REFLEXIONES EN TORNO AL CONCEPTO DE VIDA

Reflexiones en Torno al Concepto de Vida

Maurizio Milazzo Ramírez

Universidad del Rosario

Trabajo para optar por el grado de

Maestría en Filosofía

Director

Doctor Carlos Cardona

Bogotá, 16 de noviembre de 2013

Abstract

Este texto examina cuatro conceptos de vida que se consideran notables en el siglo XX, los contrasta y propone algunos aspectos que pueden enriquecer el concepto.

1. Introducción

El problema de la conceptualización ha sido siempre un problema de la filosofía; tanto la conceptualización como proceso de producir conceptos, entendidos contextual o históricamente –la genealogía, por ejemplo-, así como la legitimidad de los conceptos resultantes. Ahora bien, ¿por qué es importante un concepto? Pues bien, el proceso de la nomenclatura, el proceso de nombrar, de denominar a las cosas, si bien puede ser arbitrario, tiene muchas implicaciones en lo atinente a la verdad, pues al nombrar cosas marcamos deslindes, es decir, definimos límites de semejanzas y diferencias; el proceso de hacer taxonomías, clasificaciones, definirá a qué clase pertenece aquello a lo que nominamos y a qué clase no corresponde; y en el caso de la vida, esta clasificación señalaría la distinción entre lo que está vivo y lo que es inerte.

Ciertamente, las clasificaciones son particularmente importantes para la ciencia y el conocimiento en general, y en este texto nos interesa delimitar qué es la vida o, en otras palabras, qué elementos pertenecen a la clase vida, pues como dice Julien Freund, “toda teoría general de las ciencias humanas conduce a una clasificación” (1975, pág. 25), y nosotros agregamos no solo toda teoría de las ciencias humanas, sino toda teoría en general, y de manera recíproca, una clasificación contribuye a influir en el delineamiento de los límites de una teoría. Por ejemplo, la clasificación de los elementos desde la perspectiva química suma un centenar de estos; si pensásemos en una clasificación que incorporara los isótopos, los elementos llegarían a centenares, y las consecuencias en la concepción misma de qué son los elementos, cambiaría. A este respecto agrega Freund,

... O bien la reflexión parte de una clasificación implícita y no consciente, o bien la inventa en el curso de su desarrollo, o incluso desemboca en ella en última instancia. No solo el procedimiento es inevitable, sino que es natural e inherente a todo análisis. (1975, pág. 25).

Por ejemplo, cuando nombramos al Cedro americano como *Cedrela Odorata*, su sola nomenclatura clasifica esta especie como perteneciente a la familia de los cedros, los cuales suponen tales y cuales características; y, así mismo, cuando nombramos a la mosca negra como *Drosophila Melanogaster*, estamos refiriendo de ella tanto un hábito alimenticio, como una característica morfológica. En este orden de ideas, debemos pensar en qué medida hay objetos que pertenecen a la clase “vida”, es decir, el estar vivo como rasgo que determina la pertenencia a una clase, ¿Cuál es el denominador común de los organismos que tienen vida? O ¿Cuál es el denominador común o factor común de los objetos o cosas que podemos llamar organismos? La vida como elemento que determina la pertenencia a una clase, a la clase de aquello que está vivo. ¿Qué hace que un elemento sea parte del conjunto de los seres vivos?

Es importante resaltar que las palabras en general tienen una característica que es la polisemia, es decir, que poseen múltiples acepciones diferentes; la palabra *vida* no es la excepción, y cuando hablamos de vida, podemos pensar y tendemos a pensar en la vida humana y sus implicaciones existenciales, éticas, estéticas, políticas, etcétera. Sin embargo, es de anotar que el concepto de *vida* que pretendo estudiar hace referencia a la vida como fenómeno biológico, es decir, a esa característica que distingue -o pretende distinguir- aquello que está vivo de aquello que es inerte.

Ahora bien, para aproximarnos a este concepto he tomado algunas de las múltiples definiciones de vida que aparecen en la literatura especializada actual, y con ellas he tratado de hacer ciertos análisis, ciertas contrastaciones, y he pretendido agregar algunos aspectos que podrían robustecer las concepciones estudiadas: la información, la historia y la reproducción vegetativa en las plantas.

1.1.El Problema

La ciencia, como constructo humano, es un producto colectivo, un producto que emerge en el seno de una sociedad. Los conceptos de la ciencia -y de otros saberes-, son también construcciones que son recibidos y avalados en un contexto social determinado. Estos procesos de emisión, recepción y contrastación de hipótesis suponen que los asertos de los científicos sean expresados en un lenguaje común, que tenga cierto nivel de univocidad.

Ahora bien, en el marco de esta aspiración de univocidad de los conceptos, encontramos que existe cierta ambigüedad del concepto vida, aun en el acotado espacio de las concepciones científicas; en consecuencia, conviene hacer una comparación entre algunas expresiones de esta multiplicidad de conceptos, para mirar cómo se articulan entre ellos, y qué elementos comunes a los autores estudiados podrían ser necesarios para una concepción de vida.

Algunas preguntas que surgen son: ¿cuáles, de los elementos señalados por los autores, no son necesarios para una definición de vida?, ¿qué elementos podrían enriquecer estas concepciones estudiadas?, y, ¿cuáles elementos son *conditio sine qua non* de una definición?

1.2.El Método

Voy a utilizar el método comparativo para contrastar las definiciones y las reflexiones en torno a la vida por parte de cuatro autores del ámbito científico, y particularmente de algunas de sus obras. Es de anotar que el método comparativo subyace a otros métodos, pues cuando se habla de método dialéctico, la yuxtaposición de tesis y antítesis supone una cierta comparación entre estos dos extremos; también cuando se hace analogía o se hacen metáforas o se crean juegos de lenguaje, la comparación es parte constitutiva de estas metodologías. Ahora bien, la comparación que acá se lleva a cabo pretende descubrir las coincidencias y similitudes entre las posturas de los autores, así

como sus diferencias y especificidades, todo esto desde una perspectiva subjetiva de quien lee y analiza los autores y sus obras -quien escribe estas líneas-, para contrastar también esas concepciones con la mirada y los aportes propios.

En cuanto a las concepciones de vida examinadas, he de anotar que no voy a estudiar concepciones de raigambre existencialista, porque mi preocupación no está en torno a los temas de dicha escuela, como la subjetividad, la dicotomía esencia-existencia, ni el tema de la libertad, como tampoco una perspectiva de lo que es vida desde el humanismo.

Tampoco voy a reflexionar sobre concepciones religiosas de la vida, a pesar de la riqueza que dichas concepciones tienen alrededor del concepto de vida, pues no están en el centro de esta reflexión los temas centrales de la visión religiosa, como: el sentido de la vida, su origen (en sentido metafísico), ni la vida en relación con una cosmogonía, así como tampoco me interesa el tema de la sacralidad de la vida, o su valor espiritual, ni mucho menos la polémica de si la materialidad de la vida es una expresión de una “caída” –caso de los maniqueos y de algunos cristianos- con respecto a un universo espiritual jerárquicamente superior.

De otra parte, tampoco me interesa una reflexión de tono lógico con respecto a lo que es vida, pues este trabajo no es una reflexión formal en cuanto a lo que el concepto implicaría, en la pregunta por la validez del pensar.

Los autores que he elegido para esta reflexión tienen todos como común denominador que sus obras tienen un aire de familia científico, y la perspectiva sobre la vida es una perspectiva naturalista del fenómeno.

Los autores que he seleccionado para el análisis comparativo son: Ludwig Bertalanffy, Erwin Schrödinger, Jacques Monod y Richard Dawkins.

Escogí a Erwin Schrödinger por el impacto que su texto, *¿Qué es la vida?*, tuvo en las reflexiones posteriores sobre el concepto, también porque la concepción del físico austriaco resalta las relaciones entre la física y la biología, y adicionalmente porque su concepción molecular de la información genética anticipó el descubrimiento del ADN por parte de Watson y Crick, años más tarde.

Adicionalmente he presentado la concepción de Schrödinger en razón a que hace un intento de explicar y divulgar cómo las leyes de la termodinámica se articulan en la complejidad biológica, en el contexto del ideal de unificación de las ciencias.

A Jacques Monod lo he presentado en razón a que su texto *El Azar y la Necesidad* hace una definición consistente de la vida en el marco de la idea de cómo lo aleatorio deviene necesario en la dinámica de los procesos de selección natural. Su concepción como biólogo y su trabajo con bacterias lo llevan a caracterizar la vida desde una perspectiva pragmática. Además su visión biologicista da cuenta de aspectos de la vida que desde la física teórica y desde la teoría de sistemas no se pueden apreciar.

He seleccionado los aportes de Ludwig Bertalanffy porque con su trabajo trató de crear una teoría general de los sistemas, y en ese marco, su concepción de la vida expresa

una perspectiva sistémica, que me parece destacable porque concebir la vida como un sistema permite contrastar las otras perspectivas, especialmente contrasta con la mirada atomista de Schrödinger, y de esta manera, se enriquece la dinámica comparativa.

Finalmente, he incorporado las reflexiones de Richard Dawkins, por su concepción evolutiva de la vida, por la trascendencia que le otorga a la información genética en la dinámica de la vida, y por su perspectiva particular de zoólogo y etólogo, formación disciplinar que puede orientar el concepto en una perspectiva distinta que la mirada biológica, en razón a sus reflexiones en torno a etología animal y selección natural, reflexiones que podrían contrastar con la mirada celular de los biólogos y la perspectiva molecular de los físicos, sin desconocer que todos estos autores articulan miradas interdisciplinarias en sus construcciones teóricas. Adicionalmente, porque pienso que la vida individual es inconcebible sin la reproducción. Dawkins, en consecuencia, hace énfasis en el aspecto genético de la vida, en la importancia del gen y del ADN.

Las obras que se estudian perfilan diferentes aproximaciones al fenómeno vida; así, algunas perspectivas son más sistémicas y otras son atomistas; algunos estudian la vida considerándola en cortes atemporales, mientras que otros privilegian la temporalidad y la historia; unos ven en el metabolismo el centro del proceso vida, mientras que otros apuntan al fenómeno de la replicación como aspecto central de sus conceptualizaciones; y finalmente, unos ven orden y organización en la vida, mientras que otros ven desequilibrio y antagonismos. En efecto, mientras Erwin Schrödinger presenta una visión atomista de la vida, habida cuenta de su concepción del fenómeno en torno a lo molecular, Ludwig Bertalanffy, Monod y Dawkins nos muestran perspectivas sistémicas; mientras Dawkins y Monod asumen la perspectiva diacrónica al privilegiar el aspecto reproductivo, Schrödinger nos presenta la perspectiva sincrónica de la vida; finalmente, la concepción de equilibrio en la mirada física de Schrödinger es muy diferente a las concepciones de organización de Bertalanffy y Monod quienes nos muestran concepciones de vida más comprensivas. Estas distintas aproximaciones a las características de la vida enriquecen la mirada, toda vez que contrastar perspectivas nos permite robustecer una visión más amplia sobre un objeto de estudio.

Los autores son estudiados en capítulos independientes para presentar propedéuticamente el fenómeno, para el efecto, en cada uno de estos capítulos hay una reseña del planteamiento del autor y una breve crítica o comentario. El espectro que ofrecen los autores mencionados lo inscribo en el naturalismo, entendiendo éste como una ontología que se basa en las construcciones científicas más reputadas en la actualidad, en otras palabras, los textos de los autores estudiados tienen todos un “aire de familia” científico.

En la parte final del texto hago una síntesis de las características sobre las que existe consenso entre algunos autores, y explico las particularidades con las que cada perspectiva plantea cada característica. Posteriormente hago un aporte personal de características o aspectos puntuales de la vida que pretenden suscitar preguntas para ulteriores reflexiones.

2. Una Perspectiva Disciplinar desde la Física Teórica

Desde la perspectiva de la disciplina física, Erwin Schrödinger (físico austriaco, premio Nobel de Física del año 1933), se pregunta por la vida auscultando la particularidad estructural atómica de los sustratos que contienen la información de la herencia y se indaga también por la estabilidad en el tiempo de estructuras que parecen trascender el segundo principio de la termodinámica. Su texto, *¿Qué es la vida?*, es premonitorio de lo que serían los hallazgos posteriores de las estructuras moleculares portadoras de la información genética, los ácidos nucleicos. El texto, a pesar de ser escrito en 1944, sigue generando reflexiones en razón a su aguda visión de la relación organismo-medio en términos del intercambio energético.

Schrödinger parte de una definición: “La vida parece ser el comportamiento ordenado y reglamentado de la materia, que no está asentado exclusivamente en su tendencia de pasar del orden al desorden, sino basado en parte en un orden existente que es mantenido” (1983, pág. 108). Como físico, Schrödinger se sorprende de que existan objetos capaces de vencer el aumento de entropía, la tendencia al equilibrio termodinámico. En efecto, el autor explica cómo existe una tendencia estadística de los sistemas no-vivos de la naturaleza hacia el desorden.

