

Jesús Mosterín

EL REINO DE LOS ANIMALES

Alianza Editorial

Primera edición: 2013
Cuarta reimpresión: 2022

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© Jesús Mosterín de las Heras, 2013
© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2013, 2014, 2017, 2021, 2022
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15; 28027 Madrid
www.alianzaeditorial.es



ISBN: 978-84-206-7450-6
Depósito legal: M. 2.404-2013
Printed in Spain

SI QUIERE RECIBIR INFORMACIÓN PERIÓDICA SOBRE LAS NOVEDADES DE ALIANZA EDITORIAL, ENVÍE UN CORREO ELECTRÓNICO A LA DIRECCIÓN:

alianzaeditorial@anaya.es

ÍNDICE

PRÓLOGO	13
1. LOS SERES VIVOS	19
Cosas concretas	19
Individuos.....	22
Organismos y colonias	26
¿Qué es la vida?	29
La noción aristotélica de vida	29
Definiciones de 'vida' en general.....	30
Definición termodinámica	31
Definición metabólica.....	33
Definición reproductiva	34
Definición por la complejidad.....	35
Definición evolutiva.....	36
2. VIDA TERRESTRE Y EXTRATERRESTRE.....	39
Ciencia teórica y ciencia histórica.....	39
La vida en la Tierra.....	42
Bases materiales de la vida	45

Agua y amoniaco como disolventes	47
Proteínas	49
El código genético.....	54
El ATP como depósito de energía.....	57
La vida en otros planetas	59
3. CÉLULAS Y ORGANISMOS.....	67
La célula.....	67
Procarios	70
Oxígeno.....	72
La célula eucariota.....	75
Sexualidad.....	78
Eucarios	82
4. LA ANIMALIDAD	87
Aristóteles sobre los animales.....	87
La célula animal	88
Los tejidos animales	90
Características comunes a todos los animales.....	92
La individualidad de los animales.....	94
Sistema inmunitario.....	94
Los primeros animales.....	97
La predación y la revolución del Cámbrico.....	99
Por mar, tierra y aire.....	102
5. FILOGENIA Y CLASIFICACIÓN.....	105
Taxonomía.....	105
Parazoos	109
Eumetazoos.....	110
Ctenóforos y cnidarios	112
Bilaterales.....	113
Protóstomos.....	115
Moluscos.....	116
Anélidos.....	117
Ecdisozoos	118
Nematodos.....	118
Artrópodos.....	119

	Insectos	120
	Deuteróstomos.....	121
	Cordados	123
	Tetrápodos	126
	Amniotas.....	128
	Mamíferos.....	131
	Aves	132
6.	NUTRICIÓN.....	135
	Energía y cadena trófica	135
	Metabolismo	137
	Tubo digestivo.....	139
	La boca	140
	El estómago.....	143
	El intestino.....	145
	Absorción y digestión celular.....	146
	Microbioma	147
7.	REPRODUCCIÓN.....	149
	Aristóteles sobre la reproducción	150
	Reproducción asexual.....	152
	Reproducción sexual	154
	Machos y hembras	157
	Aparato sexual masculino en los mamíferos	161
	Aparato sexual femenino en los mamíferos	163
	Fecundación.....	165
	Desarrollo embrionario	168
	Nacimiento, crianza y metamorfosis.....	171
8.	LOCOMOCIÓN	175
	Músculos.....	176
	Esqueleto	179
	Moverse en el agua	182
	Como pez en el agua	183
	Mamíferos de vuelta al mar	186
	Moverse en el suelo	189
	La marcha de los mamíferos	190

