

ES NATURAL LA EVOLUCIÓN SIN SELECCIÓN: UNA INTERPRETACIÓN DE LOS CÍRCULOS FUNCIONALES UTILIZANDO COMO MODELO EL PULPO DEL COCO (*AMPHIOCTOPUS MARGINATUS*)*

EVOLUTION WITHOUT SELECTION IS NATURAL: AN INTERPRETATION OF THE FUNCTIONAL CIRCLES USING THE COCONUT OCTOPUS (*AMPHIOCTOPUS MARGINATUS*) AS A MODEL.

DAYHANA QUINTERO SILVA
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia.
Kdqinteros@unal.edu.co



RESUMEN

El concepto de círculo funcional considera la existencia de una unidad dinámica e inseparable organismo-ambiente, en la que la autoorganización característica de los seres vivos les otorga a los organismos la capacidad de participar activamente en la creación de su entorno. Presento una interpretación evolutiva de este concepto utilizando el pulpo del coco (*Amphioctopus marginatus*), especie a la que se le atribuye la manipulación y el uso de herramientas. Introduzco algunos aspectos básicos de la biología de los pulpos, buscando abordar la manipulación de herramientas desde la experiencia, el juego y la significación. Esto representa una alternativa evolutiva desde y hacia la armonía y la congruencia entre el organismo y su ambiente, distante del azar, la lucha y la competencia intraespecífica impuestos por las teorías de adaptación/selección natural.

Palabras clave: Círculo funcional; pulpo del coco; uso y manipulación de herramientas; evolución; significación.

* Este artículo se debe citar: Quintero Silva, Dayhana. “Es natural la evolución sin selección: Una interpretación de los círculos funcionales utilizando como modelo el pulpo del coco (*Amphioctopus marginatus*)”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 21.43 (2021): 161-206. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v43i21.3463>

ABSTRACT

The concept of functional circle considers the existence of a dynamic and inseparable unity between the organism and its environment, where the self-organization, as a characteristic of living things, gives the organisms the capacity to actively participate in the creation of their environments. I present an evolutionary interpretation of this concept using the coconut octopus (*Amphioctopus marginatus*), a species which has been attributed the manipulation and use of tools. I introduce some basic insights into the biology of octopuses, aiming to approach the manipulation of tools as a result of experience, game and signification processes. This represents an evolutionary alternative coming from and going towards harmony and congruence between the organism and its environment, rather than the randomness, struggle and intraspecific competence imposed by the adaptation/natural selection theories.

Keywords: agriculture; Functional circle; coconut octopus; tool manipulation and use; evolution; signification processes.

1. INTRODUCCIÓN

Para Jakob von Uexküll,¹ la biología no puede ser la disciplina que estudie la vida —una tarea imposible—, sino la que se encargue de lo viviente: las diferentes formas que la vida tome en la realidad; aproximándose a cada ser vivo dentro del contexto espacial subjetivo que se crea a partir de las relaciones que establece con el mundo. La teoría evolutiva de Darwin es aún para la mayoría, el corazón que bombea de razones a todos los fenómenos biológicos, desde los procesos metabólicos a nivel celular, hasta el *origen de las especies*. Nos movemos en una biología predominantemente física y química en la que la directriz que rige el fluir de la existencia en la tierra es la “inevitable” competencia por ser el más apto; como si el mundo natural

¹ Biólogo estonio (1864-1944).

fuera el sistema vil de fieras y ventajas que el *Homo sapiens* ha construido para sí mismo. Se ha reafirmado una concepción de la naturaleza que toma gran distancia de los argumentos teleológicos: la explicación a los fenómenos naturales se limita a los mecanismos, y los fines o propósitos se han tornado —en apariencia— innecesarios. Desde el siglo xvii, “El hombre mismo se convirtió en un producto accidental hecho de procesos físicos, mecánicos y sin objetivo” (Uexküll 2001 115).

Esta postura posibilitó el estudio de algunas propiedades de la materia: su composición, tamaño o cantidad; mirada que continúa a toda marcha y que nos ha permitido llegar a un conocimiento inmenso sobre aquello de lo que estamos hechos, pero que también ha limitado: 1) el desarrollo teórico de la vida como propósito en sí, 2) el estudio de los seres vivos como sujetos, 3) aplicaciones prácticas de la biología, como la ecología y la conservación, y 4) la aceptación de una nueva filosofía de la naturaleza que funcione como mediadora entre ese innegable mundo material y las razones o *modus operandi* que se encuentran por encima de él.

Jakob von Uexküll desarrolló un modelo para el estudio de los organismos que conlleva la adopción de una postura holística y sistémica de cara a las tareas y misiones de la biología; una guía hacia el desarrollo de una visión de la naturaleza integradora, libre y ¿por qué no? rebelde, pero con causa. Ortega y Gasset (1922) aseguró acerca del trabajo de Uexküll: “No conozco sugerencias más eficaces que las de este pensador, para poner orden, serenidad y optimismo sobre el desarreglo del alma contemporánea” (Ortega y Gasset en Uexküll 1945 8); así también, muchos de sus conceptos ponen orden, serenidad y optimismo sobre la biología contemporánea, al considerarse en el marco de una teoría evolutiva alternativa.

2. LOS MUNDOS CIRCUNDANTES Y LA CREACIÓN DEL ENTORNO

Uexküll estableció el concepto de *mundo circundante* o *Umwelt*, que corresponde a la porción del mundo físico que un organismo es capaz de percibir, a la que le otorga significado e incluso puede modificar. El mundo circundante es una unidad dinámica

que depende del espacio externo, de la organización interna del sujeto y de las decisiones que este tome: depende de la interacción entre organismo y ambiente. La realidad de un ser vivo se configura a partir de las características del mundo exterior que sean accesibles a él en determinado momento y lugar a través de los sentidos. No todas las especies poseen las mismas capacidades de percepción, por lo que cada una establece diferentes relaciones con el entorno. Cada mundo circundante es único y se forma a partir de estas relaciones. La porción de realidad asequible a un individuo a través de sus sentidos es su *mundo perceptible* y constituye la mitad del mundo circundante.

Cada individuo, además de ser capaz de percibir un elemento de su entorno, debe darle un significado. Aunque el objeto/sujeto exterior siga siendo el mismo en su composición y rasgos físicos, el individuo podrá percibirlo de otra forma o inclusive dejar de percibirlo, dependiendo del contexto. Según Uexküll, los objetos/sujetos del mundo externo solo existen a través de los rasgos perceptuales y funcionales que los seres vivos ponen sobre ellos. En el momento en que un elemento del mundo externo pierde su funcionalidad, deja de hacer parte del mundo circundante del organismo. “Durante nuestra vida, los elementos que nos rodean crecen no sólo en número, también su carácter perceptible puede crecer o menguar y cambiar en intensidad. Todo lo que pensamos o sentimos se refleja en las relaciones, eternamente mudables, del mundo exterior con nosotros” (Uexküll 1954 82).

La información contenida en el mundo perceptible desencadena respuestas al interior del organismo que pueden llevarlo a actuar sobre el mundo exterior. Las respuestas dirigidas desde el individuo hacia objetos u otros sujetos constituyen el *mundo de los efectos*: la otra mitad del mundo circundante. Estas acciones —que pueden darse en ausencia de un estímulo perceptual, como resultado de experiencias previas que crean un hábito— resultan en la transformación, destrucción o apropiación de elementos del entorno, constituyendo una forma en la que los organismos participen activamente en la modificación de su mundo exterior. “Si el animal cambia los objetos a través del mundo de los efectos, interviene con ello en su propio mundo perceptible” (Uexküll 1954 86).

