

EL HOMBRE ARITMÉTICO

(Versión abreviada)

A. Ibor

Lección inaugural del curso académico 2000-2001
Universidad Carlos III de Madrid

I. Proemio:

Excmo. y mgfco. Sr. Rector, profesoras y profesores, amigas y amigos. Cuando recibí el encargo de dirigirme a todos ustedes en este solemne acto académico no comprendí inmediatamente la grave responsabilidad que contraía pues concurren en el circunstancias un tanto excepcionales.

En primer lugar, el año 2000 fue declarado por la UNESCO Año mundial de las Matemáticas, por lo que en algún modo esta breve alocución puede inscribirse de manera natural en la sucesión de actos que han ido jalando hasta el momento la celebración de las Matemáticas en todo el mundo.

Por otro lado, las matemáticas cumplen más de 2600 años de historia¹. Una historia gloriosa que no se ha librado de algunos efectos secundarios indeseables. Nuestra sociedad no posee un sustrato cultural adornado por las características más nobles de las matemáticas, rigor, profundidad y precisión en el pensamiento. De hecho las Matemáticas son percibidas más como una maldición que otra cosa. Este abismo se ha producido debido, aparte de otros aspectos quizás más importantes, a la extrema complejidad y sutileza de los argumentos matemáticos objeto de discusión entre los “iniciados.” A pesar de ello,

¹Tales de Mileto, 639-546 b.c.

se sea o no consciente, descubrimientos matemáticos, teoremas y resultados de una gran complejidad hacen posible nuestras vidas: desde los sistemas de regulación del tráfico aéreo y los ferrocarriles al funcionamiento de los modernos aparatos de diagnóstico clínico, ecografías, TAC, etc. Desde el funcionamiento de los mercados financieros al disfrute de la música reproducida por un CD-ROM, toda nuestra tecnología se basa, en un porcentaje importante, en un conocimiento profundo de las matemáticas.

Finalmente, el año 2000 es una fecha singular y un cierto espíritu milenarista se ha apoderado de nuestro entorno, por lo que resulta difícil sustraerse al ejercicio, la más de las veces futil, de hacer balances, predicciones y otros ejercicios adivinatorios. Ponderando todo esto, a la sombra de los pinos y sofocado por el calor veraniego, me dispuse a interrogar a las Matemáticas sobre su naturaleza y relación con lo humano, esto es, me propuse escribir unas líneas no de matemáticas sino sobre las matemáticas y nuestra relación con ellas.

Estando como estamos en la era de internet y hallándome alejado de las fuentes de referencia que me hubieran proporcionado la guía y la inspiración que buscaba, no dude en sumergirme de lleno en los vericuetos de la red para recabar las noticias que poder transmitir a todos ustedes. Tras innumer-

ables horas de navegar por esos océanos de bits, aunque trazando pocas rutas de descubrimiento² y cuando ya desesperaba de encontrar información útil en tal maremágnum de banalidades y sandeces di con hallazgo extraordinario. Unas páginas, cuya dirección perdí, alojadas en algún servidor en paradero ignoto, narraban las aventuras de un explorador de los mundos de la Filosofía Natural y de las otras ciencias que la actividad del hombre ha alumbrado. Este viajero ya había hecho los viajes que yo me proponía hacer y sus diarios se encontraban recogido en dichas páginas. Llamaremos a nuestro viajero, cuyo nombre no aparecía en ningún sitio, el *hombre aritmético* por razones que al acabar esta charla se entenderán mejor.

Para no aburrir y cansarles en demasía solo daré lectura a algún fragmento de estos diarios. En ellos se nos narra la visita del hombre aritmético a los reinos de Aritmética en el gran continente Matemática, los viajes a los continentes de Física e Ingeniería, al mundo de Gaia y a las tierras de Economía, amén de una visita singular a los reinos de Filosofía; lo que aprendió en ellos y la impronta que en ellos se dejó su aguda mente matemática. Terminaré esta lección usando a manera de

epílogo unas reflexiones personales sobre el problema del hombre, la mente y las matemáticas que espero sean de su interés, y ya sin mayor demora me dispongo a leer los fragmentos seleccionados que pertenecen a la visita al mundo de Gaia y a un banquete que tuvo lugar en el reino de Filosofía solicitando además su comprensión por la pobre traducción que no hace justicia de la riqueza del texto original.