Moverse en el aire.....	192
El vuelo de los insectos.....	192
El vuelo de las aves.....	195
El vuelo de los mamíferos.....	199
9. PERCEPCIÓN.....	201
Receptores.....	201
El mundo perceptivo.....	203
Señales químicas y olfato.....	204
Señales acústicas y audición (fonorreceptores).....	207
Luz y visión (fotorreceptores).....	208
Señales magnéticas y magnetorrecepción.....	212
Horizontes perceptivos.....	213
10. CEREBRO.....	217
La neurona.....	217
Neurotransmisores.....	221
El sistema nervioso.....	222
El encéfalo.....	226
Inteligencia.....	230
Plasticidad cerebral y personalidad.....	235
11. CONDUCTA Y DOLOR.....	237
Agentes.....	238
Teoría aristotélica de la acción.....	240
Programas en el cerebro y consciencia.....	242
El sufrimiento como experiencia subjetiva.....	244
Selección natural del dolor.....	247
La función cibernética del dolor.....	249
La base neurológica del dolor.....	252
Preferencias de los animales.....	255
Descartes sobre los animales.....	258
12. MUERTE.....	265
Inmortalidad potencial.....	266
Sexualidad y muerte.....	267

	Programación celular para la muerte	269
	Apoptosis y necrosis de las células.....	272
	Longevidad del animal	275
	Senescencia	279
	La muerte del mamífero.....	282
	Conciencia de la muerte.....	284
	La buena muerte	289
13.	ESPECIES.....	295
	¿Qué es una especie?.....	297
	El «problema de la especie»	299
	Concepción tipológica y poblacional.....	301
	¿Individuos o conjuntos?	305
	Principio y fin de la especie	307
	Número de especies.....	309
14.	GENOMA	311
	Genética mendeliana.....	311
	Genética de poblaciones.....	313
	Genética molecular	314
	El mecanismo de la herencia	318
	Genoma de un animal.....	320
	Regulación genómica	323
	Secuenciación de genomas	325
	Genoma de primates	331
15.	EVOLUCIÓN	337
	El hecho de la evolución.....	337
	Darwin	338
	La teoría darwinista de la evolución.....	342
	Selección natural.....	345
	Límites de la selección natural.....	348
	Adiós al animismo.....	351
	Resistencia al darwinismo.....	353
16.	PRIMATES	361
	Genealogía y clasificación de los primates.....	362

Simios.....	366
La vista de los simios.....	368
Simios catarrinos.....	370
Hominoides.....	372
Homínidos.....	375
Orangutanes.....	376
Gorilas.....	379
Chimpancés.....	381
Bonobos.....	385
Humanes.....	387
NOTAS.....	393
BIBLIOGRAFÍA.....	401

PRÓLOGO

No te invito, lector, a penetrar en el reino de los animales, pues siempre lo has habitado. Te animo a abrir los ojos y a disfrutar de la riqueza y la hermosura de este reino, que es el tuyo. Los seres humanos no somos ángeles caídos del cielo, ni gritos en la noche, ni pura indeterminación; tampoco somos máquinas ni computadoras. Lo que somos es animales. Parimos y nacemos y comemos y respiramos y morimos como animales. Y la mayoría de nuestros genes los dedicamos a codificar nuestras funciones animales. Si quieres saber cómo es un animal, mírate al espejo. Cualquier concepción del ser humano que pretenda alejarnos de nuestra realidad natural es un fatuo ejercicio de ignorancia, autoengaño y superstición. Si queremos conocernos a fondo y saber lo que realmente somos, si valoramos la autoconciencia y la verdad, hemos de empezar por aceptarnos como seres vivos y como animales.

Esta obra, *El reino de los animales*, nos sumerge desde el principio en las grandes cuestiones de la filosofía y de la biología: ¿Qué es la vida? ¿Hay vida extraterrestre? ¿Qué somos los animales? ¿Qué es

nuestra ánima o alma? ¿De dónde venimos? ¿Cómo hemos llegado hasta aquí? *El reino de los animales* es al mismo tiempo una obra de divulgación científica sobre el estado actual de la zoología; una obra de filosofía de la biología que analiza los conceptos, métodos y problemas de la investigación biológica; una introducción a la ontología que define las categorías que usamos para pensar en la vida y en los seres vivos; y una obra de antropología que trata de nosotros mismos como animales que somos y de la existencia humana en el contexto de una cosmovisión coherente, racional y compatible con la ciencia más exigente.