Ahora bien, los organismos vivos tienen la característica fundamental de evitar esta tendencia a ese estado inerte de la materia: “Un organismo vivo evita la rápida degradación al estado inerte de <<equilibrio>>, y por ello se nos antoja tan enigmático” (1983, pág. 110). Schrödinger habla de la evitación de la degradación, cuyo punto final sería el “equilibrio”, entendido este término como un cierto *status* termodinámico de no transición hacia otro estado, o en otras palabras, es el estado inerte, de entropía máxima. Schrödinger responde a la pregunta de cómo se evita esta degradación, afirmando primeramente que es mediante las acciones de comer, beber, fotosintetizar, entre otras, es decir, mediante el metabolismo. Curiosamente, Schrödinger ve absurdo que pensemos que el intercambio propio del metabolismo sea un intercambio de materia, debido a que considera que cualquier provisión de materia es igual que otra: “Es absurdo suponer que el intercambio de material sea el punto esencial. Cada átomo de nitrógeno, oxígeno, azufre, etcétera, es tan bueno como cualquier otro de su tipo” (1983, pág. 111). Así mismo, piensa que un intercambio de energía tampoco tiene sentido: “como todas las calorías tienen el mismo valor, no puede comprenderse qué utilidad puede tener su mero intercambio” (1983, pág. 111). En este orden de ideas, si el metabolismo es lo que impide la degradación hacia el acabamiento, pero este no consiste -según Schrödinger- en intercambio de simple materia o simple energía, entonces, ¿qué se intercambia? La respuesta del autor es que el organismo intercambia con su medio entropía, más concretamente, el organismo se mantiene vivo extrayendo entropía negativa de su entorno. En palabras de Schrödinger, “solo puede mantenerse lejos de ella [la muerte], es decir, vivo, extrayendo continuamente entropía negativa de su medio ambiente (...) De lo que un organismo se alimenta es de entropía negativa” (Schrödinger, 1983, pág. 111).

Mirando este entendimiento schrödingeriano podríamos decir que a la luz de una dicotomía estructura-función de los organismos vivos, en un sentido teleológico los cambios estructurales están orientados hacia una funcionalidad “neguentrópica”, es decir, una funcionalidad que garantice la tendencia a cero de la entropía.

Ahora bien, el proceso de reproducción, es una característica que es *conditio sine qua non* de la vida como la conocemos, pues sin ella la vida se hubiese podido manifestar en el planeta, pero hubiese sido “flor de un día”. Schrödinger se sorprende de la estabilidad de los procesos de transmisión de información propios de las sucesiones generacionales de los seres vivos, y ve en ella una curiosa interrelación de orden y desorden...

2.1. Orden a Partir del Orden y Orden a Partir del Desorden

Una de las definiciones que elabora Schrödinger sobre la vida, dirigida a los físicos, parece contradecir sus aseveraciones anteriores en cuanto a la omnipresencia de los principios de la termodinámica. En efecto, dice el autor:

...el organismo vivo parece ser un sistema macroscópico cuyo comportamiento, en parte, se aproxima a la conducta puramente mecánica (en contraste con la termodinámica) a la que tienden todos los sistemas cuando la temperatura se aproxima al cero absoluto y se elimina el desorden molecular. (1983, pág. 111)

Sin embargo, existe una parcial contradicción, pues Schrödinger asevera que “Todas las leyes físicas y químicas que desempeñan un papel importante en la vida de los organismos son de tipo estadístico: cualquier otro tipo de ordenación que pueda imaginarse está perpetuamente perturbado y hecho inoperante por el movimiento térmico incesante de los átomos” (1983, pág. 25). En este orden de ideas tenemos que, por un lado, el organismo se comporta como si fuese un sistema mecánico al que, *prima facie*, pareciesen no perturbar los avatares de la termodinámica, y por otro lado, en aparente paradoja, sí se encuentra sometido a leyes de tipo estadístico. Con respecto a esta dicotomía, un comentarista de Schrödinger, el filósofo español Juan Arana, plantea:

Lo sorprendente es que, en cierto modo, la visión cuántica del mundo no supuso para Schrödinger una confirmación del acausalismo, sino lo contrario: cierta restauración de la confianza en la necesidad de los procesos individuales y, ya que no la rehabilitación del determinismo absoluto, al menos un claro distanciamiento del probabilismo estocástico. (Arana, 1998, pág. 162).

Ahora bien, si pretendemos tomar partido por un extremo de la dicotomía, hemos de decir que nos parece que, dadas las “leyes de los grandes números”, en general el desarrollo de la vida se comporta de acuerdo con las leyes estadísticas, pero el orden sucesivo de vidas, es decir, la reproducción, sí está sometido al azar estadístico de la termodinámica y de ahí el surgimiento de las mutaciones en las sucesiones hereditarias que hicieron posible la evolución. En efecto, Jacques Monod (1981) considera que la probabilidad de alteración al azar en la sucesión hereditaria, que genera mutaciones, puede ser del orden de entre 10^{-8} y 10^{-6} en poblaciones bacterianas estudiadas.

Schrödinger hace una distinción entre aquel *orden* que se crea a partir del orden, y aquellas expresiones de *orden* que son creadas a partir del *desorden*. En el primer caso

Schrödinger se refiere a los mecanismos de relojería, es decir a la mecánica clásica anterior a los desarrollos de la termodinámica, que aparentemente no sufre alteraciones por estas leyes y en consecuencia no está basada en la estadística. El segundo caso lo constituyen aquellos fenómenos que están afectados de manera más evidente por las leyes de la termodinámica, como sería el caso de la expansión y contracción de los gases dada las alteraciones de la temperatura. En este orden de ideas, Schrödinger expresa que “existen dos <<mecanismos>> distintos por medio de los cuales pueden producirse acontecimientos ordenados: el <<mecanismo>> que produce <<orden a partir del desorden>> y otro nuevo que produce <<orden a partir del orden>>” (1998, pág. 124). Sin embargo aclara que no se puede pretender que las leyes de la física basadas en el orden a partir del desorden sean suficientes para explicar el proceso *vida*, pues este se basa esencialmente en el orden a partir del orden. En efecto, dice el autor:

...no podemos esperar que las leyes de la Física, derivadas del mismo [orden a partir del desorden], basten para explicar el comportamiento de la materia viva, cuyos rasgos más fascinantes están visiblemente basados en el principio del <<orden a partir del orden>>. (1983, pág. 124).

Y confirma el autor: “En efecto, existen fenómenos cuyas características están visiblemente basadas, en forma directa, en el principio del <<orden a partir del orden>> y que parecen no tener relación con la estadística ni con el desorden molecular.” (1983, pág. 125). A este respecto el autor concluye que en efecto la vida “está basada en un puro mecanismo, una especie de máquina de relojería...” (1983, pág. 124). Sin embargo, aclara que el más simple y “mecánico” sistema de relojería siempre está sometido a las leyes de la termodinámica, y es así como, por ejemplo, existe la necesidad de darle cuerda, porque la fricción de las piezas está sometida a tales leyes.

Ahora bien, en un aspecto en el que Schrödinger descarta la presencia de <<orden a partir del desorden>>, es decir la determinación de las leyes (estadísticas) de la termodinámica, es en la reproducción de los seres, esto es, la replicación de la vida. En este punto particular el autor plantea que es una expresión clara del llamado <<orden a partir del orden>>, vale decir la mecánica clásica, pues según él, el sustrato genético está protegido de las vicisitudes de los cambios térmicos. Aclara el autor:

...creo que unas simples palabras más bastan para explicar el punto de semejanza entre un mecanismo de relojería y un organismo. Se parecen sencilla y únicamente porque la base de éste último también es un sólido, el cristal aperiódico que forma la sustancia hereditaria, el cual está protegido del desorden que proviene del movimiento térmico.¹ (1983, pág. 124)

Esta aseveración implica que el autor ha quedado sorprendido por la perdurabilidad en el tiempo de la información genética, por el hecho de que el paso de los años no altera -significativamente- los caracteres hereditarios que se transmiten, y en busca de una explicación concluye que la información genética se encuentra “encapsulada” en una

¹ Nota: el cristal aperiódico del que habla Schrödinger, fue una anticipación al posterior descubrimiento de las cadenas de ADN y ARN, y el científico previó la importancia de dichas moléculas. Un comentarista de Schrödinger confirma la importancia de su aporte, ver: Miguel de Pablos, José Luis, Revista de Investigación en Información filosófica, Vol. 62, No. 234, 2006, pág. 515.

estructura que posee la característica de estabilidad mayor que casi cualquier otra en la naturaleza, pues es en la molécula en donde reside esta información. En efecto, en un caso particular de permanencia de un gen durante generaciones, el autor responde que la información en él contenida solo pudo haber permanecido inalterable en el tiempo en razón a que las estructuras de la herencia, "...no pueden ser otra cosa que moléculas"² (1983, pág. 78).

2.2.A Manera de Crítica

Causa sorpresa la dicotomía que plantea el físico Schrödinger entre unos aspectos legaliformes de la actividad biológica que responden a las particulares leyes de la termodinámica y otros aspectos que parecieran escapar a estas leyes. En nuestro parecer la dinámica de los procesos propios de la vida no serían diferentes a cualquier otro sistema dinámico, aún el más simple, pensemos para ilustrar esta opinión, en el caso de una bicicleta, el diseño general de la bicicleta responde a las leyes mecanicistas: la ventaja mecánica de los cambios, el torque, la presión tangencial convertida en movimiento circular, la transmisión de la fuerza mediante una cadena; en principio estas operaciones y eventos podrían ser pensados desde la lógica de leyes mecanicistas, haciendo caso omiso de las leyes de la termodinámica; sin embargo, si pensamos más detenidamente, la fricción de los rodamientos, el agarre de las llantas sobre el pavimento –sin mencionar la presión misma de las llantas-, todos estos procesos dinámicos están también sometidos a las leyes de la termodinámica, lo que sucede es que la incidencia de estas leyes es menos determinante macroscópicamente en el mecanismo que nos interesa hacer funcionar: la bicicleta. Algo análogo ocurre con los procesos de la vida, para algunos de ellos va a ser más evidente la incidencia de las leyes de la termodinámica, mientras que para otros la incidencia de estas leyes va a ser menos aparente y por ello pensamos que en estos procesos únicamente inciden las leyes “mecanicistas”. Nos parece que a Schrödinger le faltó aclarar este punto al plantear su dicotomía entre “orden a partir del orden” y “orden a partir del desorden”. Si pensamos en un ejemplo, podríamos decir que la motilidad del bolo alimenticio por el tracto digestivo gracias a la presión de los músculos puede estar más sometida a leyes mecánicas –sin decir que las termodinámicas no incidan también-, y en cambio, la expansión de los gases en el torrente sanguíneo estaría principalmente determinada por las leyes de la termodinámica. Hemos de aclarar que de ninguna manera Schrödinger afirma que haya momentos o espacios en los que no actúan las leyes de la termodinámica, pues estas están presentes en cualquier estado de los cuerpos, sin embargo el autor contrasta aquellos fenómenos que a primera vista parecerían más influenciados por las leyes de la termodinámica, como el movimiento de las nubes, con aquellos que

² Nota: Este, que en su momento fue un gran hallazgo de Schrödinger, hoy es conocimiento común. En efecto, “Hoy, por supuesto, esta identificación con la molécula es tan absolutamente común que ya nadie siquiera piensa en ella: un bastión verdaderamente tranquilizador para el reduccionismo.” Rosen, Robert, *La Pregunta Schrödinger, ¿Qué es la vida? 50 Años después*, LLULL, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, , Vol. 16, 1993, pág., 290.

parecieran más sometidos a leyes “puramente mecánicas”, caso de los relojes de cuerda (el ejemplo es de Gastón Bachelard).

Ahora bien, en lo que respecta a la definición de vida como “incorporación de entropía negativa”, si bien es cierto que en ciertas definiciones generales es legítimo buscar un nivel alto de abstracción en los conceptos, sin embargo, no coincidimos con la concepción de Schrödinger en el sentido de que la vida es incorporación de entropía negativa, en el entendido de que ello constituye el metabolismo, y que este no se reduce únicamente al intercambio de energía y materia con el exterior. A nuestro modo de ver, el intercambio de materia y energía con el exterior sí es importante, y en este punto coincidimos con Schrödinger, sin embargo, existe un matiz que el autor no presenta en su texto, y consiste en que las formas en las que vienen empaquetadas esas expresiones de materia y de energía sí son de importancia vital -valga la redundancia-.

En efecto, si decimos que la vida es lo que incorpora orden³, es importante aclarar que esas formas plurales de “orden”, a nuestro modo de ver, no se incorporan así, llanamente, no, estos sustratos se tienen que *desordenar* o recomponer para ser materialmente incorporadas, las materias complejas tienen que degradarse en materias simples para que puedan ser nutritivas. Efectivamente, el metabolismo a que hace referencia el autor como forma de incorporación de orden, más que incorporar sencillamente este orden, lo desordena, y lo reordena antes de incorporarlo, le tiene que dar una forma particular, orgánica, antes de “incorporarlo”, es decir, volverlo cuerpo. En verdad, si miramos el caso de la nutrición, que constituye la principal forma de incorporación del sistema *vida* -incorporación en el sentido de “hacer cuerpo”, repetimos-, la mayoría de los elementos nutritivos que ingresan son primero desdoblados, “desordenados”, para poder hacer parte del sistema.

En efecto, pensemos en las proteínas que consumimos que son descompuestas en los veinte aminoácidos básicos para poder ser absorbidos por las células, o miremos el caso de las harinas que son descompuestas en azúcares con el mismo propósito, y aún los azúcares, elementos aparentemente simples, “órdenes no complejos” que también deben ser “desordenados” en elementos más simples, en azúcares más simples, como la sacarosa o la lactosa que devienen glucosa. Entonces, en este orden de ideas, vemos que el sistema vida sí requiere incorporar formas de orden, pero podríamos agregar el matiz de que estas formas de orden deben ser previamente desordenadas o reorganizadas para poder incorporarse al sistema.