²Ver el discurso de ingreso en la Academia de Ingeniería de Anibal Figueiras Vidal. "Océanos de bits, rutas de descubrimiento", Academia de Ingeniería, 2000.

II

FRAGMENTOS: LAS ANDANZAS Y AVENTURAS DEL HOMBRE ARITMÉTICO POR LOS REINOS DE LA FILOSOFÍA NATURAL Y LAS OTRAS CIENCIAS HUMANAS Y LOS MUCHOS HECHOS QUE EN ELLOS LE ACONTECIERON.

En la primera jornada el hombre aritmético nos cuenta su visita al muy familiar reino de Aritmética y las muchas noticias que en el recogió sobre las variadas actividades que tenían lugar dentro de sus fronteras. Grandes teoremas, nuevos resultados, ideas y métodos puestos a disposición del hombre aritmético para emprender su aventura. Omitiremos esta parte del viaje y pasará a leer algunos fragmentos de la siguiente jornada.

Jornada Segunda. Donde se narra la llegada al reino de Gaia³, sus mudables habitantes y lo que allí sucedió.

... Tras muchos días de viaje, ya agotados, avistamos unas tierras cubiertas

³NdT: Gaia en el original, quizás la traducción debería ser Gea.

de una vegetación lujuriosa. Desembarcamos y aun no habíamos acabado de hacerlo nos vimos asaltados por una legión de minúsculos seres de formas y aspectos cambiantes tan variados entre sí que no había manera humana de determinar su naturaleza. Estos pequeños seres danzaban y saltaban frenéticamente a nuestro alrededor profiriendo gritos que no podíamos determinar si eran de salutación o amenaza. Antes de que nos pudieramos dar cuenta, la legión de personajillos que había salido a nuestro encuentro se hizo tan numerosa y compacta que ya amenazaba con no dejarnos mover, y todavía más rápidamente quedamos cubiertos por ellos de tal manera que nos encontramos totalmente inmovilizados por esta marabunta.

Nuestra preocupación aumentó cuando notamos que estos liliputienses iban mermando nuestras fuerzas y nos debilitaban en extremo. Angustiados y asustados por nuestra situación desesperada pedíamos socorro con todas las fuerzas que nos restaban. Cuando ya agotados temíamos llegado el fin, notamos que la presión que sufríamos se debilitaba y la espesa capa de las vociferantes criaturas se diluía. Al cabo de un cierto tiempo nos vimos liberados de nuestros captores y las energías volvieron a nuestros cuerpos pudiendo ver la naturaleza de nuestros libertadores.

Éstos constituían de nuevo un espec-

taculo singular. Tropas disciplinadas y ordenadas de unas criaturas de formas tan extrañas que nos faltaban palabras para describirlas. Nos hicieron indicaciones claras de que los siguiéramos y aunque tratamos de establecer algún tipo de comunicación con nuestros benefactores, nos resultó imposible.

El paisaje que se ofrecía a nuestros ojos resultaba tan desconcertante como todo lo que hasta el momento nos había ocurrido. Las colinas, caminos, campos, todo estaba cubierto de infinidad de formas y criaturas vivas, algunas parecían plantas y árboles, pero otras nos eran completamente ajenas y nunca jamás habíamos visto nada igual. Pero lo que resultaba más desconcertante es que todo el paisaje cambiaba continuamente y nada parecía estable y permanente. De tal manera que al poco tiempo nos invadió una sensación de mareo e irrealidad y no sabíamos a ciencia cierta si caminábamos, nos deslizábamos o incluso si nos movíamos, y a no ser por nuestra escolta, que así entendimos la función de nuestros rescatadores, nos habiéramos perdido y habiéramos sido incapaces de orientar nuestros pasos en ninguna dirección. Tras un tiempo impreciso nos vimos en el interior de un mayor adensamiento de las formas cambiantes en lo que dimos en pensar constituía algún tipo de ciudad. La sensación de confusión fue en aumento al

adentrarnos en dichas estructuras, y ya no sabíamos si subíamos, bajábamos o éramos transportados, como si de repente todas las leyes de la Mecánica, la Geometría y la Perspectiva dejaran de tener efecto.

