del todo innecesario ocuparse sistemáticamente de ellos: Goethe fue el primero en reconocer que dichas ilusiones y alucinaciones, cualquiera que sea su origen, constituyen hechos reales que ninguna teoría de la visión puede dejar de lado. Y en esta opinión suya le apoyaban no sólo los poetas y filósofos que se adherían a su teoría de los colores en general, sino también algunas de las autoridades más destacadas en el terreno de la fisiología de los órganos de sentido, como por ejemplo Purkinje y, muy especialmente, el fisiólogo más eminente de aquellos tiempos, Johannes Müller, quien en el prefacio de su libro sobre "La fisiología comparada del sentido de la vista del hombre y de los animales", publicado en 1826, declaró en forma explícita que, si no hubiera realizado durante varios años un estudio detenido de la teoría de los colores de Goethe, nunca habría podido escribir dicha obra.

Debemos referirnos, además, a los principios generales sobre los cuales se basa la obra de Goethe en el terreno mencionado y a la significación filosófica de los mismos. Estos principios tienen como fundamento el concepto del "fenómeno primitivo" (Urphänomen), que, según la convicción de Goethe, existe en cada ramo de la física y del cual deben ser deducidos, cada vez, todos los demás hechos de los cuales éste se ocupa. La tendencia de explicar todo sobre la base de ciertos "fenómenos primitivos", tuvo por lo menos una de sus raíces, en el pensamiento del poeta, en su profunda aversión contra el procedimiento tan difundido en la física teórica moderna de operar por doquier con conceptos incapaces de ser visualizados. Con semejantes abstracciones, introducidas solamente con fines calculatorios —como por ejemplo, las fuerzas de las cuales se admitía que actuaban a la distancia, a través del espacio vacío —Goethe nunca quería

tener nada que ver y, si enfocamos la situación objetivamente, debemos reconocer que su actitud en este sentido no carecía de una cierta justificación. Es, pues, seguro que, aunque los físicos más destacados, en general, sabían utilizar dichos conceptos abstractos en forma consecuente y adecuada, aprovechándolos para hacer progresar inclusive nuestros conocimientos concretos, tampoco puede negarse que en muchas ocasiones el empleo de los mismos ha dado lugar a graves malentendidos y a la aparición de concepciones del todo anticientíficas. Debido a esta razón, la física contemporánea ha adoptado, con respecto a esta cuestión, una postura esencialmente parecida a la de Goethe, aunque evidentemente no bajo su influencia directa.

Podemos decir que el cambio que se ha producido en este sentido en la física teórica alrededor de mediados del siglo pasado, se debe principalmente a la obra de Faraday que fué, hasta cierto punto, autodidacta en la física y era tan enemigo de los conceptos abstractos, que no sabía manejar, como Goethe. Su entera concepción del mundo físico se basaba, pues, en ello, en la visualización de los fenómenos, esforzándose siempre en eliminar de sus explicaciones todo lo que no fueran hechos directamente observados. También la capacidad maravillosa de Faraday de descubrir fenómenos nuevos era acaso una consecuencia de la falta de prejuicios teóricos que le caracterizaba y la que era sumamente rara entre sus contemporáneos. Y el número y la importancia de sus descubrimientos, que lo convirtieron en poco tiempo en el físico más renombrado de su época, comprobaban a todo el mundo el inmenso valor heurístico de su actitud fundamental, induciendo a gran parte de los físicos de su tiempo y en primer término a los de nacionalidad inglesa, a seguir su procedimiento. Como ejemplo típico del cambio de actitud que el movimiento iniciado por Faraday traía consigo en toda la física teórica, podemos citar las palabras con las cuales uno de sus continuadores, el insigne físico alemán Kirchhoff, comienza su "Tratado de Mecánica"; según éstas, la tarea de la mecánica consiste en "describir en la forma más completa y sencilla todos los movimientos que tienen lugar en la naturaleza". Nada se dice aquí de explicaciones,

ni de la creación de conceptos abstractos y la "forma más sencilla" en que deben ser descritos los movimientos según Kirchoff es evidentemente algo bastante similar al "fenómeno primitivo" de Goethe. Y este parentesco se pone de manifiesto con mayor claridad aún si nos fijamos en la forma en que Kirchoff ejecutó su programa señalado. Al hablar, por ejemplo, de la atracción universal, el físico alemán para nada menciona el concepto de "fuerza" que tradicionalmente se hace intervenir para explicar dicho fenómeno, sino se limita a la siguiente descripción: "Si un número de cuerpos pesados se encuentran simultáneamente en el espacio, cada uno de ellos recibe, en forma permanente, una aceleración que va dirigida hacia cada uno de los demás y cuya magnitud depende de sus masas y de sus distancias mutuas, conforme a la ley indicada por Newton". Como se ve, en esta descripción no figuran sino conceptos que se refieren a magnitudes directamente observables, como aceleraciones, masas y distancias, y, a pesar de ello, la misma contiene todo lo necesario para que sobre su base pueda ser desarrollada la entera astronomía, en cuanto ésta se ocupa de los movimientos de los cuerpos celestes. Pero al mismo tiempo se ve también, qué dificultosa y larga resulta semejante descripción, la que se presenta mucho más sencilla y corta, si se introduce el concepto abstracto de la "fuerza" aunque fuera en forma puramente metafórica, como lo empleó el mismo Newton.