Este punto es importante porque el organismo necesita “organizar” en la doble acepción de “volver orden”, así como de “volver orgánico”, aquello que incorpora. En efecto, si pensamos en la nutrición de algunos mamíferos de granja, ciertos saberes tecnológicos de hoy han descubierto cómo al apilar granos o material vegetal como caldo

³ Nota: el vocablo orden entendido lato sensu, sin la particular apropiación de una disciplina específica, tomado en su acepción del español usual como: “Organización y disposición de los elementos de un conjunto”, tomado de Larrouse, Diccionario enciclopédico, SPES, Editorial, 2005; o también en su acepción de “...secuencia o colocación habitual”, tomado de Diccionario Etimológico de la Lengua española, Gómez de Silva, Eugenio, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 2006.

de cultivo de bacterias, estos sustratos devienen más nutritivos para los animales -estamos hablando del ensilaje-, pero, ¿por qué?, ¿cómo? Lo que sucede es que al apilar estos sustratos (maíz, avena), las bacterias toman las formas complejas de orden y aún las formas más simples de “no-orden” y las “organizan”, en el sentido de volverlas *orgánicas*. Estas formas ya “organizadas” pueden ser mejor aprovechadas por los sistemas vivos complejos de los animales de granja, que pueden, ahora sí, incorporar estas nuevas formas ya ordenadas a su sistema. Vemos acá que la sugerencia de Schrödinger es muy rica en posibilidades, pero se puede enriquecer con los matices de la relación de “orden”, “desorden” y órdenes más complejos y más simples.

El caso que tomamos acá a manera de ilustración nos permite ver cómo la relación orden/desorden, o como preferimos nominarlo, organización/no-organización, está siempre presente en esta incorporación que el sistema vida hace de lo exterior. Esta relación interioridad-exterioridad está también en el centro de la definición de vida.

Ahora bien, retomando el tema del metabolismo, que es, repetimos, la forma como se incorpora orden al sistema, Schrödinger critica la concepción de este como simple intercambio material o como simple intercambio energético, pues para él un átomo sería tan útil al sistema como otro, y su intercambio sería inoficioso.

Ahora bien, con respecto al intercambio de energía, Schrödinger plantea que: “Para un organismo adulto, el contenido energético es tan estacionario como el contenido material. Como todas las calorías tienen el mismo valor, no puede comprenderse qué utilidad puede tener su mero intercambio” (1983, pág. 111). Nos parece que es un desacierto del físico el considerar que todos los sustratos proveedores de energía están en una equivalencia tal que solo cuenta el número de calorías a proveer. Cualquier neófito en nutrición sabe que cierto número de gramos de tocino puede proveer la misma cantidad de calorías que cierta porción de leguminosas, pero para efectos metabólicos las consecuencias de la ingesta de grasas poli insaturadas difiere totalmente de la ingesta de granos vegetales. Entendemos el propósito de Schrödinger de “reducir la complejidad” en la mirada haciendo abstracción de unos aspectos concretos para concluir que

De lo que un organismo se alimenta es de entropía negativa. O, para expresarlo menos paradójicamente, el punto esencial del metabolismo es aquel en el que el organismo consigue librarse a sí mismo de toda la entropía que no puede dejar de producir mientras está vivo. (1983, pág. 112)

Sin embargo, insistimos en la complejidad del metabolismo y en las especificidades de las formas plurales de intercambio entre organismo y medio que nos parece deseable resaltar, y en este mismo sentido, el filósofo español Juan Arana critica también a Schrödinger por su concepción del metabolismo como simple incorporación de orden. Dice Arana: “la digestión consiste precisamente en la desnaturalización de la forma -demasiado específica- de los alimentos hasta que se haga lo suficientemente elemental para ser incorporada tal cual al organismo receptor” (1998, pág. 169).

Como veremos a continuación, existen ciertos aspectos de la concepción de vida de Schrödinger que están presentes en las concepciones de Ludwig Bertalanffy y Jacques Monod. La concepción de vida como algo ordenado, por ejemplo, es tributaria tanto de la

perspectiva de Schrödinger como de la que revisaremos del biólogo austriaco Ludwig Bertalanffy. En efecto, mientras que Schrödinger describe la vida como “comportamiento ordenado y reglamentado de la materia”, Bertalanffy ve en ella: “orden pasmoso, organización”.

3. La Vida: Una Mirada Sistémica

Dos décadas después de la publicación del texto de Schrödinger, un biólogo y filósofo austríaco, Ludwig Von Bertalanffy, propone una mirada sistémica del conocimiento en general y ofrece aportes en la concepción de la vida. Su perspectiva como biólogo y filósofo puede ser más comprehensiva que aquella del físico austriaco Erwin Schrödinger, toda vez que, primero, cuenta ya con los descubrimientos de Watson y Crick sobre el ADN, así como otros avances de las ciencias biológicas, y segundo, su disciplina tiene como objeto concreto de estudio a la vida.

El autor se propone generar una teoría que sirva de base para el estudio de aquellos fenómenos que son susceptibles de ser entendidos como sistemas, o que comportan en sus estructuras formas relacionales entre sus partes que los llevan a ser vistos como un sistema.

Para Bertalanffy, el caso de la vida es una expresión de una totalidad con una serie de relaciones intrínsecas entre sus partes que la lleva a ser considerada como sistema. Su mirada es más interdisciplinaria que la perspectiva fisicalista de Schrödinger.

Una forma tradicional de definir en qué consiste un fenómeno o cuáles son los límites de significación que hace que de un objeto se diga que es una cosa y no otra, es pensar en torno a este con una reflexión de contraste, es decir, pensar qué es algo por oposición a lo que no lo es, argumentación conocida como de *contrario sensu*. De esta manera, muchos autores⁴ piensan la vida por oposición a lo que es la muerte. Bertalanffy no es la excepción a este raciocinio, y se pregunta “¿Cuál es la diferencia entre un organismo normal, uno enfermo y uno muerto?”, a lo cual responde:

Hablando en términos de física y química, un organismo es un agregado de gran número de procesos que, suponiendo suficiente esfuerzo y conocimiento, es definible mediante fórmulas químicas, ecuaciones matemáticas y leyes de la naturaleza. **Es cierto que tales procesos difieren en un perro sano, uno enfermo y otro muerto, pero las leyes de la física no sacan a la luz diferencia alguna...** (Bertalanffy, 1976, pág. 144) (Negrita fuera del texto original)

Esta dicotomía entre vida y muerte, que parece sencilla y obvia aun para un observador incauto, no lo es en absoluto, pues tanto los organismos vivos como los organismos que han perdido la vida pueden presentar procesos dinámicos similares. Sin embargo, señala el autor que existe una diferencia fundamental entre los organismos vivos y aquellos que no lo están, diferencia que nos permite identificarlos, y es el hecho de que en los organismos vivos existe un cierto orden en sus procesos internos. En efecto, Bertalanffy señala que “en un ser vivo hay innumerables procesos químicos y físicos «ordenados» de tal manera que permiten al sistema vivo persistir, crecer, desarrollarse, reproducirse, etc.” (Bertalanffy, 1976, pág. 144). Erwin Schrödinger interpreta también ciertas disposiciones de los elementos de la vida como una expresión de orden, lo ve en el organismo en general y le sorprende la evitación del desorden al que tienden los sistemas termodinámicos; y lo

⁴ Monod, Baker y Allen, entre otros...

ve, particularmente en el proceso de reproducción, exaltando la permanencia en el tiempo de ciertos gametos y estructuras con información genética.

Ahora bien, en el proceso de construcción del concepto de “vida”, Bertalanffy nos hace caer en cuenta de la importancia del uso de la analogía en las teorías, hecho que a nuestro modo de ver es de particular relevancia, pues consideramos que los límites del conocimiento son también, en parte, los límites de las formas interpretativas o representativas de lo visto. En este orden de ideas, Bertalanffy señala cómo la creación de nuevos instrumentos generó cambios en las concepciones de la vida, en razón a que los instrumentos daban el horizonte de posibilidad para la creación de metáforas explicativas. En efecto, el autor señala que la vida se pensó en el siglo XVII en torno a la metáfora de la máquina, pero al cambiar las máquinas, la concepción misma de vida se fue refinando, así, en un principio la vida se pensó como una máquina mecánica, luego de vapor y finalmente como máquina química, y en el presente, gracias a los servomecanismos de retroalimentación, se piensa al organismo como una máquina cibernética.

En el desarrollo de la analogía del organismo vivo con la máquina, Bertalanffy señala que existen varias razones por las cuales se debe superar el paradigma de la máquina al momento de conceptualizar la vida; concretamente señala algunas razones por las cuales el organismo vivo excede las características de la máquina. Por una parte, está el problema de la procedencia, del origen: es obvio que las máquinas proceden del artificio humano, pero, ¿los seres vivos? La dificultad de la respuesta pone a la máquina en un plano muy diferente al de los organismos vivos. Sobre este punto hay una coincidencia con la perspectiva de Jacques Monod, quien señala como característica importante de los seres vivos su autonomía reproductiva, sin necesidad de ese constructor externo que requieren las máquinas.

Otra razón por la cual la concepción del organismo como máquina se queda corta es porque las máquinas no cuentan con la autonomía con que cuentan los seres vivos para proveerse de energía. El autor también plantea como diferencia entre máquina y organismo vivo el hecho de que este último se autorregula, mientras que la auto-regulación en la máquina ordinaria, aunque existe, está muy limitada y nunca llega a los procesos de adaptación a ambientes propios de los organismos vivos. Finalmente, señala Bertalanffy que el organismo vivo “*es mantenido en continuo intercambio de componentes...*” (Bertalanffy, 1976, pág. 146), en tanto que la máquina no tiene esta posibilidad de auto-reparación continua. En esta característica de auto-reparación continua de los organismos vivos también hay coincidencia con la concepción de Jacques Monod en lo que él llama la morfogénesis autónoma. A este respecto también coincide el pensamiento de Francisco Varela (2.000) quien denomina esta capacidad auto-constructiva como *autopoiesis*, y eleva este fenómeno a característica principal de los organismos vivos.

De otra parte, recordemos que durante los siglos XVII al XIX, la física fue el paradigma de las otras formas de saber, aun de las ciencias sociales. Recordemos pensadores sociales que se pretendían “newtonianos” como Saint Simon, o la llamada “fisiocracia”. Esa concepción fiscalista, particularmente newtoniana, del mundo en general, y de las ciencias en particular, ha sido reemplazada en el presente por concepciones que se basan en otro tipo de modelos, como los biológicos (que en algunas expresiones pueden reducirse a teorías fiscalistas), cibernéticos, holísticos, y otros modelos

herederos de las llamadas ciencias de la complejidad, y por ello Bertalanffy reclama una perspectiva interdisciplinaria para la conceptualización del fenómeno vida. En efecto, fenómenos como los mecanismos de retroacción inventados con propósitos militares inicialmente, o en los termostatos, permitían a los pensadores concebir cómo la vida también poseía mecanismos similares, que daban información para que el sistema se readecuara a nuevos requerimientos. De esta manera nuevos instrumentos y herramientas permitían pensar la realidad desde otra óptica.

Por otra parte aparecen nuevas características en la realidad biológica que no estaban presentes en la realidad puramente física, por ejemplo, conceptos como la teleonomía, la *autopoiesis*, la regulación autónoma, entre otros. En palabras de Bertalanffy, “En los campos biológico, del comportamiento y sociológico, hay problemas esenciales que la ciencia clásica descuidó, o, mejor dicho, que no entraban en sus consideraciones. Si examinamos un organismo vivo, apreciamos un orden pasmoso, organización, mantenimiento en cambio continuo, regulación y aparente teleología” (1976, pág. 95).

Bertalanffy comparte la idea de que la vida se predica de algo que cuenta con un principio de orden, de organización. Esto se puede notar cuando el autor afirma: “En biología, los organismos son, por definición, cosas organizadas...” (1976, pág. 47). Sin embargo, se aparta de considerar esta organización en términos de equilibrio, pues para él la vida no es equilibrio, sino por el contrario, para el autor, la vida es el sostenimiento de ciertos desequilibrios; explica Bertalanffy que “Biológicamente, la vida no es mantenimiento o restauración de equilibrio sino más bien mantenimiento de desequilibrios, según revela la doctrina del organismo como sistema abierto” (1976, pág. 200). Bertalanffy habla de sistema abierto, es decir, él concibe la vida como un conjunto cuyos elementos se encuentran en relación constituyendo una unidad que sostiene intercambios de materia y energía con el exterior.

Ahora bien, Bertalanffy insiste en considerar los organismos vivos como objetos muy alejados del equilibrio: “un organismo vivo se vuelve un cuerpo en putrefacción cuando se interrumpen las tensiones y fuerzas que lo apartan del equilibrio” (1976, p. 146.). En este sentido coincide su acepción de equilibrio con la de los físicos en general, y particularmente, con la acepción que le otorga al vocablo el físico Erwin Schrödinger, quien resalta esta característica particular como la *conditio sine qua non* de la vida, porque desde su perspectiva teórica de físico, el permanecer en el tiempo sustraídos de la tendencia a la entropía es un signo distintivo muy particular de los organismos vivos.

También podemos llegar a la definición que construye Bertalanffy a partir de las características que resalta del organismo vivo, a saber: orden, organización, mantenimiento en el cambio, teleología y autorregulación. En este conjunto de características podemos concluir que Bertalanffy define la vida como algo muy ordenado, organizado, que paradójicamente permanece en el cambio, que posee formas de autorregulación y apunta a algo, es decir, es proyectivo. Esta proyectividad de los organismos vivos es resaltada por el biólogo francés Jacques Monod, quien hace de esta particularidad una de las características más importantes de la vida, y la nombra como “teleonomía”.