Es verdaderamente complicado “advertir que animales que viven en el mismo medio externo poseen mundos perceptibles totalmente diversos” (Uexküll 1945 65).

Es crucial comprender cómo el mundo exterior se crea continuamente a partir de las acciones conjuntas que todos los organismos desarrollan sobre él, y cómo las alteraciones del entorno inciden en la realidad concebida por cada organismo particular, creándose diferentes escenarios evolutivos, aún en el mismo espacio. Los límites del mundo circundante de cada individuo implican aislamiento, y a su vez son el punto de partida para interactuar con otros objetos y sujetos: las relaciones de las especies se cruzan e inciden entre sí, construyendo un camino evolutivo conectado. Una especie evoluciona con y a través de su mundo circundante (*véase* figura 1), en el que inciden a grandes rasgos dos tipos de interacciones con otras especies: 1) relaciones directas con otro ser vivo, como es el caso del depredador y la presa, simbiosis, competencias, etc. o 2) relaciones indirectas, en las que una especie ejerce acción sobre un objeto/sujeto alterándolo, moviéndolo, o inclusive eliminándolo; si el objeto/sujeto también hace parte de una relación con otra especie, se dará un cambio o la eliminación de dicha relación. Retomando a Uexküll (1957); un roble es el sujeto de su propio mundo circundante y a su vez aparece bajo distintos significados en los mundos circundantes de especies que se relacionen con él: para el búho es protección, para algunos insectos es el lugar dónde depositar sus huevos, para el humano es material de construcción, etc.: relaciones del primer tipo. Aunque el humano y los insectos no se relacionen directamente, la acción de cada uno cambia el objeto para el otro, incluso drásticamente: al podar un roble para obtener su madera, insectos adultos perderán el lugar para depositar sus huevos, una incidencia del segundo tipo.

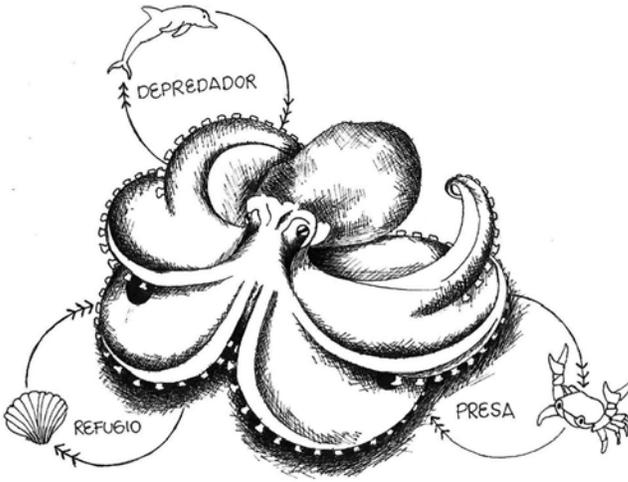


Figura 1. Círculos funcionales básicos descritos en los escritos iniciales de Uexküll

Fuente: elaboración propia.

La evolución de las especies está enlazada, por lo que las decisiones y efectos de un individuo/especie sobre su ambiente influyen en las relaciones de otras muchas especies relacionadas. Si se considera que el mundo circundante es la unidad biológica, las condiciones de la realidad serían siempre fluctuantes y los individuos tendrían la capacidad de responder a las circunstancias que el contexto implique sin ser continuamente examinados por un agente externo, cumpliendo así con un principio vital de los seres vivos: ser un propósito en sí. Esta mirada es contraria al dogma de evolución por selección natural, en el que el medio externo tiene la decisión final sobre quienes serán representados en la próxima generación, quienes perecen en el intento de sobrevivir, y más aún, de vivir.

2.1. EL CÍRCULO FUNCIONAL

El concepto de círculo funcional muestra cómo el entorno y el interior del organismo son codependientes y están permanentemente ligados mediante el mundo

perceptible y el mundo de los efectos (véase figura 2). “Entre los sentidos en un lado y los mecanismos efectores en el otro, ha de haber algo que salve el espacio, que use la información que los sentidos han obtenido” (Godfrey-Smith 2017 38), algo que compile y otorgue significado a la información del mundo perceptible, y a su vez coordine las respuestas que van al mundo de los efectos. Cada organismo posee una vida interior, por lo que no reacciona únicamente a los estímulos del mundo externo de forma causa-efecto, sino que los procesa y los significa en medio, dando lugar al mundo interior: un esquema propio del medio que habita, de sus objetos y sujetos. En la significación, los sujetos damos a cada elemento de nuestro mundo perceptible una función. La significación es sensible al contexto interno y externo al que cada organismo se enfrenta en un momento puntual; por ende, diferentes estímulos pueden desencadenar la misma respuesta en momentos aislados, o el mismo estímulo puede desembocar en diferente respuesta si el lugar o el momento ha variado.

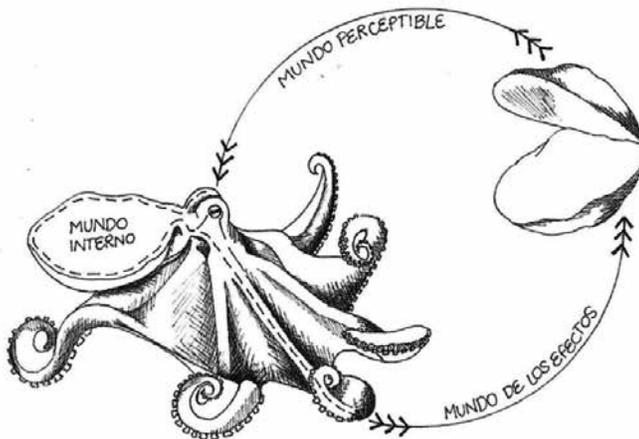


Figura 2. Esquema básico de un círculo funcional

Fuente: elaboración propia.

Aunque cada vez nos alejamos más de la idea de que en la información genética se encuentra el programa determinante para la trayectoria de vida de los or-

ganismos, aún existe el eco de las voces que realizaron la comparación del ADN con una receta escrita, y del desarrollo de la vida como su ejecución. Hoy se hace más visible que el panorama de la existencia es mucho más amplio y que el componente genético no es una receta exacta, sino más bien algunas pautas. Como en cualquier forma de arte, en la cocina, al igual que en la vida, se puede innovar y probar nuevos ingredientes: las recetas se reescriben una y otra vez.

Aunque Uexküll habló de genes, en su época el lenguaje de la vida era drásticamente distante al actual. Él reconoció el componente genético como parte del *plan de construcción estructural* que cada forma de vida posee: a dicho plan lo denominó Bauplan. El *Bauplan* reúne las reglas de funcionamiento y formación que dirigen el desarrollo morfológico y funcional del individuo, un canon compartido por la especie: especie-específico. Además de los genes, Uexküll incluyó la anatomía y la fisiología como parte de estas directrices. El concepto de *Bauplan* es quizá el más problemático en la teoría biológica de Uexküll: algunos autores lo conciben como un componente completamente inmaterial, otros como absolutamente físico. Consideramos los componentes genético y epigenético de cada especie en el *Bauplan*, con las variaciones particulares del individuo; asumiendo que estos componentes pueden ser modificados desde un marco que los mantenga integrados funcional y estructuralmente.