Tras unas mareantes y desconcertantes vueltas dimos en parar en un recinto de paredes traslúcidas ocupado en su centro por un gran pedestal donde se hallaba una criatura de formas tan delicadas y perfectas que nos subyugó. A su alrededor pululaba todo un ejército de otras criaturas que parecían auxiliarse en un baile tan intrincado y complejo que nos dejaba maravillados⁴. Esta criatura estaba formada por dos filamentos que se arrollaban uno sobre otro en espiral y continuamente se retorció y contorsionaba. De cuando en cuando, el baile en su entorno cambiaba y, en unos pocos momentos, los filamentos se separaban y volvían a recomponerse para producir una copia perfecta de la criatura original que era retirada suavemente del recinto donde nos hallábamos. Tan extasiados estábamos con el espectáculo que se ofrecía ante nuestros ojos que no recabamos que en otros lugares de este recinto se hallaban

⁴NdT: El ADN es manipulado topológicamente por diversas enzimas (topoisomerasas, recombinasas, y juegan un papel importante en la funcionalidad de la molécula durante el delicado momento de la duplicación ayudando a la molécula a desenrollarse y enrollarse de nuevo.

otros espectadores que como nosotros estaban observando y estudiando el baile del ADN⁵, que así averiguamos se llamaba nuestra fascinante criatura. Uno de los estudiosos se acercó a nosotros y nos informó que estábamos en presencia de la reina del reino de Gaia y que el objetivo de toda la cohorte de sabios ahí reunidos era dar con las claves para entender los cambios y complejos procesos que desarrollaba la reina en su reproducción, pues el reino se hallaba aquejado de graves y profundos males que este conocimiento posiblemente ayudara a mejorar. Estos males provenían tanto de la formación de criaturas terribles y crueles al producirse alteraciones incontroladas en el proceso de copia que estábamos observando, como de la existencia de criaturas que todo lo devoraban sin orden ni concierto, como la tribu de los virus que nos había atacado al desembarcar.

Noté que entre los miembros de mi tripulación venidos de Aritmética se

⁵NdT: El ADN es un polímero de unos 200 A de espesor y longitud que puede variar desde 3 milésimas de cm a varios cm. Consta de dos cadenas complementarias, unidas por enlaces covalentes y con un eje central tremendamente rizado. El cromosoma de la bacteria E. coli es un círculo de ADN de 1 mm de longitud, pero la bacteria tiene un diámetro de una micra, luego este ADN tiene que estar muy empaquetado lo que se consigue rizándose enormemente. Además cada una de las cadenas de ADN está enrollada alrededor de la otra con un número de enlace del orden de 300.000.

producía una cierta excitación pues alguno había reconocido algunas estructuras en el baile de la reina ADN que no les resultaban extrañas, de hecho recordaban mucho a las contorsiones de los nudos que habíamos presenciado días atrás⁶. Más todavía otros miembros de la tripulación observaron que el cuerpo de la reina ADN era un largísimo y complejísimo mensaje escrito con solo cuatro letras, mensaje que los estudiosos que ahí se encontraban había conseguido con improbables esfuerzos transcribir⁷, aunque al preguntarles por su sentido, no pudieron darnos ninguna razón. A pesar de ello los sabios que venían con nosotros y que se dedicaban al estudio de los códigos no se preocuparon en absoluto y se pusieron inmediatamente a tratar de comprender el sentido de todo aquello⁸.

⁶NdT: La funcionalidad de las estructuras de ácidos ribonucleicos y las proteínas depende fuertemente de su estructura espacial. Recientemente por ejemplo se ha encontrado la estructura espacial de ciertos ribosomas, intermediarios que transforman la información genética en proteínas, ver por ejemplo B. T. Wimberly et al, Nature, **407**, 21 Septiembre, 327 (2000).