Los tres primeros capítulos están dedicados a las cuestiones más generales. El capítulo 1 trata de la vida y los seres vivos en general, y de los problemas de su definición. La consideración de los seres vivos como sistemas físicos nos da pie para una excursión por la ontología de la mano del filósofo y biólogo Aristóteles. La dificultad de analizar la noción de vida en general proviene del carácter histórico y provinciano de nuestra biología, limitada a la biosfera terrestre. Por eso en el capítulo 2 nos preguntamos por la posible vida extraterrestre y las formas que podría adoptar. El capítulo 3 cierra esta primera parte con el estudio de los organismos vivos que habitan el planeta Tierra, de las células de que constan y de las semejanzas y diferencias que presentan: unos son procarios, otros eucarios; unos son anaerobios, otros aerobios; unos asexuales, otros sexuales.

Los dos capítulos siguientes están ya centrados en la vida animal. El capítulo 4 se pregunta por la animalidad. ¿En qué consiste ser un animal? ¿Qué tenemos en común los animales? ¿De qué estamos hechos? ¿Cómo mantenemos nuestra individualidad? El capítulo 5 pasa revista a la fastuosa variedad de la vida animal y a los métodos taxonómicos que usamos para ordenarla, clasificarla y hablar de ella. En especial, exponemos y usamos la taxonomía filogenética, que trata de clasificar los animales según sus relaciones de descendencia y parentesco.

A continuación consideramos actividades animales tan básicas como la comida, la reproducción y el movimiento. El capítulo 6 está dedicado a la nutrición, mediante la cual el animal obtiene la energía

y los materiales que necesita para vivir y sobrevivir. En efecto, somos sistemas en desequilibrio termodinámico y constantemente hemos de gastar energía en mantenernos a flote. El capítulo 7 trata del sexo y la reproducción. Los animales individuales somos efímeros y enseñada morimos, pero nuestros genes continúan su viaje a través del tiempo. Llevamos cientos de millones de años reproduciéndonos. Para comer y para copular hay que moverse. Frente a las plantas, que tienen raíces, muchos animales tenemos patas (o alas o aletas). El capítulo 8 está dedicado a la locomoción.

Los animales solo logramos resistir la corriente entrópica universal a base de aprovechar los flujos de información de nuestro entorno. El capítulo 9 trata de la percepción y los sentidos, que nos permiten detectar esa información. El capítulo 10 describe el cerebro, que procesa la información y la integra en nuestra imagen del mundo y en nuestra conducta. Gracias a nuestro sistema neurosensorial, los animales tenemos un mundo experiencial subjetivo, que incluye la construcción de un mapa interno de la realidad externa.

Los animales no solo vivimos y conocemos, sino que somos agentes, tenemos conducta, actuamos. Muchos animales disponemos de un cierto margen de indeterminación, fuente de peligros y oportunidades. Para mitigar los riesgos, los animales disponemos del sistema cibernético del placer y el dolor, que nos orienta sin obligarnos, como se detalla en el capítulo 10. Los animales acabamos muriéndonos. Al tema de la muerte (celular, animal y humana) está dedicado el capítulo 12, que también abarca la senescencia, la longevidad, la conciencia de la muerte y la eutanasia.

Los tres capítulos siguientes tratan de cuestiones más teóricas. Los animales no forman un continuo reproductivo, sino que están aislados en grupos llamados especies, cuyos miembros se cruzan entre sí pero no con los otros. El capítulo 13 introduce las especies y discute lo que son. Cada especie posee un acervo génico, que reúne los genes de todos sus miembros. El capítulo 14 trata del genoma y del espectacular desarrollo de la investigación genética y de la secuenciación genómica al que asistimos. El acervo génico de una especie va cambiando con el tiempo; en ese cambio consiste la evolución. El capí-

tulo 15 está dedicado al hecho de la evolución y a la teoría darwinista de la selección natural, que explica la evolución biológica, la adaptación de los organismos a su medio y de los órganos a su función.