El Bauplan configura al organismo y por ende, la manera en que la información captada por los sentidos se reúne, sistematiza y significa; en la mayoría de los animales es el sistema nervioso (SN) el que conecta la percepción con la acción, y a su vez coordina y direcciona los estímulos del interior. Aproximarse a cada mundo interno implica reconocer los procesos biológicos que tienen lugar en él y que configuran las posibilidades perceptuales y de acción; y al mismo tiempo, darle al organismo el control activo —este no implica hablar sobre consciencia— de su accionar frente al entorno. Aunque el organismo es el efecto de sus condiciones biológicas, también es su causa; un bucle que se retroalimenta continuamente.

El sistema nervioso traduce el mundo exterior a un lenguaje entendible para cada especie y configura la forma en que la información se dirige o almacena en favor de una respuesta; da a la información del entorno un *significado* coherente con las

circunstancias. Aunque lo más común sea concebir el SN en términos de potenciales de acción y fisiología; es necesario que antes del mecanismo o los procesos se resalte al SN como un coordinador, un catalizador de relaciones, que al permitir la conectividad entre órganos y la difusión de señales, favorece el dinamismo y la novedad en las respuestas del organismo.

El hecho de que utilicemos el modelo de un pulpo —alienígena, misterioso, inteligente— con un particular sistema nervioso, no implica que este sistema sea indispensable para llevar a cabo la integración y significación de la información del mundo exterior. Según Kant,² la forma humana de conocer implicaba y dependía de la presencia de sentidos y SN. Solo un pequeño porcentaje de las formas de vida que habitan la tierra posee estas dos características; pero aquellas que no, tienen estructuras análogas que llevan a cabo la integración y significación de la información del mundo exterior cumpliendo la tarea de percepción de los sentidos; y de centro de acopio, traducción, y relación de estímulos del SN.

Baluska et ál. (2006) presentan una minuciosa recopilación de avances en la comprensión de la comunicación en plantas, en defensa de su capacidad de aprender y tomar decisiones basadas en su propia interpretación temporal de las condiciones externas. Lo anterior implica que posean “estructuras de almacenamiento y procesamiento de información. De hecho, ahora, entre muchas más características, se conoce que las plantas tienen modos sinápticos de comunicación célula-célula, además de potenciales de acción” (19). El término *neurobiología* también está relacionado con las plantas, y contempla analogías entre los elementos vasculares de las plantas y los nervios del sistema nervioso animal, la hormona auxina y los neurotransmisores, y los ápices de la raíz como cerebro y sentidos.

El esquema de los círculos funcionales puede incorporar diversos modos de percibir y significar, inclusive aquellos que como humanos no lleguemos a imaginar, pues da prelación a la relación de las especies con objetos y otros seres vivos. Adentrarse al mundo perceptual de otra especie es una ambición inalcanzable, estaremos

² Filósofo prusiano 1724-1804.

siempre limitados por nuestros propios sentidos y nuestro *Bauplan*. Según Uexküll (1945), la biología debe investigar la dependencia entre organismo y su mundo exterior, aunque sin perder el estudio de la conformación física del individuo como complemento; concebir el estudio del Bauplan particular de una especie, exclusivamente como una fracción del sistema organismo-ambiente y enmarcarlo dentro de las relaciones que dicha especie mantiene, disminuiría la posibilidad de hacer conjeturas acerca del alma o la consciencia. Así, Uexküll sitúa las especies al mismo nivel: no es el mundo único con significados humanos al que los demás seres acuden, con menor o mayor acceso de acuerdo a sus capacidades, sino que cada especie acude al teatro de su propio mundo.

Los círculos funcionales han sido una de las piezas fundamentales en la construcción de la *biosemiótica*, una alternativa enriquecedora y compleja, que desde la biología se enfoca en los procesos fundamentales en los que el significado es creado,

procesos que median propósito y causalidad, aspectos bióticos y abióticos de la naturaleza, que hacen posible superar el dualismo mente-materia, y proveen una aproximación más adecuada a los sistemas vivos que nuestras dicotomías de las propiedades mentales versus las físicas (Emmeche & Kull 2011 2).

Desde la biosemiótica, los cambios evolutivos se consideran una continua interpretación de signos en todas las escalas del organismo: a nivel genético, celular, de tejidos, comportamental, e inclusive ecológico. La información que se genera en cada una de estas escalas debe ser constantemente reinterpretada; conforme los contextos cambian, nuevos significados se construyen y destruyen; las respuestas van desde cambios bioquímicos en las primeras escalas hasta los mutualismos interespecíficos. Los círculos funcionales como proceso semiótico y como esquema, pueden aplicarse a todas las formas de vida —incluidas las células— en la medida que creen significados en alguna escala. Hoffmeyer & Stjernfelt (2016) plantean una cadena que evidencia la evolución de la semiosis en las formas de vida: once pasos que corresponden a diferentes escalas de significación, cada una recoge la anterior y la hace más compleja; desde el reconocimiento molecular que ocurre en organismos

unicelulares o en células aisladas de un tejido específico; hasta la consciencia, de la que hacemos gala los humanos, aunque no necesariamente uso.

La noción de círculo funcional articula la bidireccionalidad de la relación organismo-ambiente y la capacidad de cada extremo de la relación de incidir sobre el otro. El proceso de apropiación de estímulos deja de verse como un azar químico o físico, y se inicia la construcción de un esquema teórico que contemple la finalidad de las acciones biológicas y no solo su causalidad, lo que supone para la vida un cierto grado de direccionamiento.

2.2. LA FACULTAD DE SER VIVO

Los círculos funcionales son el mecanismo de estas relaciones “bucle” causa-efecto que implican *autoorganización*. Los seres vivos se organizan a sí mismos y entre sí, pero ¿qué lineamiento o patrón siguen? A diferencia de los artefactos y las máquinas que se estructuran de acuerdo a un diseño externo (la silla elaborada para sentarse, las gafas para aclarar la visión, etc.), los seres vivos son entidades con propósitos internos: más allá de un fin funcional, son su propio fin. El ser vivo no es una máquina, es el maquinista de su cuerpo.

Kant desarrolló una idea clave para la reconciliación entre el mecanismo y la autoorganización en los seres vivos; esta es la subordinación necesaria de los principios mecánicos de la materia a la teleología. Los mundos circundantes, aunque conllevan a un claro distanciamiento de las perspectivas netamente materialistas al incluir la creación de significados y respuestas por parte del sujeto, son un mecanismo que une órganos receptores, mundo interno y órganos efectores. Siguiendo la necesidad kantiana de supeditar el mecanismo a la teleología, Uexküll (1926) defiende que la autonomía que caracteriza a los seres vivos no es el fruto de una decisión libertaria por parte del organismo; la libertad es una inclinación natural de todo lo vivo, como resultado de la *conformidad a plan* (*Planmäßigkeit*).

Hay que añadir a las propiedades de la materia que configuran a los organismos, la tendencia a la organización a través de los círculos funcionales, característica

de los seres vivos. La finalidad en el concepto de conformidad a plan propuesto por Uexküll, no se contempla como una tendencia a llegar a cierto estado más complejo con el paso del tiempo; debe verse como un objetivo que se cumple a cada instante y que nunca llega a culminación, ya que las condiciones internas y externas al individuo siempre cambian. La única tendencia y único propósito de los seres vivos según la conformidad a plan, es que las partes al interior del organismo se organicen de modo que establezcan un empalme perfecto con el mundo exterior: el fin es que todas las partes del sistema organismo-ambiente estén siempre ajustándose para mantenerse en sincronía y concordancia; mediante las relaciones bidireccionales que ocurren en los círculos funcionales. Esta perspectiva se aleja de las nociones metafísicas de finalidad y de la teleología aristotélica: bajo los mundos circundantes todos los seres vivos se encuentran en el mismo grado de perfección, ya que cada cual se enfrenta a una realidad única, siendo los medios de experiencia de cada especie también los límites de su experiencia. “Al contemplar la concordancia íntegra de la organización corporal con el mundo circundante. Nada queda librado al azar, todo se ajusta mutuamente” (Uexküll 2014 92). Ya no se trata de organismos luchando por subsistir, sino de la maravillosa tendencia de lo vivo a ajustarse a las circunstancias y a ajustar a las circunstancias a sí.