⁷NdT: El autor parece referirse en este punto a la culminación del proyecto GENOMA que ha permitido listar los genes del genoma humano aunque no entiendo su significado.

⁸NdT: Hay fuertes disputas al respecto de la cantidad de información contenida en el genoma humano y en que proporción codifica información y que parte no. Recientemente se ha propuesto su estudio por varios

....

Los diarios nos narran a continuación los episodios que siguieron a la visita al reino de Gaia; el retorno al continente de Física y los muchos y fructíferos encuentros y descubrimientos que se realizaron; el tiempo empleado con gran provecho en Ingeniería y los mecanismos y artefactos que se construyeron. Se narran también los avatares que le sucedieron a nuestro hombre en su viaje de vuelta al reino de Aritmética y como apareció súbitamente en una nueva tierra tras perder el conocimiento. Aquí retomamos la lectura de los diarios.

Jornada Séptima. En donde se da cuenta de la visita al reino de Filosofía y de las singulares razones que se escucharon durante la celebración de un banquete.

... Desperté aturdido y di en concluir que el desvanecimiento que había sufrido me había transportado al lugar donde me encontraba. A mi alrededor se ex-

métodos, ver por ejemplo P. Bernaola-Galván et al, Phys. Rev. Lett., 85, 1342-5 (2000).

tendía un paisaje amable, con una vegetación formada por olivos, almendros, pinos y otras especies mediterráneas, todo ello adornado con pequeñas construcciones y monumentos, columnas y frisos bellamente decorados que, al observarlos más detenidamente, mostraban claras señales del paso del tiempo. Casi imperceptibles a primera vista, las grietas se apoderaban de los edificios, el musgo cubría las estatuas, las malas hierbas convivían con las buenas en los jardines y campos y todo se hallaba sumergido en una cierta melancolía. La tibia luz dorada del atardecer le daba un aspecto decadente y no se apreciaba ningún indicio de actividad. Decidí avanzar por el pequeño camino en el que me encontraba cuando vi a lo lejos un personaje que se zafaba dando grandes brazadas contra algún oponente imaginario profiriendo al mismo tiempo grandes gritos. Me acerqué cauteloso y se volvió hacia mi con una gran sonrisa. “Parece que le resultado agradable” pensé, antes de preguntarle tontamente, quizás todavía un tanto aturdido por los sucesos recientes:

– “¿Me podría indicar por favor hacia donde tengo que ir desde aquí?”

– “Eso depende de a dónde quieras llegar”, fue la respuesta obvia.

– “No me importa demasiado a donde...” empecé a objetar.

– “En este caso, da igual hacia donde vayas” me interrumpió.

– “...siempre que llegues a alguna

parte”, repliqué a modo de explicación.

– “¡Oh!, siempre llegarás a alguna parte si caminas lo suficiente”⁹ fue la respuesta definitiva de mi interlocutor, que perdiendo interés por la discusión continuo su soliloquio dejándome un tanto perplejo en medio del camino. Traté de llamar su atención de nuevo pero fue en vano, así que decidí seguir adelante y buscar alguien que no estuviera afectado de la extraña locura que había presenciado. Tras avanzar durante durante un tiempo y cuando ya perdía la esperanza de encontrar a nadie que pudiera dar cuenta de mi situación, que empezaba a ser preocupante pues la noche se acercaba, observé un poco más adelante a un joven vestido con elegante túnica. Tras acelerar el paso me puse a su altura y tras intercambiar saludos me informó amablemente que su nombre era Aristodemo y del motivo de su prisa, pues se dirigía a la celebración de un banquete ofrecido por Agatón. Mientras escuchaba mis razones me interrumpió invitándome a unirme al banquete, pues seríamos bien recibidos ya que con toda seguridad tendría alguna historia interesante que contar para amenizar y divertir a los demás invitados. Me confió además, que últimamente los banquetes resultaban un tanto aburridos y un poco de

variedad animaría la reunión. Acepté inmediatamente el ofrecimiento y mientras trataba de llevar a la boca las preguntas que me venían a la cabeza seguía escuchando de vez en cuando a lo lejos los gritos que mi singular amigo profería. Adivinando mi pregunta, mi amable compañero de viaje, me dijo que la persona que me había causado tal estupor era Sócrates y que éste andaba un tanto irritado por las discusiones suscitadas en torno al amor en el banquete de la noche anterior y que en tanto se calmara se reuniría con nosotros.