Bertalanffy, al definir la vida en términos de organismo -de organización, reiteramos-, considera que si bien el organismo vivo muestra muchas similitudes con los

sistemas en equilibrio, esta característica del equilibrio, de homeostasis, solo se presenta realmente en los sistemas que componen el organismo, no en la totalidad de este. Nos dice Bertalanffy: “Advertimos que se dan sistemas en equilibrio en el organismo, pero que el organismo como tal no puede considerarse un sistema en equilibrio” (1976, pág. 125). En este sentido es importante aclarar que a esta idea subyace la existencia de mecanismos de *feedback* en el sistema, mecanismos que permiten retomar el equilibrio cuando este se pierde. Por tanto, el equilibrio no es una condición permanente del sistema, sino una búsqueda que se da en el transcurso de la existencia del organismo. Es de resaltar que el hecho de cómo invenciones o descubrimientos científicos o tecnológicos -aún en otros campos del saber- pueden modificar -y en este caso robustecer-, una concepción sobre un fenómeno. Los procesos de retroalimentación, que ya existían en los relojes antiguos, fueron utilizados en la máquina de vapor de Watt (que superó con estos procesos el diseño anterior de Newcomb), fueron refinados con la creación de la cibernética del siglo XX, y hoy constituyen procesos regulares de muchas máquinas modernas. Estos desarrollos generaron el ámbito de posibilidad para pensar el organismo vivo como sistema con procesos de retroalimentación. Estos procesos de retroalimentación permiten que los sistemas que los poseen se autorregulen, así:

Los elementos mínimos de un sistema cibernético son un <<receptor>> que recoja los <<estímulos>> externos como información; entonces se transmite un mensaje a un <<centro>> que reacciona ante él de alguna forma y, generalmente, amplía las señales recibidas. A su vez, el centro transmite el mensaje a un <<actuador>> que, en su momento, reacciona al estímulo con una <<respuesta>> informativa. Pero esta respuesta es transmitida por un circuito de realimentación al receptor, que percibe la respuesta preliminar y gobierna la subsiguiente actuación del sistema de forma tal que se consigue el resultado apetecido, un <<target value>> (Sollwert). (Bertalanffy, 1974, pág. 91)

En este mismo sentido, Hans Jonas corrobora que esta nueva concepción cibernética (que incorpora mecanismos de *feedback*) se diferencia de la concepción de máquina clásica porque en el nuevo modelo “el funcionamiento del sistema no es expresión de la permanencia del equilibrio, sino establecimiento y restablecimiento del mismo” (Jonas, 2000, pág. 104), en el entendido que la dinámica de la vida supone ajustes constantes para que la homeostasis sea una realidad. Sin estos sistemas de ajuste continuo la vida no sería posible, y como ejemplos podemos pensar en la temperatura de los mamíferos, en la acidez de la sangre, entre muchos otros.

Ahora, ¿por qué se afirma que el organismo vivo es un sistema homeostático? Pues el organismo es un sistema en cierto equilibrio, así como sus subsistemas, toda vez que tiene la “...capacidad reguladora después de perturbaciones, constancia de composición en condiciones cambiantes y con nutrición cambiante...” (Jonas, 2000, pág. 104). En efecto, si pensamos en nosotros como ejemplo por excelencia de organismo vivo y nos detenemos a pensar en nuestra temperatura corporal, esta se mantiene alrededor de los 36.8°C, independientemente de las condiciones externas; podemos estar en clima cálido o en clima gélido, y la temperatura corporal se mantiene invariante; podemos comer opíparamente o aun ayunar durante un periodo de tiempo, y la temperatura corporal permanece inalterada.

Es importante resaltar que la uniformidad en la vida solo se da en cortes de tiempo relativamente breves, pero considerada la vida en su duración total, solamente se puede decir que el organismo vivo es un sistema cuasi uniforme, como bien lo plantea Bertalanffy en su definición.

Cuando hablamos de sistemas existe una clásica diferenciación entre sistemas abiertos y sistemas cerrados; los primeros intercambian materia o energía con el exterior, mientras que los segundos no lo hacen. El organismo vivo, según Bertalanffy, es un sistema abierto, en la medida en que hay materia que fluye hacia dentro y fuera de él, como ya lo hemos mencionado. A este respecto hemos de añadir que el organismo vivo también intercambia energía constantemente, pues todo el tiempo estamos disipando calor a la vez que consumiéndolo, y de esta manera logramos el punto medio de temperatura mencionado anteriormente.

En este sentido vemos una concurrencia con la concepción de vida del físico Erwin Schrödinger, pues él también resalta el intercambio de materia y energía como característica propia de los seres vivos, coincidiendo, en consecuencia, en que el organismo vivo es un sistema abierto.

Ahora bien, queremos finalizar resaltando la importancia de los flujos de información en los organismos vivos, característica que si bien es mencionada por Bertalanffy, nos parece que se podría robustecer su descripción, dada la trascendencia de dichos flujos para los procesos vitales.

Ciertamente, a nuestro modo de ver el flujo de información es una característica *sine qua non* de los sistemas vivos, y si bien una crítica podría plantear que al hablar de flujos de materia y energía se encuentra subsumida la información en estas dos clases, en nuestro concepto es importante resaltarla, identificarla y aislarla.

Cuando nos referimos a *información* hablamos de múltiples procesos de heterogénea índole que pueden ser tanto de movimiento de sustratos materiales como de expresiones de energía; uno y otro son elementos que enriquecen al organismo como formas de información, formas informativas que se hacen patentes en el “reconocimiento” que hacen las proteínas de dichos paquetes de información mediante la propiedad estereoespecífica de las proteínas, que es la “capacidad de <<reconocer>> a otras moléculas (incluidas otras proteínas) según su forma”⁵ (Monod, 1981, pág. 54).

Para mi concepción es muy importante el flujo de información como una característica *sine qua non* de la vida, y hablamos de flujo, toda vez que la información transita muchas veces en doble vía. Primero debemos pensar en la forma de incorporación de información que sucede en los procesos de nutrición, que constituyen formas de incorporación de ciertos sustratos; en estos procesos nutricionales se incorporan sustratos a los que se les da forma en el proceso de asimilación, de esta manera se agrega una información por parte del organismo al sustrato que ingresa.

⁵Esta propiedad estereoespecífica de las proteínas es una suerte de capacidad cognitiva, según Monod, pues afirma: “*Se trata [la propiedad estereoespecífica] literalmente, de una propiedad discriminativa (sino <<cognitiva>>) microscópica.*” Monod, Ob. Cit., pág. 54.

También debemos pensar que existen procesos en los que la información debe fluir hacia afuera. Un ejemplo muy claro de esto lo representan los procesos de apareamiento en los organismos que tienen reproducción sexual. Recordemos la liberación de ciertos mensajeros químicos, las feromonas, que indican a la potencial pareja la disposición de un individuo animal para el apareamiento. Otro ejemplo lo constituyen los aromas emitidos por ciertas flores, con el propósito de atraer insectos que sean vehículos de la polinización. Estas emisiones de feromonas y de aromas constituyen flujos de información hacia afuera, *output*.

Ahora bien, hemos dicho que la información que se procesa y se transmite, consiste tanto de sustratos materiales, como de formas energéticas. En el caso del alimento que referimos inicialmente, esta información constituye, obviamente, un sustrato material, independientemente de qué procesos ulteriores de oxidación puedan generar energía –por ejemplo en el ciclo de Krebs-. Los aromas y los colores se constituyen en expresiones de información para las funciones de relación de muchos organismos (para la nutrición, en el caso de las abejas, o para el apareamiento, en el caso de los mamíferos decimos que constituyen una forma de información energética, pues el carácter vibratorio de un color o de un aroma, no incorpora realmente un sustrato material).

4. La Vida: Matiz de un Biólogo

Jacques Monod, biólogo francés y premio Nobel de medicina en 1965, publica en 1970 un texto en el que expresa su concepción de la vida, con el sugestivo y poético nombre *El azar y la necesidad*. Cuidándose siempre de evitar idealismos vitalistas, es decir, concepciones que ponen a la vida en un nivel que trasciende las determinaciones de las leyes de la física y la biología, y siempre haciendo énfasis en el principio de objetividad, plantea una conceptualización de la vida que, sin embargo, incorpora en el concepto de teleonomía una idea de teleología que puede ser vista como animista o vitalista.

Su trabajo, que es posterior a los textos de Bertalanffy y Schrödinger, incorpora por ello y por la especificidad de su campo de estudio -la biología experimental-, características de los seres vivos que van a ir más allá de los planteamientos de los autores austriacos, y que se ha constituido en un modelo al momento de pensar el fenómeno vida, al punto que algunos autores, como Maturana y Varela, planteen la idea de *autopoiesis* como subsidiaria de la idea monodiana de morfogénesis autónoma.

Monod caracteriza la vida como aquel fenómeno que posee las siguientes características: teleonomía, morfogénesis autónoma e invariancia reproductiva. La teleonomía hace referencia al hecho de que aquello que posee vida cuenta con un proyecto, con una prospección hacia el futuro; los seres vivos son entes con finalidades. Monod la explica así:

...una de las propiedades fundamentales que caracterizan sin excepción a todos los seres vivos: la de ser objetos dotados de un proyecto. (...) Diremos que éstos [los seres vivos] se distinguen de todas las demás estructuras de todos los sistemas presentes en el universo, por esta propiedad que llamaremos teleonomía. (Monod, 1981, pág. 20.)

Como vemos, para el autor francés la dinámica propia de los seres vivos expresa siempre la presencia de un proyecto. Ciertamente, si miramos cualquiera de los órganos de los seres vivos, vemos que estos cumplen una función, que tienen un proyecto; y también si miramos las actividades que cumplen los seres vivos, veremos que sí expresan un propósito proyectivo, teleonómico; pensemos simplemente en una danza como ritual de apareamiento del pavo real.

En el mismo sentido que Ludwig Bertalanffy, quien resalta que las máquinas, a diferencia de los organismos vivos, son producto del artificio humano, Monod compara los objetos producidos por máquinas y por seres vivos, y encuentra que el primer tipo de artefactos difiere de los organismos, pues

La estructura de un ser vivo resulta de un proceso totalmente diferente [a los objetos manufacturados] en cuanto no debe casi nada a la acción de fuerzas exteriores, y en cambio lo debe todo, desde la forma general, al menor detalle, a interacciones <<morfogenéticas>> internas al objeto mismo. (Monod, 1981, pág. 21)

En efecto, cuando pensamos en el debate en torno a las posibilidades de la robótica, a su capacidad “cognoscitiva” y a sus posibilidades de replicar características humanas, vemos que la diferencia primordial, quizás, consiste en que cualquier *cyborg*, por avanzado que sea, es el producto de una construcción exterior y heterónoma; la característica de poderse construir y reconstruir permanentemente a sí mismos es única de los seres vivos, y ha sido denominada como morfogénesis autónoma o autopoiesis, y es quizás la característica más maravillosa del fenómeno llamado vida, porque el ser vivo está en continua autoconstrucción. Pensemos para el efecto el ejemplo del ser humano que se reconstituye en su casi totalidad con un recambio de las células cada siete años (exceptuando algunas células nerviosas), y aún más sorprendente, las células del intestino grueso tienen un remplazo semanal, según los estudios. La morfogénesis autónoma consiste pues en que los seres vivos tienen la posibilidad de construirse a sí mismos; y no solo a construirse sino a repararse y reconstituirse continuamente durante el tiempo. En palabras de Monod:

Por el carácter autónomo y espontáneo de los procesos morfogenéticos que construyen la estructura macroscópica de los seres vivos, éstos se distinguen absolutamente de los artefactos, así como también de la mayoría de los objetos naturales, cuya morfología macroscópica resulta en gran parte de la acción de agentes externos. (1981, p. 21)

Siguiendo con la comparación propedéutica entre los seres vivos y los objetos inanimados, Monod nos dice que otra diferencia entre unos y otros consiste en que “el emisor de la información expresada en la estructura de un ser vivo es siempre otro objeto idéntico al primero” (1981, pág. 22). A propósito de la invariancia reproductiva, nos dice Monod que esta característica de los seres vivos parece contrariar el principio de la termodinámica, particularmente el segundo principio, pues este afirma que “todo sistema macroscópico solo puede evolucionar en el sentido de la degradación del orden que lo caracteriza” (1981, pág. 27). Sin embargo, la invariancia reproductiva significa, por el contrario, la conservación del orden, aun trascendiendo las generaciones; en consecuencia, el Nobel francés plantea que “... la conservación, la reproducción, la multiplicación de las estructuras altamente ordenadas parecen incompatibles con el segundo principio de la termodinámica” (1981, pág. 27). En este sentido es sorprendente pensar cómo esporas halladas en las tumbas faraónicas han sido encontradas con todo su potencial reproductivo intacto; de igual manera, ciertas semillas pueden permanecer por siglos manteniendo su estructura y capacidad de generación de seres idénticos al que las produjo, y aún algunas mantienen su posibilidad reproductiva después de ser sometidas al fuego; ejemplo de ello es la semilla de *Tectona grandis*, árbol conocido vulgarmente como *Teca*.

Para el físico austriaco Erwin Schrödinger, el hecho de que los procesos y los vehículos de la información reproductiva parezcan “*incompatibles con el segundo principio de la termodinámica*”, también causa sorpresa. En su mirada de físico se sorprende por la particularidad de que ciertas estructuras reproductivas desafíen la tendencia al desorden propia de la entropía, y por ello caracteriza estos vehículos de información genética como moléculas, mismas que serán descubiertas -con posterioridad a sus escritos-, y nominadas como ADN.

La invariancia reproductiva, en otras palabras, se refiere al hecho de que los seres vivos pueden reproducirse en seres semejantes a ellos mismos. Según Monod esta característica de los seres vivos es,

...el poder de reproducir y transmitir *ne varietur* la información correspondiente a su propia estructura. Información muy rica, ya que describe una organización excesivamente compleja, pero integralmente conservada de una generación a la siguiente. Designaremos esta propiedad con el nombre de reproducción invariante, o simplemente de invariancia. (1981, pág. 22)

Estas tres características: teleonomía, morfogénesis autónoma e invariancia reproductiva, son las características por excelencia de la vida, según Monod; sin embargo, ampliando su concepción, el autor plantea otros elementos característicos de aquellos objetos que poseen vida. En efecto, Monod plantea un aserto categórico al decir que “los seres vivos son máquinas químicas” (1981, pág. 53). ¿Por qué dice él que los seres vivos son máquinas químicas? Por el metabolismo, que es un proceso, o un conjunto de procesos esenciales tanto en la dinámica propia de la vida, como en su reproducción. Monod explica el alcance del metabolismo así: “El crecimiento y multiplicación de todos los organismos exigen que sean cumplidas millares de reacciones químicas gracias a las cuales son elaborados los constituyentes esenciales de las células” (1981, p. 53).