Según la taxonomía oficial linneana, los animales constituimos un reino, el reino de los animales, que da título a este libro. Es un reino amplísimo y variado, la mayoría de cuyas regiones o subgrupos ni siquiera hemos podido mencionar. Para acabar de un modo más concreto, dedico el último capítulo, el 16, al orden de los primates, considerando brevemente su evolución, clasificación y etología. Todos los animales están emparentados con nosotros (en sentido literal, no metafórico; es decir, compartimos ancestros comunes con ellos), pero los primates son nuestros parientes más próximos.

Diversos colegas, desde Miguel Ferrer (de la Estación Biológica de Doñana) hasta Marga Vicedo (de la Universidad de Toronto), pasando por Ricardo Guerrero, Carmen Maté y Susana Sánchez, han tenido la amabilidad de comentar y sugerir correcciones al manuscrito de este libro. Especialmente atenta y detenida ha sido la lectura crítica de Antonio Fontdevila (de la Universidad Autónoma de Barcelona) y José Luis Viejo (de la Universidad Autónoma de Madrid), que han contribuido con gran generosidad y competencia a la mejora del texto. A todos ellos les doy mis más sinceras gracias. En general he seguido sus sabios consejos, pero no siempre, por lo que soy el único responsable de los errores o descuidos que todavía puedan quedar. Si el lector detecta alguno, me lo puede comunicar a la dirección: box@mosterin.com.

El sustantivo ‘humán’ (en plural, ‘humanes’) significa ser humano (hombre o mujer), miembro de la especie *Homo sapiens*. El verbo ‘experimentar’ significa tener experiencias, mientras que ‘experimentar’ significa hacer experimentos. Esta obra está pensada para ser leída de seguido, pero también he procurado que cada capítulo pueda leerse de un modo independiente, aunque sea a costa de algunas repeticiones. Lo importante es que el lector disfrute de la lectura y aprenda algo. El contenido del libro es científico, biológico y filosó-

fico. Aunque a veces inevitablemente afloran, he procurado evitar los problemas éticos y políticos que plantea nuestra relación con los animales no humanos; no porque no me interesen, sino porque reservo su tratamiento para un próximo libro aparte.

Jesús Mosterín

Moià, enero de 2013

CAPÍTULO 1

LOS SERES VIVOS

Cosas concretas

El mundo es un continuo, pero no un continuo homogéneo: tiene propiedades distintas en lugares diferentes. Por eso, para poder hablar del mundo sin contradecirnos, lo segmentamos en cosas discretas, de tal modo que podamos afirmar de unas lo que negamos de las otras, siguiendo así los contornos de la realidad. La capacidad de hablar y pensar como lo hacemos presupone una ontología de cosas individuales distintas que sin embargo comparten propiedades, características o formas. Una cosa concreta individual es real, pero no es toda la realidad, sino solo una parte delimitada de ella. Una forma puede ser abstracta, pero un individuo es siempre concreto, un pedazo del mundo, un trozo del universo.

Platón creía que había formas separadas, pero Aristóteles sostenía que las formas existen como formas de algo, de una cosa concreta material. Las nociones aristotélicas de materia y forma son relativas: lo que es materia en un contexto es forma en otro. La materia de una

cosa son sus componentes; su forma, la estructura o disposición de esos componentes. Más recientemente, en vez de hablar del compuesto (*synolon*) de materia y forma, hemos preferido la jerga de los sistemas. Un sistema está formado por un dominio de componentes y por una estructura que no solo abarca la forma estática, sino también las relaciones dinámicas, las fuerzas o interacciones entre los componentes. Gran parte de las cosas concretas de interés científico, desde los átomos y las moléculas hasta los sistemas planetarios y las galaxias, pasando por las células, los organismos y los ecosistemas, pueden considerarse como sistemas en este sentido.