Cada vez estaba más sorprendido por lo que escuchaba y veía, y antes de que me diera cuenta habíamos llegado a la que debía ser la casa de nuestro anfitrión, pues de improviso una pequeña muchedumbre nos rodeó y de ella emergió abriéndose paso Agatón quién nos dió la bienvenida y anunció nuestra llegada al resto de comensales.

La pequeña multitud que asistía al banquete resultaba abigarrada y chocante por lo variado de sus atuendos y conductas. Había varios hombres de Iglesia vistiendo tanto lujosos ropajes como harapientos hábitos, caballeros dieciochescos de orgulloso porte y condición, unos portaban togas y ricas capas, otros trajes de calle de principios del siglo XX, y así en gran variedad y colorido. Cada cual hablaba en su propia lengua y parecía que no ponían empeño en escuchar a los demás, siendo por otra parte evidente

⁹NdT: Parecería una reproducción del diálogo de Alicia con el gato de Chesire en la obra de L. Carroll, *Alicia en el país de las maravillas*.

que todos entendían las lenguas de los otros. En estas intervino Agatón calmando el quirigay que se había formado a nuestra llegada indicándonos que nos sentáramos a la mesa y excusando a Sócrates que como de costumbre se uniría a nosotros más tarde. Fui invitado a tomar la palabra y referir mis aventuras lo que hice con presteza. Tras narrar parte de mi viaje, pregunté a la docta audiencia como era posible que números y formas de todo tipo y condición hubieran encontrado tan buen acomodo en reinos tan diversos y distantes del reino de Aritmética del cual provenían, los usos tan variados que habían proporcionado y como en todas partes eran reconocidos y apreciados, como sus argumentos parecían servir en todas las condiciones y como su naturaleza parecía proporcionar una fuente segura de conocimiento, que consejo finalmente podía extraer de todo lo que me había ocurrido y qué enseñanzas podía obtener de ello para retornar sano y salvo a buen puerto.

Tomo la palabra en primer lugar un joven que nos declamó unos bellos versos que comenzaban más o menos así¹⁰:

“Nel mezzo del cammin di nostra vita”
 “mi ritrovai per una selva oscura,”
 “ché la diritta via era smarrita.”

¹⁰NdT: Parecería que el joven era el propio Dante Alighieri y los versos fragmentos de La divina commedia. G.C. Sansoni, Firenze 1942, Canto I, 1-3

...

Su parlamento continuaba con un discurso alegórico sobre el camino de penitencia que debíamos seguir antes de encontrar el auténtico conocimiento. Particularmente impresionante resultaban los párrafos que comenzaban con los siguientes versos¹¹:

“Lasciate ogni speranza, voi ch’entrate.”
 “Queste parole di colore oscuro”
 “vid’io scritte al sommo d’una porta.”

donde nos narraba su descenso a los infiernos y lo que aprendió de todo ello. No había bien acabado nuestro interlocutor de hablar que tomó la palabra un monje de aspecto huraño que reclamó a Dios como causa eficiente de nuestro conocimiento y buen juicio¹² y no los números ni las formas que por si mismos no podían servir de principio a la naturaleza humana. No habiendo acabado de decir esto, otro convido que vestía ropajes de obispo intervino prudente, solicitando que toda nuestra historia fuera puesta en entredicho en cuanto que no acababa de quedar claro para él la causa de nuestro conocimiento ni la validez de nuestra experiencia¹³, intervención que in-

¹¹ibid. Canto III, 9-11

¹²NdT: Podría pensarse que el interlocutor era el propio Santo Tomás de Aquino arguyendo en torno a la existencia de un *primus motus*. Summa Theologica. Libro I, Tratado de Dios, Pregunta II, Artículo 3.