Ahora bien, el autor francés matiza su aseveración analógica con las máquinas incorporando en su definición dos características: complejidad y autonomía. Dice el autor:

Como una máquina, todo organismo, incluido el más <<simple>>, constituye una unidad funcional coherente e integrada. Evidentemente, la coherencia funcional de una máquina química tan compleja, y además autónoma, exige la intervención de un sistema cibernético que gobierne y controle la actividad química en numerosos puntos. (1981, pág., 53)

Con respecto a la complejidad de la máquina química de la vida, es evidente que la multiplicidad de reacciones químicas y procesos físicos y eléctricos que se producen constantemente en un organismo hacen de este una máquina compleja. Pensemos únicamente en el proceso de sinapsis de los organismos con sistema nervioso central para captar la complejidad de la estructura que alberga y posibilita dicho proceso. Con relación a la autonomía, es evidente que no existe artificio mecánico capaz de proveerse de materia y energía con la autonomía con que lo hacen los seres vivos.

Jacques Monod añade a las características ya descritas tanto el concepto de *orden*, como el concepto de flujo de información. En efecto, los procesos metabólicos tienden al orden; así: “...las enzimas ejercen precisamente, a escala microscópica, una función creadora de orden” (1981, pág., 66), y cumplen esta función mediante la transmisión de información.

En la concepción de Monod es importante resaltar cómo, en la tensión entre orden y desorden, los sistemas vivos tienden a la decrepitud por una tendencia universal al desorden que está en la base misma de las leyes físicas; en virtud de ello ocurren el envejecimiento y la muerte. En este punto es importante resaltar que “al final de sus días” el organismo no

puede “escapar” a la segunda ley de la termodinámica, pues finalmente la muerte podríamos denotarla como el fin del proceso de evitación de la entropía, que sería la vida.

Continuando con la idea de creación de orden en los procesos biológicos, Monod compara la capacidad “cognoscitiva” del demonio de Maxwell⁶ con la de las enzimas, en virtud de que éstas también actúan sobre los sustratos con una especie de “conocimiento de causa”. Así por ejemplo, la proteasa de la papaya descompone ciertas proteínas, en un procedimiento que *prima facie* podría parecernos de *know how*.

Para explicar la operatividad sistémica de los seres vivos, Monod nos recuerda que la actividad individual de las partes no permitiría el logro de la empresa común de la funcionalidad llamada *vida*; se requiere una actuación sinérgica que solo es posible gracias a los múltiples procesos de información, que se dan tanto a nivel intracelular como intercelular, y aún intergeneracional. En efecto, dice Monod que,

...incluso si, en cada etapa, la enzima encargada cumple su tarea a la perfección, la suma total de estas actividades solo podría conducir al caos si estas no estuviesen, de algún modo, supeditadas las unas a las otras para formar un sistema coherente. (...) Respecto a los animales se conoce naturalmente desde hace mucho tiempo la existencia de sistemas que aseguran la coordinación a gran escala de las *performances* del organismo. Tales son las funciones del sistema nervioso y del sistema endocrino. Estos sistemas aseguran la coordinación entre órganos o tejidos, es decir, en definitiva, entre células. Que en el seno de cada célula una red cibernética casi tan compleja (sino más aún) asegura la coherencia funcional de la maquinaria química intracelular, eso es precisamente lo que han revelado los descubrimientos. (1981, págs. 69 y 70).

Plantea Monod que la transmisión de información está siempre sometida a vicisitudes propias del fenómeno, dificultades que él compara con la pérdida de orden en los sistemas termodinámicos; dice el autor:

Sigue siendo legítimo considerar que uno de los enunciados fundamentales de la teoría de la información, a saber que la transmisión de un mensaje se acompaña necesariamente de una cierta disipación de la información que contiene, es el equivalente, en informática, del segundo principio en termodinámica. (1981, pág. 194.)

No olvidemos que la transmisión de la información está sometida a formas diversas de “ruido” que alteran el mensaje inicial; si pensamos en la traducción de información acústica de un sistema analógico a uno digital, esta transmisión estará sometida a una degradación significativa que puede ser medible; y la simple transmisión de datos por un conector tiende a significar pérdidas en el mensaje inicial, dependiendo de factores como la conductividad del conector, su capacidad de operar como “antena” receptora de interferencias, entre otros factores.

⁶ Nota: El demonio de Maxwell era aquella criatura que podría discernir entre las moléculas más veloces y las menos veloces, para evitar la entropía de un sistema y permitir que una máquina térmica lograra un nivel ideal de trabajo.

Ahora bien, en el caso de la reproducción de la vida, la transmisión de la información de una generación a la siguiente puede verse afectada por las mutaciones que se dan en virtud del azar estadístico de la termodinámica que hacen posible la evolución y que Monod estima en una probabilidad de alteración de la información que se transmite del orden de 10^{-8} a 10^{-6} . Estas mutaciones, de conformidad con el ambiente, posteriormente pueden convertirse en una regularidad y así se produce el paso de lo azaroso a lo necesario. La mutación que se dio por razones aleatorias se convierte ahora en la transmisión que se seguirá propagando en el futuro, y por ello deviene determinación.

En palabras de Hans Jonas -quien explica el proceso, enriqueciendo la mirada-,

Lo que ha sucedido se convierte en ley de lo que sucederá, y de la falta de ley sale una ley: es más, el mínimo de ley inicial se va incrementando hasta alcanzar un grado máximo. (...) tanto la posibilidad como la ocasión se canalizan en una dirección más y más determinada, hasta que una vez acabado el sistema solamente admite su propia posibilidad y representa él mismo la ocasión permanente de su realización, es decir, de su repetición como única forma de cambio. (Jonas, 2000, pág. 96)

Estamos en la sociedad de la información, no solo en el nivel de la cultura cotidiana como quehacer de los ciudadanos atados a redes comunicacionales, sino también en el dominio general del conocimiento; de los múltiples saberes técnicos y científicos vemos cómo *lo dado* –y aun lo construido–, puede ser estudiado como parte de procesos múltiples de *información*, veamos por qué. Partamos de la etimología de informar, que proviene del “latín *informare* ‘dar forma a’”⁷. Si pensamos en las ciencias biológicas podemos ver cómo muchos de los avances del presente tienen que ver con la genética. Pensemos en la biotecnología: muchos de los procesos biotecnológicos se basan en la genética, es decir, en la generación, la gestación en el sentido de *meter en el mundo*, pero esta generación no es otra cosa que *dar forma*, pues nada puede provenir de la nada, de manera que cuando creo un clono (o clon) o un organismo transgénico, realmente lo que estoy haciendo es darle forma, *informando*, a un sustrato, ya sea adicionando parte de su estructura nuclear con nuevos datos, en el caso de los transgénicos, o completando una estructura nuclear vacía con un paquete completo de nuevos datos.

La información organiza en el sentido de que hace organismo, crea organismo y lo recrea, lo renueva y lo reproduce. Esta idea parte de un entendimiento sistémico del *soma*, en el que se entienda la organización, el organismo, como totalidad funcional.

4.1. Crítica

Una crítica que nos permitimos hacer a la construcción teórica de Monod tienen que ver con el hecho de que el autor sobrevalora la incidencia del azar en el proceso evolutivo, desconociendo otros factores importantes. En efecto, el biólogo francés no tiene en cuenta la importancia de la reproducción sexual, la cual enriquece significativamente los individuos así producidos, pues la suma de gametos y la posibilidad combinatoria entre dos

⁷ Breve diccionario etimológico de la lengua española, FCE, pág. 377.

“paquetes” de genes amplía las posibilidades de diversidad filogenética, hecho resaltado por Dawkins.

Algunas opiniones autorizadas de comentaristas constatan esta realidad. En efecto, la bióloga Margarita Ponce, con respecto al hecho de minimizar la incidencia de la evolución, argumenta:

Desde el punto de vista de la mutación del ser vivo, se dice que las mutaciones son al azar porque la evolución se ha realizado por la selección natural de tales mutaciones. El origen fortuito de la mutación fundamentaría la tesis de Monod de que en el principio de toda novedad en la biósfera y en el universo, está el azar. Por una parte, las novedades biológicas (distintas especies) se deben a que la selección natural favorece ciertos genes, pero también se deben a la reproducción sexual, que Monod no considera (1979, pág. 57).

En efecto, en ciertas especies la reproducción sexual juega un papel preponderante en los procesos evolutivos, vector que va a potenciar ciertas características morfológicas de las generaciones (pensemos en el plumaje del pavo real y su incidencia en el cortejo). Monod pasa de largo en su apreciación el importante vector de la reproducción en general y de la reproducción sexual en particular. Ciertamente, la escogencia que hacen los animales al aparearse va a determinar cursos de evolución que no fueron considerados como vectores de la evolución por parte de Jacques Monod.

Por otra parte, como lo plantea el químico y genetista Luis Eugenio Andrade, Monod no dimensiona los límites que puede tener la operatividad del azar en la transición entre generaciones; el autor plantea:

...se objeta que para producir una estructura funcional se requiere de un concierto armónico, regulado, coordinado y coherente de mutaciones y que no podemos tener una mutación aislada A, mantenerla durante incalculables generaciones hasta que la mutación B aparezca en el mismo linaje, y así C y D. Cada mutación sería borrada antes de que pudiera combinarse con otras. Si las mutaciones se mantuvieran silenciosas hasta que aparecieran las otras, no podrían haber sido seleccionadas, y si las se expresaran antes de que aparezcan las otras conducirían a deformidades o características no seleccionables por no constituir ventajas en ese momento. (1994, pág. 26).

En efecto, para que una mutación que se ha producido aleatoriamente se constituya en una ley para las generaciones futuras (por ejemplo el surgimiento de aletas dorsales), se necesita que confluyan circunstancias ambientales que hagan realidad un proceso de selección natural que permita que esta mutación permanezca como característica estructural de una especie determinada. Es decir, el paso del azar a la necesidad, del *alea* a la causalidad, exige que múltiples circunstancias ambientales coincidan para producir este tránsito.

Cerrando este acápite, hemos de resaltar en Monod algunas fortalezas en su concepción que echamos de menos en la concepción del físico austriaco Erwin Schrödinger. Por una parte, el hecho de que Schrödinger no resalta la autonomía de los organismos vivos como una característica importante. En efecto, la capacidad de autoconstruirse, conseguir alimento y reproducirse con cierta autonomía es una

peculiaridad de los seres vivos que se debe señalar. Jacques Monod resalta esta autonomía tanto en el proceso de autoformación continua, o morfogénesis autónoma, como en el proceso de nutrición que hace parte del metabolismo.

Por otra parte, Schrödinger no le da al proceso metabólico el alcance que este tiene, pues para él es un simple intercambio de materia y energía con el exterior; sin embargo, el proceso es mucho más rico y más complejo, pues como señala Monod: “la coherencia funcional de una máquina química tan compleja [el organismo vivo], y además autónoma, exige la intervención de un sistema cibernético que gobierne y controle la actividad química en numerosos puntos” (1981, pág., 53). En efecto, el metabolismo es un proceso altamente complejo en el que aparecen instancias de retroacción y corrección permanente para organizar los sustratos que ingresan, procesarlos, limitarlos en cantidades y calidades, deshacer excesos, etcétera. De hecho, algunos autores como Hans Jonas tienden a equiparar la vida con el metabolismo.

5. La visión Genetista de Richard Dawkins

Con una perspectiva totalmente diferente a las ya observadas, el etólogo y zoólogo británico Richard Dawkins (nacido en Kenia), plantea ciertas características del fenómeno vida en el horizonte de la sucesión generacional en el plano de la herencia genética.

Dawkins observa el fenómeno en la mirada diacrónica de corte sucesivo, poniendo énfasis en la transición de la vida en el tiempo dentro de la dinámica propia del proceso evolutivo. Su mirada se diferencia de la perspectiva de los autores estudiados dado que es eminentemente genetista.

En este horizonte de la sucesión generacional del fenómeno vida, Dawkins define la vida como un vehículo de la información genética que se encuentra empaquetada en los genes y en el ADN. En efecto, plantea Dawkins que: “Nosotros somos máquinas de supervivencia, pero <<nosotros>> no implica solamente a las personas. Abarca a todos los animales, plantas, bacterias y virus (...) Todos somos máquinas de supervivencia para el mismo tipo de reproductor, las moléculas denominadas ADN” (1985, pág. 29).