Este libro trata de los animales. ¿Qué es un animal? Como veremos, un tipo especial de ser vivo. ¿Qué es un ser vivo? Un tipo de cosa, un sistema físico peculiar. La física es la auténtica metafísica: todos los sistemas reales, incluidos los biológicos, están sometidos a sus leyes; nada de lo que la física prohíbe sucede. Los animales somos sistemas físicos, hechos de las mismas partículas (básicamente, protones, neutrones y electrones, o, equivalentemente, de quarks y electrones) interrelacionadas por las mismas fuerzas (la electromagnética, la nuclear fuerte, la débil y la gravitatoria) que todo lo demás.

Los seres vivos somos seres y estamos vivos. En este capítulo nos preguntamos por los seres en general y por la vida en general. Como punto de partida tomamos algunas consideraciones del filósofo y biólogo clásico Aristóteles. Desde luego, no nos quedamos ahí, sino que enseguida pasamos a un punto de vista más contemporáneo, que incorpora los resultados de la investigación científica actual.

Willard Quine planteó la cuestión de cuáles son los tipos de entidades que la creencia en una teoría nos compromete a aceptar. Su respuesta es que nos compromete a aceptar las entidades que forman los dominios sobre los que varían las variables cuantificadas de la teoría. La cuestión es más complicada en la física y la matemática, pero relativamente sencilla en la biología. Aunque podamos discutir sobre los genes o los taxones, indudablemente la biología nos compromete a aceptar la existencia de seres vivos; y la zoología, la de animales.

Aristóteles se dio cuenta de que el verbo griego *eînai* (ser o existir) no es unívoco, sino que «se dice de muchas maneras». Así arrambló con muchos de los seudoproblemas y aporías que habían enmarañado la filosofía griega anterior. De todos modos, Aristóteles pensaba que uno de esos significados es más fundamental que los demás. ‘Lo existente’ o ‘ente’ significa sobre todo la cosa o entidad (*ousía*), que ya en su expresión lingüística se deriva directamente del participio presente activo de *eînai*: el término griego *ousía* proviene de *oûsa*, femenino de *on* (como el latino *entitas*, entidad, proviene de *entis*, genitivo de *ens*, ente). Los seres vivos somos seres, entes, cosas existentes en la realidad, no fantasías, ni ficciones, ni abstracciones.

La distinción ontológica más clásica y elemental es la distinción entre la *ousía*, la entidad primaria, sustancia o cosa que es en sí misma, por un lado, y, por el otro, las propiedades, accidentes y relaciones, que no son en sí mismas, sino en las cosas en las que se dan. El perro Foxy es una cosa en este sentido fuerte, en el que no lo son su postura tumbada, ni su ladrido ni su relación conmigo. De hecho, los ejemplos de entidades primarias o sustancias que pone Aristóteles son siempre animales concretos, como Sócrates o cierto caballo. Marie L. Gill ha sostenido con buenos argumentos que la noción aristotélica de sustancia solo tiene pleno sentido cuando se aplica a organismos¹. Por tanto, los seres vivos, y en especial los animales, son las sustancias o entidades individuales paradigmáticas.

Según Aristóteles, la primacía ontológica de la entidad primaria o individuo concreto se basa en que las entidades abstractas y los accidentes «o bien se dicen de las entidades primarias como de sus sujetos o bien están en ellas como en sus sujetos»². De aquí se sigue que las entidades concretas son en cierto modo independientes, mientras que las demás dependen de ellas. «Si no existieran las entidades primarias, sería imposible que existiera nada de lo demás»³. Yo, que soy una entidad concreta independiente, puedo existir aunque no sonría, pero mi sonrisa, que es un accidente mío o un particular dependiente de mí, no puede existir sin mí. De ahí la extrañeza de Alicia en el país de las maravillas cuando sobre la rama del árbol permanece la sonrisa del gato de Cheshire, una vez desaparecido el gato mismo⁴.

No solo hay que distinguir la cosa misma de sus accidentes, sino también hay que diferenciar la cosa concreta, histórica y espaciotemporal de los conceptos abstractos que ejemplifique. Según Aristóteles, la palabra *ousía* (entidad) tiene dos significados: como *prōte ousía* (sustancia o entidad primaria) es la cosa concreta, real, física, singular, histórica y situada en el espaciotiempo; y como *déutera ousía* (entidad secundaria) es el concepto, la esencia, el tipo, la abstracción, el ente de razón.