¹³NdT: Habría de ser seguramente G. Berke-

mediatamente fue replicada por quién parecía un filósofo griego de distinguido porte que respondió que no hay experiencia sin esencia, que a su vez fue interrumpido inmediatamente con precisiones sobre la forma de esta esencia por alguien en quién creí reconocer a G. Leibnitz. El intercambio y cruce de opiniones, sentencias y algún que otro comentario más grueso fue in crescendo, hasta que de nuevo Agatón, elevando su voz sobre el griterío, restableció el silencio. En ese momento, dirigiéndose a un joven que se encontraba en un extremo de la mesa, le interrogó sobre lo que acabábamos de escuchar. Éste con voz suave respondió que, como resultaba obvio, la mayor parte de lo dicho carecía de sentido y más aún, no tenía sentido siquiera preguntarse por su validez o no, y que en todo caso, analizadas las sentencias y argumentos que se habían exhibido, si efectivamente podían ser dichas, podrían serlo claramente y sino más valía no decir una palabra.

En el momento en que Wittgenstein, pues este era el nombre del joven, acabó su alegato y cuando Emmanuel Kant se apresuraba a tomar la palabra, vimos que Sócrates estaba ya en la sala mirándonos con ojos brillantes desde un lado de la mesa. En ese momento abrió los brazos abarcándonos a todos y con voz vibrante exclamó:

“ ¡ La caverna, idiotas, la caverna !
” “ ¡ Salid de la caverna y mirad ! ”
.....

No hace falta describir el revuelo y los apasionados discursos que en el banquete tuvieron lugar sobre el conocimiento humano y la conciencia. Solamente reseñar de las últimas páginas de los diarios que ya de madrugada el hombre aritmético aturdido por las muchas razones que durante toda la noche fue escuchando, fue guiado por Agatón hacia el reino de la Lógica, colindante con las tierras donde se hallaba, y que desde ahí alcanzo seguro el reino de Aritmética y desde allí el mundo material. Muchas y muy interesantes razones añadió nuestro hombre como escolio al relato de sus viajes, apuntando las muchas y misteriosas conexiones de las matemáticas con todos los reinos de las ciencias y la filosofía y preguntándose una y otra vez cual sería la causa de todo ello. Dejaremos aquí de momento el relato de estas aventuras y añadiremos a manera de epílogo algunas reflexiones personales en torno a tan importante problema.

ley, *The principles of Human knowledge*, 1710.

III. A manera de epílogo: Homo sapiens vs. homo mathematicus.

La magnitud del Universo físico conocido desborda la imaginación más enfebrecida. En medio del vacío pavoroso los humanos nos encontramos abrumados por las incertidumbres de nuestro devenir. Hay dos maneras de alzar la vista a la bóveda celeste, exclamaba Platón, la de aquel que va a estornudar y la del hombre admirado que se pregunta por la *vis* que anima todo lo que ve. A pesar de la insignificancia objetiva de nuestra presencia, no obstante, intuimos en nuestra existencia un palpito de universalidad, una clave importante en el acaecer del mundo. Copérnico desterró al hombre del centro del Universo físico, Darwin y posteriormente Watson y Crik, desterraron al hombre del centro del Universo viviente, y posteriormente los adalides de la Inteligencia artificial pretenden desterrar al hombre del centro del Universo pensante. “Homo homini sacra res” reza el lema de nuestra Universidad, pero ¿qué es el hombre? ¿qué se encierra detrás de la definición zoológica de *homo sapiens sapiens* a la que orgullosa y desesperadamente nos aferramos?

Resulta evidente que cualquier pretensión de responder a la pregunta central de la antropología y de la filosofía

tiene que pasar por explicar el lugar del hombre en el universo, y esta explicación tiene necesariamente que contener una comprensión de los elementos de realidad que lo componen. Ardua tarea. En diversas ocasiones se me ha pedido explicar mi postura respecto a esta intrincada cuestión, así como el auténtico papel que las ciencias de la naturaleza han de jugar en la comprensión de la naturaleza humana. Mi respuesta ha sido siempre parcial, como no podía ser de otra manera, y siempre he dejado entrever mi desconfianza hacia los grandes constructos filosóficos que pretendan proporcionar tal explicación.