3. AMPHIOCTOPUS MARGINATUS, EL PULPO DE COCO

En el año 2009 se hizo pública la observación de varios pulpos de la especie *Amphioctopus marginatus*, que transportan cáscaras de coco y las usan como refugio en momentos específicos de sus recorridos (véase figura 3). El traslado de las cáscaras es, sin duda, un trabajo para los pulpos: realizan una búsqueda activa para hallar las cáscaras, cargan la mitad de una cáscara por el fondo marino mientras buscan la otra mitad para completar su búnker, excavan para sacarlas y las organizan entre sí para facilitar el desplazamiento. Finn, Tregenza y Norman proponen este curioso hecho como un caso de utilización de herramientas, una compleja conducta que se asocia predominantemente a vertebrados “mientras a los invertebrados se les declara carentes

de las habilidades cognitivas necesarias para ejecutar comportamientos tan sofisticados” (2009 1). Si existe una criatura capaz de refutar este pensamiento, es un pulpo.

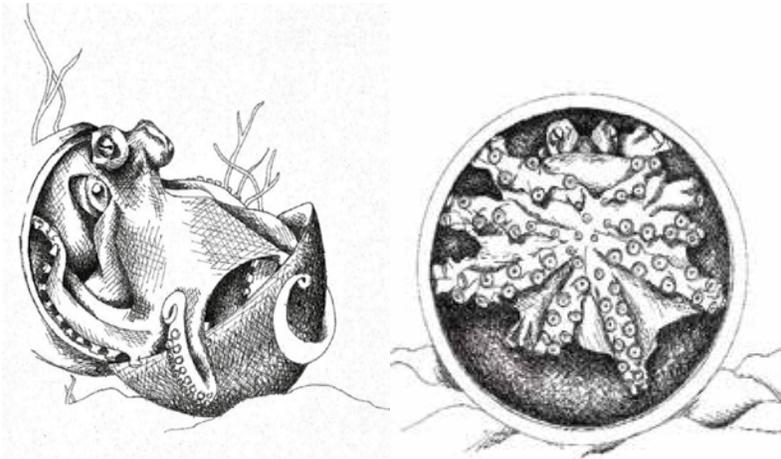


Figura 3. *Amphioctopus marginatus*, el pulpo de coco.

Fuente: elaboración propia

3.1. HERRAMIENTAS: DEL PLAN CORPORAL A LA EXPERIENCIA

Cuerpo blando, apenas un mínimo remanente interno de la concha, apéndices con órganos táctiles quimiosensibles y un espectro de cromatóforos muy desarrollado: estas condiciones y el sin fin de respuestas —incluidas las comportamentales—, de que los pulpos son capaces de crear se encuentran bajo la estricta pero maleable coordinación de su sistema nervioso. Estudios moleculares reunidos por Albertin et ál. (2015) dan cuenta de varias particularidades en el genoma y el epigenoma de los pulpos, entre ellas un alto grado de ediciones del mRNA, evolución de genes nuevos y reorganización del genoma a través de transposones que podrían aumentar la complejidad de la regulación ejercida sobre el ADN codificante. La mayoría de estas modificaciones se relacionan con el desarrollo de su SN; sin embargo, estas novedades también pueden conllevar o promover cambios en los sentidos, lo que en los pulpos

equivale a casi todo su cuerpo. Como resaltó Uexküll, la estructura del cuerpo animal crea las restricciones y oportunidades que guían su actuar, por lo que cambios en la configuración morfológica y funcional de los pulpos se consideran simultáneamente causa y efecto del establecimiento de nuevas relaciones ecológicas.

3.2. HIJOS DEL MOVIMIENTO

Los pulpos se agrupan en el filo de los moluscos, un grupo bastante diverso en el que también se encuentran los caracoles y las almejas. Hace más de 450 millones de años, estos dispares organismos compartieron un antepasado sésil que poseía una resistente concha externa. Después de mucho tiempo y de numerosas y diversas decisiones, algunos de los descendientes de ese antepasado abandonaron la concha y ganaron el movimiento. La libertad de desplazamiento puede verse como el hecho más relevante en la historia evolutiva de los pulpos; pues no se trató solamente de un cambio de hábito sino del infinito mundo de relaciones que aún se crean, eliminan y modifican a partir de él. La transición de un molusco con reducido desplazamiento sobre el lecho marino a uno nadador impuso varios retos, siendo el primero de ellos la vulnerabilidad. Estar expuestos a depredadores fue un elemento clave en el desarrollo de estrategias de conservación como el camuflaje, la propulsión en el nado y los sacos de tinta. Por otro lado, el poseer un cuerpo sin una forma rígida también hace posible la conquista de nuevos lugares para habitar, brinda facilidades para ocultarse y agiliza los movimientos. La colonización de nuevos espacios impulsó que los pulpos se convirtieran en los moluscos más versátiles. Con el movimiento, los cefalópodos primitivos se convirtieron en depredadores activos, lo cual, de la mano de las nuevas necesidades energéticas del desplazamiento y sus estrategias de caza, implicó cambios en su metabolismo. Actualmente los pulpos muestran una gran variedad de comportamientos de ataque relacionados con la depredación, entre ellos inyecciones de veneno y cambios en los patrones de coloración. El cambio en la dieta —que se basa principalmente en crustáceos pero puede llegar incluso al canibalismo—, también significó nuevos aportes alimenticios y la asimilación de sus componentes.

3.3. SENTIDOS Y EL MUNDO PERCEPTIBLE

Los ojos de los pulpos son un curioso caso de convergencia evolutiva en linajes muy separados, estos forman imágenes al igual que los ojos de los vertebrados y son estructuralmente similares: lentes esféricos y una retina con 20 millones de fotorreceptores que permiten el enfoque y la detección eficiente de grandes cantidades de luz. Además de ojos muy desarrollados, los pulpos han evolucionado un sofisticado sistema de percepción a través de sus ventosas y su piel. “La presencia de moléculas de opsina en su piel, las mismas moléculas que se encuentran en la retina, podría implicar que la piel también reconozca la luz y apoye el camuflaje” (Hanlon, Vecchione & Allcock 2018 39).

Mediante las ventosas, los pulpos no solo se adhieren a objetos, también los palpan y prueban. En la superficie de cada ventosa cientos de células quimiosensibles reconocen sustancias químicas, mientras que mecanorreceptores distinguen texturas y tamaños y sienten temperaturas: la ventosa abarca los sentidos olfato, gusto y tacto. En el caso del pulpo del coco estos sentidos entran en juego en la búsqueda activa de las cáscaras de coco, pero no se destaca ninguna variación o novedad en las entradas sensoriales que condicione directamente un cambio en el modo de percibir los cocos; sin embargo, desde una perspectiva evolutiva, la diversificación de los sentidos apoyó el desarrollo de las habilidades cognitivas que hoy les permiten a los pulpos utilizar herramientas.