Esta curiosa concepción de la vida como vehículo puede aparecer provocadora, pues de ser así, la vida sería un simple instrumento de la permanencia en el tiempo de ciertos genes o de ciertos paquetes de ADN; el instrumento tiende a ser accesorio al instrumentador y, en este caso, sería muy curioso que el instrumentador, la vida, fuese más preminente que el instrumento, el gen. No obstante lo particular de esta concepción, el filósofo Hans Jonas coincide en concebir, en cierta medida, la vida como instrumento de transición de los genes; en efecto, Jonas lo plantea en términos poéticos propios:

...el individuo macroscópico parece ser con su corta vida algo así como un retoño periódico del plasma germinal permanente, impulsado una y otra vez por este hacia arriba para que le ofrezca su entorno nutricio y protector: toda la complejidad de sus portadores temporales (con el correspondiente acompañamiento de placer y dolor) es el desarrollo cada vez más costoso de esta función auxiliar. (2000, pág. 77)

Dawkins nos recuerda las dos funciones del ADN: hacer copias de sí mismas en los procesos reproductivos de las células y de los organismos, y dar el modelo para la producción de las proteínas, parte plástica de los organismos vivos. Es muy importante el entendimiento del segundo aspecto de estas funciones, la síntesis de proteínas, pues resulta que el ADN es el elemento que permite la identidad de los individuos en el tiempo; en efecto, nosotros podemos tener varios individuos animales, digamos un perro, un pollo y un porcino, y si a los tres individuos los alimentamos con el mismo tipo de alimento concentrado, a pesar de recibir el mismo sustrato alimenticio, con el paso del tiempo el pollo seguirá siendo pollo, así como el perro y el porcino permanecerán en sus respectivas identidades; pues bien, es el ADN el que “organiza” los elementos materiales de entrada, suministrándoles la *forma* proteica necesaria para que cada uno siga manteniendo sus especificidades morfológicas. Es decir, de una multiplicidad de aminoácidos, el ADN provee la instrucción de cómo formar las proteínas que caracterizan y hacen que un individuo sea ese individuo y no otro.

Ahora bien, estas máquinas de supervivencia de los genes tienen, para Dawkins, ciertas características, a saber: una cierta proyectividad, recursos sensoriales, funciones de retroalimentación, y unidad en la multiplicidad.

Para muchos autores, como Jacques Monod, la teleonomía es una característica de los seres vivos, es decir, el hecho de que estos son conjuntos dotados de una cierta proyectividad. Dawkins, por su parte, considera que si bien no es clara esta proyectividad, sí existe en los organismos vivos una aparente determinación, un comportamiento dirigido a propósitos concretos.

Estas máquinas de supervivencia de los genes, que son los organismos vivos, poseen sistemas sensoriales que les permiten interactuar con el medio, pues para la supervivencia es necesario el aparato sensorial.

Ahora bien, obviamente, el aparato genético no es suficiente para constituir la vida, las influencias del medio externo son necesarias, y en este sentido reconoce Dawkins que: “El hacer una pierna es una empresa en la que intervienen multitud de genes. Son, también, indispensables las influencias del medio ambiente externo: después de todo, ¡las piernas están hechas, en efecto, de alimentos!” (1985, pág. 72).

Diversos autores, como Pascal Acot y Ludwig Bertalanffy, resaltan el principio de retroalimentación; según Dawkins este mecanismo es una característica propia de los organismos vivos para adaptarse a las circunstancias exteriores, y en ese sentido afirma: “La <<máquina útil>>, aquella máquina o cosa que se comporta como si tuviese un propósito consciente, está provista de algún tipo de mecanismo graduado que mide la discrepancia entre el actual estado de cosas y el estado <<deseado>>” (1985, pág., 74).

Adicionalmente a esta característica de poseer mecanismos de retroalimentación, señala Dawkins que, al menos los organismos pluricelulares, se caracterizan por una “unidad en la multiplicidad”, pues si bien están compuestos de partes que funcionan con cierta autonomía, con relación al medio aparecen como un todo, veamos:

Algunas personas utilizan la metáfora de una colonia, al describir el cuerpo como una colonia de células. (...) Los cuerpos pueden ser colonias de genes, pero en cuanto a su comportamiento se refiere han adquirido, indudablemente, una individualidad propia. Un animal se mueve como un conjunto coordinado, como una unidad. Subjetivamente, yo me siento como una unidad, no como una colonia. (1985, pág. 68)

Ahora bien, Dawkins posee una perspectiva diacrónica sobre el fenómeno vida, en razón a su perspectiva “genetista”, por ello el autor resalta la característica de permanencia en el tiempo que tienen esas pequeñas unidades de información genética que son los genes, y pone de relieve cómo estos paquetes de información, a pesar de no “estar vivos”, pueden trascender varias vidas individuales, hecho también resaltado, dada su notoriedad, por el físico Erwin Schrödinger. Sin embargo, la diferencia en la concepción de los dos autores estriba en que Dawkins considera que el ADN puede vivir durante muchos siglos trascendiendo las generaciones o, mejor aún, siendo vehiculada por dichas generaciones sucesivas.

En mi opinión, Dawkins le otorga a los genes mayor autonomía y mayor soberanía de la que ellos tienen, pues él dibuja a los organismos vivos como una suerte de corceles en los que cabalga el gen en su majestad y autonomía. Me parece que si bien es una forma de plantear cómo el azar de la evolución hace que en ciertas circunstancias algunas características morfológicas o fisiológicas trasciendan las generaciones y los individuos, materializadas en forma de gen. Esa realidad no le da a los genes en general y a las moléculas de ADN en particular, la autonomía suficiente para que se pueda aseverar que ellas logran “vivir en la forma de copias de sí misma durante cien millones de años” (1985, pág. 50), y decimos que ni los genes ni las moléculas de ADN tienen la autonomía suficiente para que se diga que ellos “viven”, toda vez que para que se hable de vida se requiere de la posibilidad de subsistencia de una unidad con cierto nivel de independencia de su entorno, caso que no se da en los genes ni en el ADN, pues todos ellos dependen para existir de las condiciones nutricias y de sustento que les da la célula en la que están alojados.

No obstante la crítica, nos parece interesante esta perspectiva de lo que es la larga duración en el tiempo de estas estructuras de información materializadas en los genes; y pensamos que esta idea de pervivencia a través de los siglos, que refiere Dawkins, nos recuerda las concepciones diacrónicas de vida, de autores como Max Delbruck (Hellman, 1978), Jesús Mosterín (2009) y Emilio Yunis (2001), quienes piensan la vida como una cierta expresión del tiempo, como una expresión de la historia.

6. A manera de conclusión⁸

Para concluir me permito hacer una síntesis de los elementos constituyentes de la vida destacados por los autores, resaltando aquellos elementos que son denominadores comunes de múltiples concepciones, es decir elementos en los que hay coincidencia por parte de los tratadistas, y que pueden ser útiles para construir una definición de vida desde la perspectiva naturalista, con un aire de familia científico. Finalmente planteo unos aportes propios sobre algunas particularidades de la vida que resultan interesantes y pueden suscitar reflexión.

Es de anotar que llama la atención el hecho de que no exista una característica que sea común a todos los autores, hecho que pone de relieve que no existe un consenso en torno al concepto, a pesar de que los autores escogidos, si bien tienen perspectivas disímiles, proceden de disciplinas afines.

Ahora bien, tres autores coinciden en que la vida supone una unidad. En efecto, tanto Ludwig Bertalanffy, como Jacques Monod y Richard Dawkins señalan este elemento como constitutivo de la vida, aunque con matices diferenciadores. Ciertamente, Richard Dawkins plantea que la vida representa unidad en la multiplicidad, pues si bien los organismos vivos están compuestos de órganos y células, plantea él, aún los humanos nos sentimos como un solo ser. La pluralidad de componentes va a constituir una sola entidad. Monod por su parte dice que los seres vivos son unidades funcionales, coherentes e integradas. Y, finalmente, Ludwig Bertalanffy sostiene que como sistemas abiertos, los organismos vivos son unidades que sostienen intercambios de materia y energía con el exterior.

Por otra parte Jacques Monod y Richard Dawkins coinciden en ver en los seres vivos máquinas con ciertas características; Monod los considera máquinas químicas, en tanto que Dawkins habla de máquinas con procesos de retroalimentación. Bertalanffy se distancia de esta concepción al aclarar que los organismos vivos superan a las máquinas por su origen -no son producto del artificio humano-, por su autonomía para proveerse de energía y por su capacidad de intercambiar sus componentes autónomamente de manera continua.

Ahora bien, otra forma de definición de lo vivo, en contraste con lo que no lo está, podría ser el orden. De esta manera una planta nos aparece como un cierto orden: existe una estructura de sustento, el tallo; el follaje, por su parte, aparece ordenado en las terminaciones de las ramas, etcétera; un trozo de mineral, por el contrario, no muestra al observador incauto, a simple vista, un orden -entendido este como disposición de los elementos de un conjunto- que pueda considerar ostensible. Sin embargo, volvemos al punto de que a nivel molecular sí existe una cierta forma de orden aún a nivel de un mineral; así, si miramos la estructura atómica del hielo, este es un cristal con un orden bien definido. En consecuencia, el orden, entendido este en un sentido general, no disciplinar,

⁸ Nota: no obstante no tener la experticia curricular que sería exigible para plantear un nuevo concepto de vida, me abrogo la libertad de solicitar una licencia poética al lector con el propósito de esbozar acá unas reflexiones muy originales, muy propias, sobre algunos aspectos que distinguirían lo vivo de lo inerte.

per se no nos da una forma definitoria de lo que diferenciaría la vida de la condición de ser inerte. Sin embargo, muchos autores refieren la vida como un todo ordenado; la concepción misma de ésta como sistema, supone un orden entre las partes. La concepción de Monod expresa esta idea de orden, que para él es garantizado a nivel micro por las enzimas. En este mismo sentido, y con la particular connotación de sistema, Bertalanffy ve en la vida un “orden pasmoso”.

Por otra parte, dado que el concepto de “orden” tiene varias acepciones, según su uso, no obstante el hecho de que en este texto lo estamos utilizando en su acepción más general, más coloquial, sería necesario precisar que Erwin Schrödinger sí hace del orden una característica de la vida, pero este “orden” lo entiende en su acepción fisicalista, como “entropía negativa”, y en este curso de ideas, define la vida como aquellos fenómenos que evitan la degradación natural que tiende a llevar a la materia a un cierto equilibrio termodinámico, mediante la incorporación de entropía negativa del medio ambiente. En efecto, dice Schrödinger que la vida “parece ser el comportamiento ordenado y reglamentado de la materia (...) basado en parte en un orden preexistente que es mantenido” (Schrödinger, 1983, pág. 108).

Ludwig Von Bertalanffy, por su parte, también ve esta propiedad de orden en los seres vivos al señalar que en los seres vivos “hay innumerables procesos físicos y químicos ordenados” (1976, pág. 144).

Al hablar del metabolismo, el biólogo francés Jacques Monod también considera el orden como característica de la vida; sin embargo, él lleva el concepto de orden a un nivel micro, pues el organismo se ordena a diferentes niveles espaciales y temporales, en diferentes procesos, la mayoría de ellos relacionados con el metabolismo (no obstante que la reproducción celular es también una expresión de mantenimiento de orden). Monod hace énfasis en el proceso metabólico como generador de orden al plantear que “...las enzimas ejercen precisamente, a escala microscópica, una función creadora de orden” (1981, pág., 66).

Una expresión de “orden” como “disposición o arreglo de un conjunto de partes”, puede ser la “organización”, este vocablo como especificidad de aquel tiene una vinculación más legítima con la vida. En efecto la idea de *organización*, entendida esta en su doble acepción: como orden, pero también como “aquello que posee órganos” o que “alcanza a constituir órganos”, sí mostraría mayor correspondencia con el concepto de vida. Ciertamente, si pensamos nuevamente en nuestros ejemplos, una planta evidencia un cierto tipo de organización -en el sentido atrás descrito-, que un mineral evidentemente no posee. Si observamos la planta, esta tiene unas estructuras que cumplen funciones muy precisas, que la ciencia ha nominado como *órganos*; así el órgano de reproducción es la flor, el de respiración es el follaje, etcétera. En principio, no encontramos estos órganos o niveles de organización en las rocas.

Bertalanffy coincide en la existencia de organización y de órganos en el individuo vivo. Estos órganos que aparecen en el sistema vida tienen como característica un estado de equilibrio propio. Esta “organización”, entendida tanto en su sentido general de

“disposición, arreglo, orden”⁹, como en su acepción de “disposición de los órganos de la vida, o manera en que está organizado el cuerpo animal o vegetal”¹⁰, se puede pensar desde perspectivas atomistas u holísticas. Es atomista la concepción que pretende reducir la forma de organización a sus componentes más simples y trata de explicar los niveles más complejos a partir de la simplicidad; y es holista la perspectiva en la que suponemos que la organización solo puede ser entendida en su complejidad como totalidad y que diseccionar este orden en sus elementos constituyentes nos va a imposibilitar entender la complejidad propia de este orden.

En este orden de ideas, podríamos llamar a la perspectiva de vida de Ludwig Bertalanffy como holística, habida cuenta de la importancia que le otorga al nivel relacional entre los componentes de los organismos, tanto en un corte atemporal como en la dinámica del tiempo. Por el contrario, frente al énfasis analítico que hace Erwin Schrödinger al tratar de mirar en la molécula y en las particularidades las características definitorias de lo vivo, podríamos aseverar que su mirada tiende a ser atomista.

Otro aspecto que reseñan los autores como elemento constitutivo de la vida es su capacidad de incorporar elementos de retroalimentación o cibernéticos. Bertalanffy, Monod y Dawkins coinciden en considerar esta como una característica de la vida. Bertalanffy sostiene explícitamente que los organismos vivos son sistemas cibernéticos por su capacidad de autorregularse; Monod, por su parte, sostiene que a nivel celular existe una red cibernética que permite que la función química intracelular se desarrolle adecuadamente.