Puedo fechar hace quince años el comienzo activo de mi trabajo en esta dirección a raíz de las discusiones sobre conciencia y conocimiento mantenidas durante casi un año de fértil interacción con mi amigo, lógico y filósofo, Luis Valdés y con el epistemólogo John Searle en los soleados jardines y cafeterías de Berkeley. Simplemente referiré de estas discusiones la postura tozuda, como científico, que adopté en aquel momento de defender un monismo materialista a ultranza, negando cualquier dualismo y atribuyendo la existencia de estados mentales a la complejidad física de nuestro cerebro. Trataré en el brevísimo tiempo que me resta de esbozar algunos apuntes y reflexiones en torno a dicho problema resultado de estos años de re-

flexión.

Un punto de partida para estas consideraciones lo constituye el hecho de que una mejor comprensión de la mente humana vendrá facilitada por una mejor comprensión de sus actividades más singulares, siendo una de ellas el pensamiento y razonamiento abstracto, esto es la mente humana como sujeto activo del pensamiento matemático. Pero las Matemáticas no son un artefacto creado por nuestra mente. De alguna manera sutil que todavía se nos escapa, las Matemáticas se hallan fuertemente enraizadas en el Universo tangible que nos rodea.

Matemáticas y naturaleza

¡Suerte tienen los bueyes de que el Sol a la segunda vez ya no espanta ni a la tercera admira! Pitágoras ofrecía una hecatombe a los dioses¹⁴ buscando la complicidad de un dios aritmético para explicarse la realidad del universo físico tal y como se ofrece a nuestros sentidos. Las matemáticas por su perfección y armonía han inspirado sentimientos de admiración per se hasta ser consideradas como una forma de arte (Spengler llegaba incluso a equiparar poesía y matemática). Grandes matemáticos han considerado la actividad matemática como un ejer-

¹⁴Ver, A. Galindo. “El dios aritmético” 1984.

cicio totalmente “inútil” de creación estética. Hardy¹⁵ alardeaba de la perfecta inutilidad de la teoría de números, a la que por cierto dedicó la mayor parte de sus esfuerzos, como demostración de la altura intelectual de su pensamiento. Hoy en día no es extraño escuchar argumentos justificando la necesidad de la enseñanza de las matemáticas en función de su capacidad formativa. Es cierto que la matemática admira por su consistencia interior, por la agudeza y brillantez de sus argumentos, por su valor educativo, lo que añadido a la profunda satisfacción interior que produce, totalmente similar a la creación artística, bastaría para justificar la dedicación a su estudio y enseñanza. Pero realmente, nada de ello la haría superior, por ejemplo, a la práctica y el aprendizaje del ajedrez (por cierto considerado una actividad educativa importante en los países eslavos). No obstante hay un aspecto adicional que ante una más cuidadosa reflexión espanta y admira a la vez de las matemáticas y es, en palabras de E. Wigner¹⁶, su irracional efectividad. Efectivamente, un artefacto de razon-

¹⁵G.H. Hardy. *Apología de un matemático* con prólogo de C.P. Snow. Pról. a la edición española de M. de Guzmán. Ed. Nivola, epistème/1 1999.

¹⁶E. Wigner. *The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences*. Comm. Pure and Appl. Maths., **13**, 1960.

amiento formal, tal y como en ocasiones es calificado el discurso matemático, permite describir con una precisión sorprendente el mundo físico, pero no tan sólo el mundo físico, sino que como aprendimos en algunos fragmentos del relato anterior, nos ha de permitir también adentrarnos en terrenos hasta hace poco vedados de las ciencias sociales y la biología.