3.4. SISTEMA NERVIOSO Y EL MUNDO INTERNO

El antepasado común entre vertebrados y cefalópodos pudo haber tenido neuronas, pero definitivamente no tenía un cerebro complejo ni una red neuronal tan extensa y complicada como la que actualmente exhiben estos grupos. Se piensa que la aparición del sistema nervioso tuvo que darse por lo menos dos veces en el reino animal, pues aunque compartan funciones y características en sus mecanismos, el SN de los vertebrados es radicalmente disímil del de los pulpos: la diferencia principal es que en el caso de los últimos no hay un control centralizado en el cerebro.

En los pulpos, la mayoría de las neuronas reside en los brazos; cada brazo posee un cordón neural unido al cerebro y al sistema muscular. Las protocadherinas³ hacen parte de los mecanismos regulatorios necesarios para el control neural local, por lo que podrían estar involucradas en diversas funciones, movimientos y la “toma de decisiones” que llevan a cabo los brazos, sin que el cerebro medie directamente. La descentralización del SN, íntimamente ligada con la diversificación de las entradas sensoriales en los brazos, implica un reto ya que brazos y cabeza deben mantener una conectividad estable: independientes pero coordinados. Visto desde el mundo circundante, el desarrollo de un SN de control mixto (central y periférico) no fue previo al surgimiento de los sentidos ni tampoco producto de ellos, sino que aparece como resultado del ajuste imprescindible del círculo funcional. No se asume que los órganos, sistemas o funciones se desarrollen para algo, sino que se dan en simultáneo a todas las respuestas del organismo como unidad. Bajo *conformidad a plan*, en los seres vivos se

exige que las partes se enlacen en la unidad de un todo siendo recíprocamente unas para otras la causa y efecto de su forma. Solo de esa manera es posible que inversamente *la idea del todo a su vez determine forma y el enlace de todas las partes, no como causa, sino como base* (Kant 1790 327).

Un complejo cerebro forma unidad con millones de neuronas dispersas por todo el cuerpo del individuo al interior del SN de un pulpo, tanto las neuronas dan forma y función al cerebro como viceversa. Por esta ley natural, cada órgano del animal es inseparable temporal, estructural y espacialmente de otros órganos, de los tejidos que lo conforman y de los niveles de organización jerárquica por encima de

³ Proteínas transmembranales que median la comunicación entre células y con la matriz extracelular. Están implicadas en el desarrollo y mantenimiento de neuronas y en la estabilidad sináptica. En vertebrados, las regiones genómicas codificantes a protocadherinas surgieron de rearrreglos de exones a través de *splicing* alternativo, en los pulpos se cree que se ha dado por duplicaciones en tándem: dos orígenes independientes para estas moléculas.

él. Recaltar el concepto teleológico de conformidad a plan es crucial y lo consideramos una de las contribuciones más significativas de Uexküll, pues implica ver los avances evolutivos desde la armonía, la relación y el consenso entre partes, que son la vida. El SN descentralizado no surge para permitir la libertad y temeridad de los brazos, ni posterior a la aparición del movimiento y la captación sensorial, no fue en un momento específico: fue surgiendo mientras las demás partes se acoplaban a él. El SN, como unificador de la experiencia, asume una tarea nada sencilla, pues las potencialidades que surgen de un sistema tan plástico como el de los pulpos puede ser incalculable; cada respuesta, cada conexión, es la entrada a uno de muchos mundos posibles.

3.5. INTELIGENCIA: FÓRMULA CABALÍSTICA⁴

Es bastante común escuchar que los pulpos son criaturas inteligentes, más aún si “Inteligencia no significa otra cosa que reconocimiento de relaciones” (Uexküll 1945 83). El reconocimiento de estas relaciones no es exclusivamente consciente —aunque los pulpos podrían ser la puerta al estudio del surgimiento de la consciencia en las profundidades de los océanos—, puede ser un reconocimiento basado en parámetros fisiológicos. Vitti, refiere “una aproximación enfocada a una *noción ecológica de inteligencia*, en la que todas las especies son igualmente inteligentes en sus propias formas y la pregunta es en qué consiste la inteligencia de cada una” (2013 394). La inteligencia de los pulpos es fundamental en la construcción de su mundo interior y está asociada con la memoria, el aprendizaje y la plasticidad característica de sus respuestas al medio. “Mucho de la complejidad inherente a los pulpos parece reflejar una disposición biológica ante los cambios ambientales” (Aitken 2019 1), disposición que reúne el reconocimiento de las relaciones con la capacidad de coordinarlas. “Tener facultades de percepción avanzadas parece ser un componente importante

⁴ Que entraña un sentido o razón enigmática.

en este tipo de inteligencia flexible —plástica—, lo que cobra sentido ya que un procesamiento cognitivo solo es útil si opera en el mundo externo” (Vitti 2013 399). Así como el desarrollo estructural del SN de los pulpos ocurrió en simultáneo al de los sentidos, la inteligencia también se fue construyendo de la mano; las partes se interrelacionan en pro del todo: sistema nervioso, sentidos e inteligencia son causas y efectos entre sí.

Existe un acuerdo general para otorgar a los pulpos la etiqueta de la curiosidad; de hecho, varios autores coinciden en que los pulpos juegan. ¿Qué tal si los pulpos de coco no se refugian en las cáscaras de coco buscando protegerse, sino como parte de un juego o una costumbre? ¿Qué tal si lo hacen en las tres circunstancias? O mejor, ¿qué tal si lo que inicia como un juego se convierte en una conducta defensiva? El juego, aunque cueste definirlo —y mucho!— une al individuo con su entorno a través de la exploración. Los pulpos son animales curiosos y su carácter solitario y errante propicia la exploración del espacio y sus elementos. Explorar significa apropiarse de un territorio: es la “adquisición de conocimiento acerca de objetos animados o inertes, acerca del ambiente y sus cambios a través de la recolección de información sensorial” (Power en Kuba, Gutnick & Burghardt 2014 58). En el caso de los pulpos la exploración es muy activa: en cuanto la posibilidad de relacionarse con un nuevo elemento aparece no dudan por un instante, de hecho, continuamente propician encuentros con la novedad. La información recogida en la exploración puede aprenderse y ser la base para otorgar valor funcional a los objetos del mundo exterior.

“Desde el punto de vista de la significación, el juego puede considerarse el paso de la actividad a la representación, pues evoluciona de una etapa inicial de actividad sensomotora a una segunda etapa de juego simbólico o imaginativo” (Piaget 1951 2). Jean Piaget⁵ reconoce el juego como un elemento de gran valor biológico, pues mantiene activas las capacidades de obtención y asimilación de información. A

⁵ Biólogo suizo (1896-1980). Se definía a sí mismo no como un innatista ni como un empirista, sino como un constructivista, pues el conocimiento, para él, es una construcción continua que no está preformada ni en el sujeto ni en los objetos; el conocimiento es una asimilación, una interpretación que integra al objeto a la estructura del sujeto (Piaget en Garvin 1977).

través del conocimiento y manipulación de objetos se promueve en el animal: 1) el surgimiento de esquemas internos de los elementos que existen en el mundo externo, y 2) el desarrollo de las estructuras y arreglos fisiológicos que se vinculan con dichos esquemas. A través del juego y sus círculos funcionales se crea un flujo bidireccional de información sujeto-objeto y se puede dar el aprendizaje, sin que se sea necesariamente consciente de que se está aprendiendo. El aprendizaje puede considerarse “una adaptación práctica y cognitiva más común en la naturaleza que la adaptación por supervivencia y que no solo se enfrenta a los mecanismos de selección, sino más bien busca una estructuración del ambiente por el propio organismo” (Piaget 1978 xx).