Entidad —en el sentido primario y más propio y principal— es lo que no se dice de un sujeto ni está en un sujeto, como, por ejemplo, un humano concreto o un caballo concreto. Se llaman entidades secundarias las especies a las que pertenecen las entidades primariamente así llamadas, tanto esas especies como sus géneros; por ejemplo, este humano concreto pertenece a la especie humana, y el género de dicha especie es animal; así pues, estas entidades, como el humano y el animal, se llaman secundarias⁵.

Todos los animales somos cosas. La alternativa a ser una cosa es ser un mero accidente o una abstracción o una ficción. Desde un punto de vista ontológico, lo más que se puede ser es ser una cosa, una sustancia, una entidad en sentido fuerte o primario. Y eso es lo que somos los animales.

Individuos

El verbo griego *témno* significa cortar, amputar, dividir. De ahí se deriva *tomé* (corte, sección, amputación) y *tómos*, trozo cortado, separado o dividido, fragmento, y —hablando de obras escritas en varios rollos de papiro— tomo, es decir, rollo o libro individual, parte de una obra en varios rollos o tomos. Lo no cortado, lo no dividido, lo indiviso o indivisible se expresa en griego mediante el adjetivo *átomos*. De ahí procede nuestro sustantivo ‘átomo’. Los ahora llamados ‘átomos’ son unos sistemas físicos compuestos y divisibles,

muy distintos de la noción de los atomistas griegos (átomos simples, indivisibles y eternos), que se acerca más a la nuestra de partículas elementales, aunque tampoco coincide con ella, pues las partículas se crean y se destruyen (por ejemplo, en los aceleradores de partículas o en las fluctuaciones del vacío).

Cicerón introdujo en el latín el adjetivo *individuus* como traducción del griego *átomos*. En el siglo III el filósofo Porfirio introdujo el término técnico *átomon* (plural: *átoma*) para referirse a los individuos o entidades singulares e irrepetibles, como Sócrates. La obra de Porfirio fue traducida al latín y comentada por Boecio dos siglos más tarde. Boecio tradujo la voz griega *átomon* por la latina *individuum*, que así pasó a ocupar una posición bien establecida en el vocabulario filosófico medieval, dada la gran difusión que las obras de Boecio tuvieron en la Edad Media. A su vez, la palabra castellana 'individuo' procede del latín *individuum*, que significa indiviso o indivisible. El término 'individuo' está, pues, etimológicamente asociado a la idea de lo no partido o dividido. Un individuo es algo indiviso o, al menos, algo que nosotros decidimos no dividir con el escalpelo de nuestro pensamiento.

Leibniz concebía la sustancia o entidad concreta como el límite de una sucesión de entidades abstractas o conceptos que determinan crecientemente al objeto. El objeto concreto está tan determinado por su concepto, que de este último se pueden deducir todas las proposiciones verdaderas de las que forma parte el primero. Si cada individuo concreto leibniziano está caracterizado por un concepto omniabarcador de ese individuo, entonces un individuo siempre se diferencia de otro por poseer alguna nota distinta en su concepto. No basta con que dos individuos ocupen posiciones distintas en el espaciotiempo; eso sería una diferenciación meramente extrínseca. Para decir con fundamento que se trata de dos individuos, y no solo de uno, es preciso que haya una diferencia intrínseca, conceptual, entre ellos.

Además de la diferencia de tiempo y lugar, siempre resulta necesario que haya un principio interno de distinción, y aunque haya múltiples

cosas de la misma especie, sin embargo, siempre es verdad que nunca son absolutamente semejantes entre sí. Aun cuando el tiempo y el lugar... nos sirven para distinguir las cosas que por sí mismas nosotros no distinguimos bien, sin embargo, las cosas siempre son distinguibles por sí mismas⁶.