Como se recordará, pues, éste último, al expresar su ley de la gravitación universal, afirma que los cuerpos celestes se mueven como si estuvieran movidos por una fuerza atractiva de dicha magnitud. Newton entonces tampoco dice que las fuerzas mencionadas existen en la realidad, sino solamente que los cuerpos se comportan como si existieran. Y contra el empleo de semejantes metáforas, Goethe tampoco tuvo nada que objetar, siempre que su carácter de tales fuera explícitamente reconocido. Claro es que todas estas transformaciones de los conceptos derivados directamente de la observación sensorial son justificadas sólo en la medida en que nos facilitan la descripción sintética de los hechos directamente constatados. Que el uso de conceptos abstractos, por gente ignorante que no conoce su sig-

nificado primitivo, puede conducir a menudo a los más absurdos disparates, es bien sabido y no ocurre sólo en los dominios de la física. Por otra parte, sería una ilusión creer que mediante el uso de semejantes metáforas nuestros conocimientos acerca de las relaciones en cuestión se amplían o profundizan realmente. De este hecho se dió cuenta también Goethe, como lo comprueba su "sentencia en prosa" siguiente: "Si por fin me conformo con el fenómeno primitivo, esto tampoco es otra cosa que resignación; pero existe una gran diferencia entre el resignarse al llegar a los límites de la capacidad humana general y el hacerlo dentro de los límites hipotéticos de mi propia individualidad restringida". En otra "sentencia", este pensamiento es completado así: "La percepción inmediata de los fenómenos primitivos nos coloca en un estado de angustia, mientras el juego eterno del mundo empírico nos causa alegría". Hay en todo esto algo eminentemente moderno que acerca a Goethe como pensador e investigador de la naturaleza a la posición que ocupa, frente a los problemas planteados, la física de nuestros propios días. Y esta eminente modernidad de las ideas físico-filosóficas del gran poeta se pone de manifiesto todavía más que en sus obras científicas propiamente dichas, en algunas de sus poesías. ¿Puede encontrarse, pues, una descripción mejor de la actitud gnoseológica que han adoptado los físicos más modernos a raíz de la última evolución de la teoría de los cuantos que la que contienen estos versos que figuran hacia el final de la segunda parte del Fausto?:

Alles Vergängliche
Ist nur ein Gleichnis;
Das Unzulängliche,
Hier wird's Ereignis;
Das Unbeschreibliche,
Hier wir's getan.

(Todo lo mutable
Es metafórico;
Lo insuficiente
Se lo da por suceso;
Lo indescriptible
Se lo hace aquí.)

Acaso de menor significación, pero seguramente no carentes de todo interés son, por último, los trabajos de Goethe sobre cuestiones geológicas y mineralógicas. En su origen, estos estudios están íntimamente vinculados con los sobre biología. A partir de éstos, Goethe llegó, pues, a estudiar, entre otros, también los restos de animales y de plantas fósiles, descubriendo que el conocimiento de éstos puede ser utilizado con el fin de determinar la edad de la Tierra, y de distinguir los diferentes períodos geológicos entre sí. Inició sus investigaciones de esta especie durante su estada en Estrasburgo, en cuya oportunidad se le ocurrió investigar la estructura íntima de la colina llamada "Bastberg" en Lotaringia, la cual está formada exclusivamente por diversas conchas petrificadas y de la cual pudo establecer que la misma se encontró en otros tiempos en el fondo de un mar que se había desecado entretanto. Luego, en Weimar, aprovechando su situación privilegiada en la administración del país, hizo realizar un gran número de exploraciones acerca de geología local por un grupo de jóvenes, llegando así a conocer la estructura de toda montañita y de toda pradera en la vecindad, hasta en sus más pequeños detalles. Con ayuda de estos datos pudo complementar en una medida apreciable el mapa geológico de Charpentier, el que era considerado en su época como la obra más completa en dicha especialidad. Parece que en aquel tiempo se ocupaba también de la idea de confeccionar un mapa geológico de toda Europa, el que hubiera resultado de gran valor científico y en cuya preparación antes de él nadie había pensado. Desgraciadamente dicho propósito nunca fué ejecutado. En la misma época escribió también su "Disertación sobre el granito", en la que afirmó acerca de la significación de este mi-

neral que es el elemento constituyente más importante del globo terrestre; en un párrafo lleno de belleza y saturado de ideas originales establece una comparación entre el granito y el corazón humano, contrastando la movilidad del primero y los cambios continuos que presenta con la invariabilidad majestuosa y eterna del último.

Y con la mención de esta comparación tan característica de Goethe deseo terminar también estas palabras dedicadas al análisis de la labor realizada por el gran poeta en el campo de las ciencias exactas. Como ya dijimos al comienzo, esta labor no es de igual valor que su producción poética y si hubiera sido la de cualquier otro hombre menos famoso, habría pasado acaso sin ser tenida en cuenta por nadie. Como parte integrante de la obra de Goethe, sin embargo, la misma no puede dejar de interesarnos, por cuanto también ella lleva el sello inequívoco de su genio universal, mientras, por otra parte, sin su conocimiento nadie puede llegar a una comprensión verdadera de su personalidad íntima que se caracterizaba, acaso mejor que por cualquiera de sus múltiples rasgos, por su profundo amor y admiración que tenía por la Naturaleza, la que interpretaba siempre en su conjunto, sobre la base del monismo espinosiano a cuya filosofía se adhería con todo entusiasmo. Es también esta su convicción más profunda la que expresa con belleza insuperable en el siguiente epigrama, en que él mismo compara el significado de sus actividades científicas con su producción poética:

Mit Botanik giebst du dich ab, mit Optik! Was tust du?
Ist es nicht schöner Gewinn, rühren ein zärtliches Herz?
Ach die zärtlichen Herzen! Ein Pfüscher mag sie zu rühren;
Sei es mein einziges Glück, dich zu berühren, Natur!

(Te ocupas de botánica tanto; con óptica pasas el tiempo.
¿Para qué? ¿No es más valioso mover un alma sensible?
Las almas sensibles, un chapucero las mueve.
Para mí la dicha consiste en sentirte, Naturaleza.)