Quienes reportaron el caso del pulpo del coco proponen que este comportamiento “pueda haber evolucionado a partir de la utilización previa de bivalvos como refugio” (Finn et ál 2009 2). Siendo animales que pasan escondidos la mayor parte de su vida, la similitud con alguna experiencia previa al enfrentarse a las cáscaras de coco es una posibilidad, la noción de refugio ha evolucionado de la mano de los pulpos. Encontrar características físicas similares entre cocos y bivalvos suena trivial, pero en realidad es inteligencia pura; las características que vieron —o tocaron— en los bivalvos podrían haber sido aprendidas, recordadas, y luego percibidas de forma similar en las cáscaras, relacionándolas con una función. Es bastante curioso que los pulpos identifiquen que la unidad de refugio, el coco, consta de dos mitades; parecen tener claro que una es insuficiente, que la búsqueda del complemento es indispensable y no se ha visto que algún individuo transporte más de dos.

Podemos preguntarnos si la fijación de los pulpos con resguardarse (ya sea en cocos o en guaridas) se mantiene desde aquellos tiempos en que sus antepasados llevaban la concha a cuestas, y hasta qué punto una memoria como esa guía sus comportamientos actuales. Según Kant existen *a priori* que demarcan las posibilidades/limitaciones para el conocimiento humano del mundo, siendo estos, elementos racionales anteriores a toda experiencia. Consideramos pertinente ver el *Bauplan* de cada forma de vida como un *a priori*, incluyendo especies sin SN, lo cual sustentaría la eliminación de la hegemonía de la razón en la experiencia biológica.

Konrad Lorenz realizó una importante interpretación biológica de Kant, en la que consideró el *a priori* kantiano como un “*a priori* transmitido *genéticamente* e

independiente de toda experiencia individual, pero al mismo tiempo como un *a posteriori* filogenético, ya que es el resultado de las experiencias de una especie a lo largo de millones de años” (Muñoz-Rengel 1999 146). Su visión es importante en la medida que: 1) ratifica que ningún individuo llega al mundo desprovisto de su pasado, y 2) reconoce que los *a priori* son fruto de la evolución. La posición de Lorenz fue, sin embargo, dogmática: se reafirma en la genética como fuente inamovible de las configuraciones “innatas” de los seres vivos. Popper afirmó que Lorenz, “creyó que nuestros ancestros conocieron cosas del mundo exterior a través de la percepción, cosas que fueron luego incluidas en la estructura genética, volviéndose a priori para nosotros” (1999 145); sin embargo, ya que Lorenz no creyó en la posibilidad de que relaciones ambiente-organismo pudieran generar cambios en el ADN, únicamente las mutaciones aleatorias harían parte de él. El *a priori* de Lorenz es estático, acompaña al organismo desde su primer momento de vida, pero también lo limita a ser lo que es hasta el último instante.

Cuando proponemos ver el *Bauplan* como un *a priori*, consideramos en él la sumatoria de muchas de las costumbres, aciertos y desaciertos evolutivos de nuestro linaje; heredamos con él un conjunto de parámetros estructurales y funcionales creados por nuestros antepasados y ahora almacenados en el genoma y el epigenoma, parámetros que anteceden a nuestra experiencia individual pero que son susceptibles a cambios, parámetros que surgen de la evolución a través de los mundos circundantes y sus sujetos. Parámetros que, actualizados por nuestras experiencias y decisiones, enriquecerán los planes corporales de generaciones venideras al ser manifestados morfológica, fisiológica, comportamental y culturalmente. Quizá en el *Bauplan* de los pulpos permanezca la huella discreta de un remoto tiempo y lugar en el que la concha de los moluscos ofrecía refugio.

3.6. MEMORIA Y APRENDIZAJE: ADENTRO

Recordar —del latín *re-cordis*, volver a pasar por el corazón⁶— es un término de gran valor en el progreso de la vida personal y colectiva de las sociedades humanas y también en el curso de la vida individual y evolutiva de las especies. La memoria juega un papel crucial en la integración de información al interior del organismo, y por ende en sus respuestas al medio; recordar está estrechamente relacionado con la capacidad de un organismo de aprender.

El cerebro de los pulpos está compartimentado en aproximadamente 40 lóbulos. “El complejo del lóbulo vertical estructuralmente se compara con el hipocampo de los vertebrados” (Young en Grasso & Basil 2009 234), desde allí se coordinan en gran medida el aprendizaje y la memoria, siendo una zona con muy alta plasticidad sináptica. El lóbulo supraesofágico está dividido en centros específicos, uno para el aprendizaje quimio-táctil y otro para el aprendizaje visual,

en este lóbulo no se reciben entradas primarias sensoriales ni se hacen proyecciones a neuronas motoras, este lóbulo solo se relaciona con el aprendizaje. Esta área tiene fuerte influencia en la organización del comportamiento: adaptación a contextos e iniciación de secuencias comportamentales complejas (Grasso & Bassil 2009 234).

La separación de tareas en los lóbulos cerebrales evidencia el altísimo nivel de conexión que existe entre las partes para que el organismo se mantenga a flote como un todo. El camino que queda por recorrer para delimitar mecanismos y estructuras relacionadas con la memoria y el aprendizaje en los pulpos es probablemente interminable, aún en humanos este estudio ha sido y seguirá siendo laberíntico. Los procesos comportamentales no son la cara sencilla del aprendizaje y la memoria, mucho

⁶ Primera frase en El libro de los abrazos, del autor uruguayo Eduardo Galeano.

menos en parientes tan lejanos a nosotros. El dinamismo de estos procesos es justamente una de las razones por las que funciona y se sostiene la vida y su evolución.

El comportamiento interviene entre el *Bauplan* y el medio externo, a través de él se evalúa el resultado de la significación de estímulos, y además constituye en gran medida el mundo de los efectos: es una de las formas por las que los organismos inciden sobre sus ambientes y los modifican. Continuamente, y tan sólo con el hecho de existir, cada uno de los seres que habita el planeta repercute en su curso de innumerables maneras, muchas de ellas inevitables “todas las criaturas, a través de su metabolismo, sus actividades y sus elecciones, en parte construyen y destruyen sus propios nichos, en escalas que van desde lo extremadamente local a lo global” (Odling-Smee, Laland & Feldman 2003 1). La mayoría de estas afectaciones son inconscientes y tan numerosas que identificarlas, medirlas o estudiarlas individualmente es una tarea infructuosa e innecesaria, sin embargo allí están las pequeñas cosas que van dando forma a la vida sobre la tierra.

Algunas afectaciones surgen de procesos muy complejos y repercuten de forma drástica sobre el destino evolutivo de los individuos: la expulsión de gases atmosféricos como resultado de la respiración se considera parte del metabolismo de las cianobacterias. Aunque la afectación de este tipo de acciones sobre el medio exterior haya llegado a ser enorme (el subproducto de su fotosíntesis: el oxígeno, viró el curso evolutivo de todo un planeta y se estableció como la molécula de la que depende la existencia de incontables formas de vida actuales), ellas no dirigieron intencionadamente la producción de oxígeno; sin embargo, aquí estamos, millones de años después.