Este hecho maravilloso y fundamental fue “postulado” en los albores de la ciencia moderna por Galileo Galilei¹⁷ cuando exclamaba que el libro de la Naturaleza “egli è scritto in lingua matematica e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile intenderne umanamente parola.” Casi cuatrocientos años después no tenemos indicios en contra de esta afirmación. Más bien al contrario, tozudamente, continuamente, la investigación del universo físico reafirma el principio galileano y de hecho, la evidencia disponible, extiende este principio a toda la naturaleza, no solo como el conjunto de materia inanimada y no sometida a la acción de seres vivos, sino incluyendo a la vida y sus productos, esto es al *Gran Libro de la Naturaleza* del cual nosotros los hombres y nuestros actos formamos parte.

Estos hechos deberían haber hecho reflexionar más profundamente a los

¹⁷Galileo Galilei. *Dialogos*.

científicos, y a los matemáticos en particular, sobre las propias matemáticas. Kant reprochaba a los matemáticos que “apenas han filosofado sobre sus matemáticas (tarea nada fácil)”¹⁸. Si ciertamente Kant no compuso tratado alguno

sobre la Filosofía de la Matemática, toda su obra esta subtendida por la problemática matemática, llevando a cabo en su obra la clarificación de los principios, métodos, etc. de la matemática, más aún, implícitamente, pretende haber resuelto el fundamento epistemológico de la Matemática porque ha mostrado cómo es posible el conocimiento científico y, a la vez establecido los límites de éste conocimiento frente a las del pensamiento puro. Para muchos estudiosos de los fundamentos de las matemáticas su estudio comienza en Frege, pero como el propio Frege declara en su primera obra, lo que pretende es perfeccionar el pensamiento Kantiano. Posteriormente los trabajos de B. Russell y el desarrollo de la lógica formal, que en cierto modo culmina con el trabajo de Wintgenstein cierra esta explicación del conocimiento científico dentro de un sistema filosófico general consistente, en el que esta adecuación de las matemáticas a la de-

¹⁸E. Kant. *Crítica de la razón pura*. Pról., trad. y notas de P. Ribas, Alfaguara, Madrid (1985).

scripción del conocimiento adquirido a través de la experiencia resulta natural en cuanto que “envase” formal para expresar las relaciones entre hechos. Esta depuración intelectual es llevada a su presentación más depurada por L. Wittgenstein en el “Tractatus Logico-Philosophicus”¹⁹ Sin embargo y como ya apunté previamente, el orden lógico con que se nos ofrece el universo, sus regularidades, sus leyes físicas, la validez de los modos lógicos, la posibilidad de abstraer y de elaborar un discurso cognitivo coherente, etc. no pueden ser internas al hombre, han de ser cualidades externas y universales compartidas por todos los elementos de realidad del Universo que habitamos.

Yo me declararí­a partidario de una justificaci3n epistemol3gica de las matemáticas externa a la mente, profundamente enraizada con el universo material, y atribuiría a nuestro cerebro material la capacidad dual, por un lado de detectar esta regularidad significativa y por otro de remedar en su funcionamiento algunos aspectos de los autómatas de Turing y producir de esta manera simultáneamente el discurso lógico-formal que caracteriza cierto tipo de actividad matemática y pensamiento abstracto.

Esta claro que con la discusi3n an-

¹⁹L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, intr. de B. Russell, versi3n española de E. Tierno Galván, segunda edici3n, Alianza Editorial, Madrid (1973).

terior no se cierra en absoluto el problema de la conciencia y el conocimiento. Dejenme enfatizar una vez más que la discusi3n anterior pretende aislar algunos de los aspectos básicos de dicha discusi3n con el uso estricto de la cuchilla de Ockam, pero no ofrecemos una ciencia de la conciencia basada en el conocimiento cientí­fico actual. Más bien al contrario abrimos nuevos interrogantes sobre las ideas más o menos aceptadas comúnmente hasta el presente.

Querría despedir este apretado discurso recordando que en la Grecia clásica “lo que se enseña” era *mathema* y *mathematicos* el que desea aprender. Nuestra palabra matemática derivará de allí más de un milenio después a través del latín *maticus*. ¿Qué mejor calificativo para añadir a la palabra homo? VALE.