Ahora bien, una mirada a las estructuras organizativas de los seres vivos nos lleva a una idea que también puede distinguir la vida de la no-vida, me refiero a la “funcionalidad”; las plantas -y los seres vivos en general- poseen formas organizativas, estructuras, que poseen una función dentro de la totalidad del organismo al que pertenecen. Pero estas funciones nos hablan de propósitos. Esta relación estructura-función nos lleva a pensar en la función como una intención; en efecto, una cierta estructura, un orden de cosas, tiene un propósito concreto: una función, un proyecto. Esta proyectividad en la relación estructura-función constituye otra distinción interesante entre lo que está vivo y lo que está inerte. Sin embargo, esta proyectividad, esta teleología supone una idea de finalidad que los biólogos tratan de evitar, porque esta noción era muy característica de las concepciones animistas del pasado, por ello se ha acuñado el término teleonomía que expresa la finalidad a la que se dirige la operación de un cierto programa de un sistema determinado. Los autores estudiados ven la teleonomía como característica de la vida con ciertas tonalidades diferenciales. Jacques Monod se refiere explícitamente a la teleonomía y la explica diciendo que los seres vivos son objetos dotados de un proyecto, proyecto que se expresa tanto en su dinámica propia, como en las elementos que construyen (herramientas en el caso de los humanos, toxinas o resinas en el caso de otros organismos). Bertalanffy y Dawkins hablan simplemente de proyectividad, y este último lo aclara como aquel apuntar a propósitos concretos, y la señala como expresión específica del gen, como componente biológico que se perpetúa en el tiempo gracias a su habilidad de replicarse en los organismos vivos, que serían sus vehículos. A mi modo de ver, esta característica se puede

⁹Diccionario actual de la lengua española, Vox, Bibliograf S.A., Barcelona, 1998.

¹⁰ Ib. Ídem.

expresar mejor en la abstracción constituida por la dicotomía *estructura-función*, pues las estructuras orgánicas cumplen funciones para las cuales parecerían estar diseñadas.

La autoconstrucción hace referencia al hecho de que los organismos vivos se construyen a sí mismos, se reparan autónomamente y replican algunas de sus partes de recambio sin ayuda exterior. Ésta característica, es denominada por Jacques Monod como morfogénesis autónoma, y llamada por Maturana y Varela como *autopoiesis*. Esta característica manifiesta la paradoja clásica de la permanencia en el cambio: a pesar de su reiterado recambio de piezas, el organismo como un todo mantiene cierta identidad en el tiempo.

Finalmente, Monod y Bertalanffy hablan de la autonomía como característica de aquello que tiene vida; Monod señala la autonomía tanto en los procesos de autoconstrucción que denomina “morfogénesis autónoma”, como en los procesos cibernéticos de la maquinaria química intracelular. Bertalanffy resalta la autonomía de los seres vivos para proveerse de energía. No obstante que no es explícita su referencia en Dawkins y Schrödinger, es evidente que algunos de los procesos por ellos referidos, como la evitación de la entropía, para el físico austriaco y la unidad en la multiplicidad, para Dawkins, son características que suponen autonomía.

Adicionalmente a estos elementos que destacan los autores, nos permitimos agregar que una simple observación del neófito podría decirnos, *prima facie*, que la materia viva muestra algún tipo de dinámica, de actividad, de movimiento, mientras que en la materia inerte, en una primera mirada, no sería reconocible; esta consideración, sin embargo, no es muy apropiada, pues en principio sí podríamos decir que una planta –que tiene vida- tiene cierto tipo de actividad, como crecer, florecer, fructificar, etcétera; una roca, por el contrario, permanece aparentemente inamovible. Pero si se observa con más detenimiento, la roca también tiene cierta actividad, aún sin pensar en el nivel atómico, en el nivel macroscópico la roca puede crecer con el calor, puede perder su textura con la humedad, su granulometría puede verse afectada por la presión, etcétera. Incluso, tomando un ejemplo más extremo, podemos pensar en corales que no presentan actividad aparente durante un cierto tiempo de observación a pesar de estar vivos, y minerales, como los cristales o los metales, que pueden tener cambios perceptibles en su tamaño o en su forma, aún ante nuestros ojos -pensemos en los rieles de un tren que se elongan con el calor o en las estalactitas que crecen al acumular particulado de arrastre.

Ahora, si pensamos en el nivel microscópico, la teoría atómica nos refiere un constante dinamismo a nivel atómico, tanto en las materias vivas como en las inertes. En consecuencia, el movimiento, la dinámica que se pueda constatar a simple vista, la actividad como forma de distinción entre la materia viva y la inerte, no constituye una distinción suficientemente definitoria. A esta conclusión llega el biólogo Francisco Varela (2000), quien haciendo analogía con la dinámica propia de un reloj, nos ilustra que la actividad *per se* no es una propiedad exclusiva de la vida.

Por otra parte, existe una tensión, una oposición entre un cierto desequilibrio de algo dinámico, que cambia, y un equilibrio a la vez que se expresa en la permanencia, pues la vida expresa una forma de equilibrio dinámico, o si se quiere, de permanencia en el cambio. Los organismos vivos presentan una particular forma de equilibrio en el cambio que

técnicamente es conocida como homeostasis. Esta dicotomía entre permanencia y cambio, la señala Monod al plantear, por un lado, las mutaciones generacionales, en contraste con la ley de invariancia reproductiva; y por otra parte, al plantear la permanencia en el tiempo en contraste con la senectud.

En este orden de ideas podemos ver que en la vida existe esta paradoja entre algo que cambia y algo que permanece; esta paradoja es algo característico de la vida que es difícil de conceptualizar; sin embargo, lo que es exclusivo de la vida es la permanencia en el sentido de homeostasis, como particular forma de equilibrio biológico que evita la tendencia a la entropía. Esta homeostasis es mantenida en el tiempo a pesar de las vicisitudes, gracias a procesos de retroalimentación que son propios del metabolismo.

Este fenómeno del equilibrio ha sido interpretado por los autores de diferentes maneras, dependiendo la disciplina desde la cual se aproximan al concepto, porque desde una mirada fisicalista, el equilibrio se entiende como el máximo de entropía y, por lo tanto, es equivalente a la muerte, que es la concepción de Erwin Schrödinger. Otros autores como Bertalanffy consideran un punto intermedio en el que la vida supone un “*mantenimiento de desequilibrios*”, en el entendido de que gracias a los procesos de retroalimentación presentes en los organismos vivos, hay ajustes que se van desarrollando permanentemente en los diferentes subsistemas para evitar que la totalidad del organismo llegue al máximo de entropía. Es de anotar que en un sentido no físico de la acepción, en un sentido *lato* se puede homologar el concepto de equilibrio al de homeostasis, cosa que brinda un entendimiento completamente distinto del fenómeno, como es el caso de la lectura de Hans Jonas, quien considera que el sistema vida se caracteriza por el “establecimiento y restablecimiento del equilibrio” (2000, pág. 104).

De los elementos presentados en los que hay cierto acuerdo entre los autores, nuestra postura personal es la siguiente:

Estamos de acuerdo que en la vida existe una unidad de componentes, es decir, una multiplicidad de elementos que constituyen un solo conjunto al operar sistémicamente; y consideramos que un organismo vivo es diferenciable de otro organismo. En contraste, no consideramos que la característica de mecanismo sea inherente a la vida o que sea un elemento necesario para su conceptualización, pensamos que es un lenguaje que puede y debe ser superado, y existen otros elementos que permiten hablar del fenómeno vida sin la analogía con la máquina, pensemos en unidad, sistema, organismo, complejidad, entre otros. Adicionalmente la analogía con la máquina se queda corta si pensamos en su origen, pues la máquina es siempre producto del artificio; también si recordamos la capacidad de los organismos vivos de proveerse de energía de manera autónoma; y finalmente, su facultad de reparación continua, también autónoma.

De otra parte, si bien hemos hecho énfasis en la importancia del elemento “orden” como definitorio de la vida, pensamos que no es esta característica algo que deba estar indefectiblemente en una definición, pues otros conceptos comprenden este concepto, por ejemplo, sistema. Igual razonamiento aplica para el concepto de equilibrio. Sin embargo, la característica de homeostasis, afín a este último, sí es una particularidad de los seres vivos que les permite permanecer en el cambio, gracias a los mecanismos de retroalimentación. En efecto, el concepto de homeostasis es más comprensivo que el de equilibrio, y

adicionalmente, el término equilibrio es equívoco, pues tiene la doble acepción de armonía, como también, de máximo de entropía.

En lo que se refiere a su condición cibernética o a la presencia de mecanismos de retroalimentación, sí consideramos que es un aspecto que debe estar presente en una definición naturalista de la vida, pues estos mecanismos aseguran la homeostasis de cualquier sistema vivo y por ello los consideramos condición necesaria. Es de anotar que se da casi una omnipresencia de estos mecanismos de retroalimentación, pues ellos aparecen tanto a nivel celular, como tisular (de tejidos) y corporal; y se expresan tanto en la regulación de la temperatura, como en la de la acidez, así como en los grados de salinidad, adecuaciones de presión sanguínea, etcétera.

La proyectividad o teleonomía de los sistemas vivos, si bien puede pensarse como un elemento que es fácilmente observable, sin embargo, pensamos que no es una característica necesaria en la definición, pues la suma de otros elementos incorporaría implícitamente a ésta, pensemos en la autoconstrucción, en la autonomía para proveerse de energía, en la capacidad reproductiva, todos ellos son “proyectos” que hacen parte de la vida, pero no consideramos que la proyectividad en cuanto tal sea necesario referirla explícitamente, pues si bien existen unas direcciones puntuales a las que apuntan muchos procesos, sin embargo, esta “direccionalidad” o proyectividad, en abstracto, se constituye en un significativo vacío.

La autoconstrucción –llámese autopoiesis o morfogénesis autónoma-, consideramos que es un elemento infaltable en una definición de vida, pues únicamente los organismos vivos tienen esta especificidad, y sin ella no podríamos hablar de que algo tenga aquello llamado vida. Igualmente la autonomía en general, tanto como expresión de la autoconstrucción, o como posibilidad de proveerse individualmente de energía, la consideramos una característica.

Finalmente, en cuanto a la reproducción, ésta no la podemos considerar una *conditio sine qua non* de la vida individual, pues existen organismos estériles que se encuentran vivos durante su lapso existencial y el hecho de que no se puedan replicar no implica que no se encuentren vivos; sin embargo, en cuanto a población o en cuanto especie, la reproducción sí sería una condición de la vida, pues la persistencia en el tiempo de las especies o de una determinada población se da en virtud de la reproducción, llamada por Monod, invariancia reproductiva.

En consecuencia, -dando respuesta a una de las preguntas inicialmente planteadas-, ni la reproducción individual, ni el orden, ni la teleonomía, ni el carácter de máquina, son elementos que sean necesarios en una concepción de vida.

Por las razones expuestas, hemos de decir que sí son elementos de la vida, en nuestra concepción, la unidad, la autonomía, la autoconstrucción, los mecanismos de retroalimentación y la homeostásis.

A continuación presentaremos otros aspectos de la vida que nos parece que pueden robustecer el concepto.

6.1. La importancia del tiempo: la historia

Ahora bien, con relación a su *estar en el tiempo*, algunas concepciones plantean que la vida se puede concebir en un corte atemporal como un fenómeno puntual, mientras que otras concepciones consideran que la vida es un producto histórico y que dada su dinámica es inasible en un corte temporal particular. Mientras la mayoría de autores –entre ellos, Monod, Dawkins, Schrödinger y Bertalanffy–, piensan que la vida se puede reputar de un individuo aislado, hay otros que piensan que la vida es un fenómeno de conjunto que es individualizable y solo puede ser entendido en el universo de su devenir histórico, es decir, como un proceso completo que abarca la evolución en su *continuum*, y que no se puede pensar como expresión en una sola generación y menos aún en la efemérides de un solo individuo. Como expresión de esta última concepción, tenemos las perspectivas de Emilio Yunis, Max Delbruck y Jesús Mosterín. En efecto, Yunis considera que,

Para la Biología la discusión acerca de si hay vida en un embrión de pocos días, semanas o meses, además de la afirmación (sic), señala que es irrelevante puesto que, en una dimensión evolutiva, la vida comenzó hace tres mil quinientos millones de años, y a partir de entonces siempre recomienza; lo que varía es la mayor o menor complejidad organizativa de la vida. (2001, pág. 249)

Por otra parte, Max Delbruck sostiene que “una célula cualquiera, que comprenda el registro de mil millones de años de evolución, como es el caso, representa más un evento histórico que uno físico... No se puede esperar explicar semejante fenómeno en unas pocas palabras sencillas” (citado por Hellman, 1978, pág. 9). Nos parece muy interesante, sugestivo y novedoso este punto de vista de la vida como expresión de la historia, o más bien de la historia como elemento constitutivo de la vida, Bertalanffy coincide en esta apreciación, pues para él

si luego de ser perturbada desde fuera, la vida volviera ni más ni menos a lo que se llama equilibrio homeostático, nunca habría progresado más allá de la amiba; que después de todo es el animal mejor adaptado del mundo puesto que ha sobrevivido miles de millones de años, desde el océano primordial hasta este día. (Bertalanffy, 1976, pág. 201)

Es de anotar que si bien las definiciones de vida de Bertalanffy no privilegian a la historia como característica principal de la vida, sí plantea la presencia de la historia como condición del surgimiento y evolución de los organismos vivos. En efecto, vemos que el autor señala la importancia del devenir histórico en la constitución de las múltiples formas de expresión de la vida, pues aún aquellos organismos que no mutaron significativamente – caso de la ameba o amiba–, lograron su nivel de adaptación, también en virtud de su historia.

Este tema de la vida como Historia, como devenir, como proceso histórico, nos llama la atención, tanto por su originalidad, como por su pertinencia. Ahora bien, para darle aún más sustento al aserto de que la vida es un evento histórico, nos permitimos agregar que la vida es impensable sin la idea misma de su reproducción, es decir, la reproducción es, a nivel de poblaciones o especies, una *conditio sine qua non* del fenómeno vida (no a

nivel individual, pues ya habíamos visto que a nivel individual un organismo puede estar vivo a pesar de ser estéril). Dado esto, así como no se puede pensar la vida sin reproducción, no se puede pensar la reproducción sin pensar en la evolución y en la permanencia, en la paradoja de que la reproducción es invariancia, pero también supone mutación, y si esto es así, es aún más cierto que la vida es historia, pues la vida es reproducción y el devenir reproductivo es mutación, es dinámica, es historia.