Otras incidencias que los organismos ejercen sobre el medio se consideran dirigidas y el comportamiento puede evidenciar esa agencia. “La agencia tradicionalmente se define como la capacidad para actuar de acuerdo a ciertos estados intencionales [...] estableciendo la relación causal entre dichos estados y las conductas derivadas, que tienen objetivos determinados” (Mejía 2019 213). El reconocimiento de esta relación causal —el antes y el después de la acción— se vincula con capacidades como la cognición, el razonamiento, el aprendizaje y la memoria. Acercarse al borroso límite entre acciones espontáneas e intencionales puede tornarse problemático, consideramos una quimera conocer las razones y devenires del comportamiento

humano..., conocer las de otras especies es un desafío aún más atrevido: hay varios mundos circundantes y muchas experiencias limitantes de por medio.

3.7. UN ÓRGANO MÁS

En la primera mitad del siglo xx se impuso la etología como la disciplina encargada del estudio de la conducta animal; Konrad Lorenz, amigo personal de Uexküll⁷, se consolidó como su representante más relevante, “fuertemente influenciado por la idea de que los patrones de comportamiento son innatos e invariables” (Taborsky 2019 99). Enriqueciéndose con ideas de ontogenia, Niko Tinbergen, articuló una mirada más amplia como propuesta a lo que esta disciplina debía estudiar; (Burghardt 2019) la resume así: 1) los mecanismos causales (procesos sensoriales y neuronales, genética, hormonas); 2) los procesos de desarrollo (maduración de sentidos y SN, experiencia); 3) las funciones adaptativas (para qué sirve el comportamiento, consecuencias reproductivas); y 4) la evolución (procesos y patrones detrás de la diversidad comportamental en los taxones a través del tiempo). Para Lorenz como para muchos etólogos, el comportamiento, tal como los órganos, solo puede evolucionar a través de selección natural, “cualquiera que niegue esto debe asumir una armonía preestablecida entre el ambiente y el organismo [...] como es el caso del gran vitalista, Jakob von Uexküll” (Lorenz 1981 10). Y sí, aunque Uexküll defendió la existencia de un programa genético predeterminado en los organismos, resaltó las posibilidades de que este fluctuara a través de las relaciones de los círculos funcionales, y mantuvo hasta el final la presunción de que la acción de la selección natural no es necesaria allí donde existe la armonía entre partes que implica el ajuste por conformidad a plan. Uexküll fue un anti-adaptacionista y aunque negó la selección natural, sus postulados refuerzan el cambio evolutivo.

⁷ Richard Burkhardt (2019) presenta una recopilación sobre los hitos clave en el surgimiento de la etología y menciona algunos de los conceptos que Lorenz tomó de Uexküll para fundamentarla.

Con el tiempo y la creciente influencia de la genética en todos los campos biológicos, los genes se convirtieron en la causa de todo el organismo: la generación de su forma y función; el comportamiento —un órgano más— no escapó a esta corriente. Pronto se habló de variantes genéticas que determinan ciertas personalidades y “el rol evolutivo del comportamiento se vio sólo a nivel de selección y *no desde su capacidad de formar variaciones heredables*” (Piaget 1978 28, cursivas mías), lo cual limitó los estudios etológicos a la evaluación y seguimiento de mecanismos adaptativos que dieran lugar a comportamientos que favorecieran la superioridad de algunos individuos de la especie sobre otros. La hegemonía adaptacionista casi eliminó la escasa atención que se le prestaba al comportamiento como fuerza generadora de cambios morfológicos —mucho menos de cambios poblacionales/sociales/culturales— heredables; hoy, numerosos avances en diversos campos exigen una actualización de estos lineamientos.

Las redes genéticas presentaron impedimentos a la extrapolación de la relación causa-efecto a la relación gen-forma o gen-función: conceptos como la poligenia⁸ y el pleiotropismo⁹ dieron cuenta de las limitaciones de una explicación exclusivamente mecánica de los procesos biológicos, incluido el comportamiento. Jablonka & Lamb (2014) resumen algunos factores epigenéticos heredables que han sido descubiertos en los últimos años, incluyendo contenidos celulares o la exposición a niveles hormonales específicos que inciden sobre la expresión de ciertos rasgos comportamentales. (Ledón-Rettig 2019) menciona, por su parte, cómo la presencia de contaminantes ambientales influye en el comportamiento, una mirada de gran relevancia en ecología y conservación.

Liberar al comportamiento de la determinación genética abre camino a la posibilidad de que este sea dirigido a través de los círculos funcionales convirtiéndose en posible generador de cambios evolutivos en vez de ser exclusivamente un producto de adaptaciones. A la luz de las propuestas de Uexküll, lo que pasa afuera

⁸ Varios genes ejercen acción o interactúan sobre una única característica fenotípica o función.

⁹ La acción de un gen se relaciona con más de una característica fenotípica o función.

corresponde a lo que sucede adentro: novedades o retos en el medio implican novedades y respuestas en el organismo o viceversa, por lo que adaptaciones de un sólo lado de la relación organismos adaptándose al exterior no tienen cabida. “Entre más se enriquezca el mundo interno del animal por la conformación de estructuras como redes neuronales y esquemas sensoriales, más rico y amplio será el mundo externo de dichos animales” (Uexküll en Brentari 2011 104). El comportamiento, como parte del mundo de los efectos, surge desde el individuo y recae en el mundo externo, modificando los objetos y relaciones que repercutirán de nuevo sobre él. Lo clave de esta postura es aceptar que el cambio nunca ocurre únicamente en uno de los lados, y que la propia relación también muta.

3.8. LA CAPACIDAD ES LA HERRAMIENTA

Hemos revisado algunas bases biológicas que sugieren el hecho de que los pulpos sean capaces de otorgar funciones intencionadamente: sus sentidos, su complejo SN, su inteligencia y plasticidad; los pulpos se interesan por entrar en contacto táctil con lo que les rodea y emplear tiempo en esta experiencia. La curiosidad de los pulpos va de la mano con la exploración y la proximidad con aquello que les llama la atención.

Quando se les da un objeto nuevo, los pulpos se mueven de la exploración con sus brazos y boca, a la habituación y en ocasiones al juego. Pueden manipular el objeto en relación a un probable uso o de una forma enteramente juguetona, sus brazos *incrementan la complejidad de las acciones con el tiempo* (Mather & Dickel 2017 132, énfasis mío).

El primer paso es la manipulación: los animales que tengan esta habilidad pueden fácilmente pasar de analizar ¿qué hace este objeto?, a preguntarse ¿qué puedo hacer con este objeto?, probablemente a través del juego.

La utilización de herramientas es tradicionalmente vista como una extensión de la capacidad de un individuo, “Darwin especuló que debía verse como resultado

de los propios animales compensando sus limitaciones biológicas” (Baber 2003 30). Según lo anterior, los animales desarrollarían el uso de herramientas para llevar a cabo acciones que no pueden ejecutar por sí solos. Proponemos adherirnos a una mirada más amplia, en la que las herramientas impliquen la expresión de una cualidad ya presente en el animal y no solo la ejecución de una tarea externa antes imposible; una mirada en la que se atribuya al animal un grado de inteligencia ecológica suficiente para identificar la acción que el objeto ejecuta, su propósito. La manipulación de herramientas es un comportamiento en el que la intencionalidad del animal se hace notoria, convergen necesariamente una noción de causalidad que le otorga a un objeto una función, y el trabajo como fuerza impuesta sobre dicho objeto. Se atribuye al animal un grado de inteligencia ecológica suficiente para identificar la acción que el objeto puede desempeñar si lo ejecuta, su propósito.