La noción de individuo leibniziano conlleva un principio explícito de individuación, el famoso principio de la identidad de los indiscernibles. En efecto, dos cosas que no se diferencian por ninguna propiedad intrínseca, dos cosas indiscernibles, corresponden al mismo concepto individual y son la misma cosa. «Proponer dos cosas indiscernibles es proponer la misma cosa bajo dos nombres»⁷.

Las partículas elementales, como los fotones, los electrones y los quarks, están caracterizadas por un número pequeño de propiedades intrínsecas (masa en reposo, carga eléctrica, spin), idénticas en todas las partículas del mismo tipo. Si los fotones no fueran todos exactamente iguales, el láser no funcionaría. Si los electrones no fueran todos exactamente iguales, la materia ordinaria colapsaría. Las partículas del mismo tipo son indiscernibles o indistinguibles por propiedades intrínsecas y, sin embargo, consideramos que un electrón es distinto de otro. Las partículas individuales no son individuos leibnizianos. Y tampoco lo son los protones, ni los átomos, ni las moléculas. Dos partículas del mismo tipo son a lo sumo distinguibles por su distinta localización en el espaciotiempo. Pero ni siquiera esto es siempre posible. Cuando dos partículas del mismo tipo colisionan, sus funciones de onda (cuánticas) se solapan y resulta imposible distinguir las por su localización. De hecho, resulta imposible distinguir las de modo alguno.

Quizá los animales puedan ser considerados como individuos leibnizianos, en el sentido de que no hay dos iguales. Cada animal tiene su propio genoma, distinto en algunos puntos de los demás, excepto en el caso de gemelos monozigóticos. Sin embargo, incluso los gemelos monozigóticos se diferencian por las huellas que el desarrollo y la experiencia han ido dejando en ellos.

Jack Wilson introdujo en 1999 la noción de individuo genético⁸. Una entidad multicelular es un individuo genético si sus células

comparten un genotipo común por herencia de un ancestro común (un cigoto, en el caso de los animales) que ya tenía ese genotipo. Un nuevo individuo genético empieza cuando una célula genera un genotipo distinto al de sus ancestros inmediatos (como ocurre en la fecundación). Cuando los gametos se fusionan, los individuos genéticos que eran dejan de existir y quedan subsumidos en un nuevo individuo genético, que empieza con el cigoto resultante de la fusión, continúa con todas las células producidas por mitosis a partir de él, persiste mientras ellas siguen reproduciéndose y deja de existir cuando la última de esas células deja de existir. En los casos de reproducción asexual, los procesos de reproducción pueden ser también considerados como procesos de crecimiento de un individuo genético (el clon).

Aunque la noción de individuo concreto o particular sustancial o entidad primaria o cosa parece razonablemente clara desde un punto de vista intuitivo, todavía no proporciona un criterio suficiente de identidad o individuación, es decir, un criterio que nos permita decidir, de cada par de presuntos individuos concretos, si efectivamente se trata de dos individuos distintos o si son el mismo individuo. Quine ha subrayado repetidamente que una noción aplicable a objetos solo es aceptable en la medida en que dispongamos de un principio de individuación o identidad para los objetos que caigan bajo esa noción. En definitiva, «no hay entidad sin identidad»⁹. Precisamente es el intento de completar nuestra noción intuitiva de entidades concretas con un criterio de identidad lo que ha llevado a identificarlas con los individuos espaciotemporales, o, si se prefiere, con las regiones continuas del espaciotiempo que estos ocupan. De todos modos, esta noción no es tan clara como parece a primera vista, pues todos estamos hechos de átomos y los átomos son sistemas casi enteramente vacíos, es decir, vacíos en más de un 99,99999999999999 %.

Todos los seres vivos son sustancias, entidades históricas, cosas concretas, individuos. Como entidades históricas que son, los seres vivos están bien delimitados o circunscritos en el espaciotiempo, tienen límites precisos, normalmente marcados por una frontera física (la membrana de la célula, la piel de la rana). En ello contrastan