Esta perspectiva, de la vida como una cierta expresión de la historia, es asumida por Richard Dawkins, pues él hace especial énfasis en la transmisibilidad de ciertas características hereditarias a través de los genes, al punto de plantear que estos son los verdaderos sobrevivientes al utilizar a los individuos vivos como vehículo y así, en tanto genes, lograr sobrevivir durante centurias.

Para entender la particularidad de la vida como fenómeno histórico, desde otra perspectiva, pensemos que “las leyes de la física y de la química se obedecen en todas partes del universo” (Mosterín, 2009, pág. 42), sin embargo, hasta donde sabemos, la vida es un suceso que se dio por una vez en este planeta Tierra, y en consecuencia, asumir la vida como un suceso único, como un evento particular, que se dio por una insólita conjunción de causas y azares, nos lleva a preguntarnos si las leyes de la vida pueden tener el carácter de universales o si por el contrario estamos en el dominio de lo *idiográfico*, es decir, en el conjunto de aquellos sucesos que no pueden ser explicados en términos de leyes de carácter nomológico. Esta interesante distinción fue ingenjada por Wilhelm Windelband, quien consideró que existen dos clases de ciencias: las nomotéticas y las idiográficas; las primeras se pueden identificar con las llamadas nomológicas; las segundas, tienen por objeto los fenómenos particulares como la historia y otras ciencias de la cultura. Las primeras obedecen a leyes de carácter universal, mientras que las históricas no obedecerían a este tipo de leyes. Pensemos en el caso de la Revolución Francesa como ejemplo de suceso que no se podría explicar por leyes de carácter nomotético.

Este carácter particular, único de la vida en la Tierra, lo asume el autor Jesús Mosterín, quien lleva esta especificidad al extremo de considerar la vida como un hecho “con nombre propio”. En efecto, plantea Mosterín:

La vida en la Tierra es individual, no universal; nuestra biología es la biografía de este individuo, y las biografías no pueden ser extrapoladas. Tal vez el problema previo con la definición de la vida tiene que ver con el hecho de que la única vida que conocemos es la vida como surge en la Tierra, y la vida en la Tierra no es un concepto sino un nombre propio. (2009, pág. 44)

En el evento de asumir la vida de esta manera, como evento histórico, la reflexión sobre el fenómeno vida quizás tendría que cambiar –a mi modo de ver-, habida cuenta que la historia no la clasificaríamos como una disciplina nomológica.¹¹

¹¹ “La ciencia es más que nada una empresa nomotética, establece leyes basadas en el hecho de que los acontecimientos naturales son repetibles y recurrentes. En cambio, la historia no se repite. Sólo se ha dado una vez; de ahí que la historia sólo pueda ser idiográfica, descripción de sucesos que ocurrieron en el pasado cercano o distante.” Bertalanffy, Ludwig Von, *Teoría General de los Sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1976, Pág. 207.

En este sentido el filósofo norteamericano Alex Rosenberg, tratando de fundamentar las ciencias humanas en el paradigma de las ciencias biológicas, plantea que éstas últimas son ciencias “*cuasi*” históricas, pues relata lo que le ha sucedido a los sistemas biológicos en los últimos 3.5 millardos de años y, en consecuencia, las ciencias biológicas pretenden explicar eventos particulares o patrones históricos, en contraposición a las ciencias no-históricas. (Rosenberg, 2005). Dada la particularidad de los fenómenos biológicos, no se puede hablar de leyes en la biología, pues en ciertos modelos filosóficos las leyes suponen la universalidad, y en biología el único principio que puede contar con carácter de ley es el principio de la selección natural, gracias al cual fue posible la evolución y con ella la multiplicidad de especies. En el proceso de evolución se presentan problemas de adaptación que las especies “solucionan” con ciertos patrones que devienen regularidades; es el paso de lo azaroso a lo necesario resaltado por Jacques Monod, pero esta regularidad, no obstante que puede ser una pauta para una especie determinada por muchos años, no por eso puede ser considerada una ley, pues sigue siendo una regularidad local y temporal en la historia del universo.

6.2. Importancia del flujo de información

La vida supone un incorporar, en el sentido de “hacer cuerpo”; incorporar es un elemento importante, “hacer cuerpo”, desde la perspectiva de Schrödinger, incorporar orden, evitar la entropía; desde una perspectiva biologicista: la nutrición es incorporar aquello que se requiere para que esa estructura, ese orden que es la vida, continúe su marcha, se perpetúe en el tiempo.

Para mí un elemento que se incorpora y que es fundamental en la vida es la información. Yo concibo la vida, entre otras características ya resaltadas, como un proceso de incorporación de información, o un proceso en el que la información es un elemento vital -valga el término-. A pesar de la polisemia del término, esta *información* a la que hago referencia, se refiere a la acepción latina, en su sentido particular de in-formare, “dar forma a”.¹² En efecto, los procesos de la vida suponen en gran medida el dar forma a ciertos elementos para que se articulen con otras formas ya estructuradas. Ciertamente, en muchos de los procesos metabólicos propios de la vida, de lo que se trata es de dar la forma apropiada a ciertos substratos que carecen de dicha adecuación. Se trata de la *incorporación* de elementos que se descomponen, se metabolizan¹³, se vuelven más simples, para luego volverse complejos, para devenir estructura.

Con el propósito de ejemplificar, podemos mirar cómo opera este “dar forma”. En efecto, si nos detenemos a observar los requerimientos nutricionales de las plantas, recordaremos que estas necesitan del elemento Nitrógeno (N) para formar sus estructuras proteicas. Pero para que las plantas puedan hacer uso del nitrógeno, este tiene que venir “organizado”, en formas orgánicas -valga la redundancia-, es decir, el nitrógeno requiere

¹² Gómez de Silva, Guido, *Breve Diccionario Etimológica de la Lengua Española*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1998, página 377.

¹³ Metabolismo: “conjunto de transformaciones físicas y químicas en las células vivas: griego *metabole*, cambio, de *metaballein*, cambiar...”, tomado de *Diccionario Etimológico de la Lengua española*, Gómez de Silva, Eugenio, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 2006.

que se le dé una forma particular, se debe estructurar como forma orgánica para que pueda ser aprovechado por las plantas (otro tanto pasa con las necesidades nutricionales de los animales), no puede presentarse como simple óxido de nitrógeno o como amoníaco, no, tiene que aparecer en la forma de aminoácidos o proteínas para su asimilación. En los sustratos del suelo existen colonias de microorganismos, tanto hongos como bacterias, que le “dan forma” al nitrógeno, y de esta manera se posibilita la absorción de estos productos nitrogenados por parte de la planta.

De manera similar los humanos requerimos de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y otros elementos, pero principalmente de estos; sin embargo, estos elementos solo los podemos aprovechar nutricionalmente si se encuentran “organizados” en formas apropiadas, en forma orgánica, esto es como carbohidratos. Este proceso de elaboración de estos carbohidratos es llevado a cabo por las plantas que, -en este caso-, le dan forma a la materia simple, haciéndola más compleja.

Estos simples ejemplos muestran cómo los procesos de información, en el sentido de *dar forma a algo*, son indispensables para el surgimiento y el mantenimiento en el tiempo del fenómeno vida.

Tanto en los procesos de regeneración (autopoiesis) permanente y en los de reproducción de los seres vivos está siempre presente este fluir de información entre unas especies y otras; entre unos sustratos y unas estructuras; o también, entre unos órganos de un individuo y otros órganos.

Jacques Monod también reconoce la importancia del fluir de la información en los procesos propios de la vida, y relaciona estos flujos de información con el carácter proyectivo, teleonómico de la vida, al expresar que: “Se puede en efecto considerar que todas las estructuras y *performances* teleonómicas corresponden a una cierta cantidad de información que debe ser transferida para que estas estructuras sean realizadas y estas *performances* cumplidas” (Monod, 1981, pág. 24).

Ahora bien, es importante resaltar que este proceso de información tiene un doble cariz; por una parte puede expresarse como forma de información constructiva, catabólica, sintética, generadora de orden, de complejidad; sin embargo, también se puede dar, y de hecho se presenta, como información destructiva, analizadora, generadora de simpleza a partir de la complejidad, por ejemplo, en los procesos catabólicos en los que interviene el aminoácido Lisina (de “lisis”, destrucción).

Existen múltiples tipos de información que fluyen en la dinámica de la vida, por ejemplo, algunas formas de información química, como cuando en los mamíferos la adrenalina “comunica” a ciertos órganos del cuerpo que deben estar preparados para el peligro, o cuando en los animales con sistema nervioso un impulso eléctrico comunica una reacción esperada.

Una de las formas de información por excelencia que se produce en la dinámica de los procesos de la vida es aquella que se da en la reproducción, no solo en la reproducción que se da para generar nuevos individuos, sino en la que se da en las células (en los organismos pluricelulares) para generar nuevo tejido; en estos casos la información está dada por el ADN, que es la herramienta que informa cómo construir las proteínas para que

el tejido *X* o el cuerpo *Y* se reproduzcan exactamente como tejido *X* o como cuerpo *Y*, respectivamente. Este tránsito de información en lo que se refiere a la reproducción de tejido, en las palabras ilustrativas de Richard Dawkins, opera así:

Hay aproximadamente mil millones de millones de células en un cuerpo humano y, con algunas excepciones que podemos ignorar, cada una de estas células contiene una copia completa del ADN de ese cuerpo. Este ADN puede ser considerado como un conjunto de instrucciones de cómo hacer un cuerpo, escritas en alfabeto A, T, C, G de los nucleótidos. Es como si en cada habitación de un edificio gigantesco existiese un armario que contuviese los planos del arquitecto para la construcción del edificio completo. (1985, pág. 31)

El hecho de que en cada habitación, es decir, en cada célula se encuentren los planos de la totalidad del edificio –del *soma*–, es lo que permite llevar a cabo la clonación reproductiva, cuyo ícono es la oveja Dolly, creada por el científico escocés Ian Wilmut.

6.3. ¿La inmortalidad?

En términos lingüísticos oponemos vida a muerte, sin embargo esta dicotomía simple se puede problematizar si pensamos en cómo opera una forma de reproducción de las plantas vasculares. En efecto, en el caso de las plantas, existen dos formas de reproducción: reproducción sexual y reproducción vegetativa. La primera hace referencia a la reproducción por semillas; la segunda se da cuando se separa una rama de la planta “madre” y se entierra para que esta se arraigue –genere raíces–, y a partir de allí surge una planta independiente de la original. Richard Dawkins (1985, pág., 61) plantea este fenómeno de “reproducción vegetativa” como un simple crecimiento de la planta, no como una verdadera reproducción. Estamos de acuerdo en que si tomamos la sucesión diacrónica, podríamos afirmar con Dawkins que se trata de una suerte de crecimiento de una rama que ha adquirido autonomía. En este orden de ideas la planta emergente sería una continuación de la original, no una réplica, y en consecuencia, si el proceso de reproducción vegetativa se repite *ad infinitum* –cosa teóricamente posible–, estaríamos en la presencia del fenómeno de la inmortalidad, y es de anotar que una amplia proporción de plantas son susceptibles de esta forma de “crecimiento” llamada de reproducción vegetativa. En efecto, de esto entenderse así, muchas plantas no habrían sido novadas o renovadas en sus retoños, sino que éstos serían ramificaciones externas de una planta original de particular longevidad, pensamiento que genera un replanteamiento de la concepción de organismo vivo individual, y de la idea de si la inmortalidad puede ser una posibilidad sobre la Tierra.

Referencias

- Acot, P. (1990). *Historia de la ecología*. Madrid: Editorial Taurus.
- Aguirre E., E. (2000). *Biología*. Barcelona: Ediciones Carrogio S.A.
- Ajdukiewicz, K. (1994). *Introducción a la filosofía*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Andrade, L. E. (1994). Holismo y reduccionismo, en el desarrollo de la biología molecular. Memorias del Seminario Nacional El Quehacer Teórico y las Perspectivas Holista y Reduccionista. V, 17 - 40.
- Arana, J. (1998). Erwin Schrödinger filósofo de la biología. *Los filósofos y la Biología, Themata*, Núm. 20.
- Bertalanffy, L. von. (1974). *Robots, hombres y mentes*, Madrid, Ediciones Guadarrama.
- Bertalanffy, L. von. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Dawkins, R. (1985). *El gen egoísta*. Barcelona: Editorial Salvat.
- Freund, Julien, (1975) *Las Teorías de las Ciencias Humanas*. Barcelona: Edit. Península.
- Gómez de Silva, G. (2006). *Breve diccionario etimológico de la lengua española*, México, D.F.: Edit. Fondo de Cultura Económica.
- Hellman, H. (1978). *Nueva era de la biología*. Buenos Aires: Edit. Marymar.
- Jonas, H. (2000). *El principio vida*. Madrid: Edit., Trotta.
- Levesque Dion, H., (1989). *Biología*. México, D.F.: Editorial Limusa.
- Monod J. (1981). *El azar y la necesidad: Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Mosterín, J. (2009). *¿Qué es la vida?* en *Filosofía y ciencias de la vida*, Juliana González, coordinadora. México D.F.: Edit. Fondo de Cultura Económica.
- Ponce, M. T. (1979). Ciencia y Filosofía en *El Azar y la necesidad*. *Revista Hispanoamericana de filosofía* 11(31), 55-87.
- Prigogine, I. (1994). *La estructura de lo complejo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Razzeti, Luis, *Biología*, Edit. Ministerio de Sanidad, Caracas, 1964.
- Schrödinger, E. (1983). *¿Qué es la vida?: El aspecto físico de la célula viva*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Schrödinger, E. (1988). *Mi concepción del mundo*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Yunis, E. (2001). *Evolución o creación: genomas y clonación*, Bogotá: Edit. Planeta.