Esta perspectiva apunta a que los animales que usan herramientas tienen mayor facilidad para abrir nuevos caminos por su capacidad, y no por la herramienta en sí: *la plasticidad ya existe en el individuo y la utilización de herramientas es sólo su manifestación*. La facultad de manipular herramientas antecede a las imposiciones del medio y otorga a los animales la versatilidad de respuesta necesaria para ajustarse a él, transformándolo. En el caso de los pulpos, el sorprendente desarrollo de sus brazos y la gran capacidad de significación y coordinación de su mundo interno (SN y sentidos) se establecen como precedentes para que la manipulación de las cáscaras sea posible. La existencia necesaria de estructuras físicas y organizacionales que permitan una acción específica, corresponde a la aclaración que Uexküll hace al situar al plan corporal (*Bauplan*) como base y limitante (*a priori*) para el desarrollo de un círculo funcional.

El encuentro de los pulpos con las cáscaras implica la asimilación eficaz de numerosos estímulos perceptuales: la relación que los individuos establecen con las cáscaras de coco no surge de un cambio en los órganos sensoriales del pulpo, ni en las propiedades físicas de las cáscaras, sino de un cambio en el significado que la cáscara de coco tiene para el animal. Se ha cuestionado si la manipulación que los pulpos hacen de las cáscaras de coco es un ejemplo de uso de herramientas o si simplemente se trata de la utilización de un espacio como refugio, como hacen la mayoría de especies sobre la tierra. En su *Biología Teórica*, Uexküll dedica un capítulo a la diferencia

entre objetos e implementos, los últimos son los que aquí llamamos herramientas. Para él, es la función que se otorga la que hace que los objetos se comporten como un todo y no solo como sus características aisladas. En cierto punto de la interacción las cáscaras de coco adquieren unidad, cuando los pulpos les otorgan una función (refugio); antes de esta significación —o resignificación— las cáscaras eran únicamente la acumulación de sus propiedades físicas, partes que no conforman un todo. Los pulpos no fabrican las cáscaras, pero fabrican la herramienta al concebir para ellas una función a partir de sus características físicas. La funcionalidad sobre un objeto actúa de forma similar a la conformidad a plan sobre los seres vivos, otorga un fin.

El pulpo del coco utiliza las cáscaras de coco como herramientas, pues el implemento no posee función de refugio continua en el tiempo, como sería el caso de una guarida en una formación rocosa o coralina; para que el objeto entre en función requiere necesariamente que el sujeto accione dicha labor. Los pulpos transportan una cáscara hasta que pueden completar el par y luego las llevan consigo por distancias variables; durante el tiempo que dura el desplazamiento las cáscaras, además de que carecen de función, alteran la locomoción de los individuos. “Para cargar una o más cáscaras, los pulpos las acomodan de forma cóncava, sus brazos extendidos las sujetan desde afuera y caminan usando un par de brazos como extremidades rígidas” (Finn, Tregenza & Norman 2009 2): un tipo de locomoción bípeda. El uso de cáscaras altera un comportamiento vital: el desplazamiento, exigiendo al sistema nervioso un control y coordinación excepcional. Amodio & Fiorito (2013) refieren lo impactante que es desde el punto de vista anatómico que los pulpos puedan mantener una locomoción en dos patas careciendo de esqueleto, y mencionan algunos rearrreglos musculares que suplen la rigidez del hueso, indispensable para caminar. Las limitaciones al movimiento que el transporte de las cáscaras suponía fueron aligeradas con la locomoción bípeda, así que, en cierto modo, los pulpos de la especie *Amphioctopus marginatus* mantienen la libertad de desplazamiento que hizo posible muchas de sus características actuales y también, retoman su refugio a través del manejo de las cáscaras de coco como herramientas.

West-Eberhard se refiere como acomodación fenotípica, a un “ajuste adaptativo sin cambio genético, que surge como respuesta a una novedad o cambio inusual

durante el desarrollo de un organismo” (2005 610). Retomando el caso de la cabra de dos patas —que nació con una parálisis de los miembros anteriores, pero que lograba moverse saltando en sus patas traseras—, resalta cómo se dan ajustes a nivel morfológico mediados por el comportamiento; en este caso, la particular forma de desplazamiento de la cabra había llevado a un desarrollo anómalo de los huesos y la musculatura. West-Eberhard propone que este tipo de cambios, que son respuestas activas del organismo a cierta alteración, producen nuevos fenotipos con gran probabilidad de ser favorecidos por selección natural. Como retomaremos más adelante, nuestra aproximación es afín a la acomodación fenotípica, pero contemplándola por sí sola como un modo de evolución, sin que la acción natural tenga lugar.

3.9. MEMORIA Y APRENDIZAJE: AFUERA

Los pulpos han sido etiquetados como criaturas solitarias, en la mayoría de especies ambos parentales mueren antes de que los embriones eclosionen del huevo, a estos embriones les espera una etapa de vida a la deriva hasta que sean lo suficientemente grandes para llevarle la contraria a la corriente. Se conocen excepciones, en que principalmente las madres se mantienen junto a sus críos hasta que son adultos. Schweid hace una propuesta interesante: “sin ningún referente, es posible que los pulpos jóvenes deban aprender el forrajeo y la evasión de depredadores viendo a otros pulpos” (2013 75). Los primeros en reportar estudios de aprendizaje en pulpos fueron Fiorito & Scotto en 1992, utilizando algunos individuos de la especie *Octopus vulgaris*, el pulpo común. Afirmaron que los pulpos “pueden aprender algo simplemente al ver a otro pulpo hacerlo. [...] La habilidad de trasladar la observación a aprendizaje y acción requiere la capacidad de integrar información para producir patrones comportamentales” (548). “El descubrimiento de dos lugares en Australia en que los pulpos se reúnen, nombrados Octópolis y Octlantis, evidencian que aunque predominantemente solitarios, en ocasiones estos animales coexisten en locaciones que proveen guaridas o presas” (O’Brien, Ponte & Graziano 2019 143). La existencia de estos lugares puede traer consigo las ventajas de encuentros fortuitos

y cortos que permitan el aprendizaje a través de observación sin la dependencia que surge del establecimiento de roles en organismos altamente sociales. Para aprender observando el contacto puede ser mínimo, inclusive lejano.

Esta forma de aprendizaje podría constituir el punto de partida para que comportamientos como el uso de herramientas, que pueden crearse a partir de una experiencia individual, sean transmitidos entre generaciones o inclusive entre especies —del pulpo del coco a otros pulpos— favoreciendo especies que, como los pulpos, carecen de cuidado parental pero mantienen cierto contacto con congéneres. El aprender de otros tiene inmenso valor evolutivo: la experiencia, más allá de una serie de eventos que mueren con el individuo, se convierte en un continuo a través de la especie. Ninguna asimilación o introducción de nociones o información del mundo externo se hace sobre terreno baldío, como ya resaltamos, cada especie lleva en su memoria la suma de acontecimientos históricos que la hacen única; almacenada de diferentes formas en el Bauplan, los órganos, células y comportamientos, consciente e inconscientemente.

En la *herencia comportamental* los elementos transmitidos no son físicos; en el caso del pulpo del coco lo que se podría heredar es información en torno a la búsqueda de las cáscaras, y la forma de manejarlas. “Para que un hábito o habilidad sea transferida, debe ser expuesto y visualizado. La información es holística: no puede ser deconstruida en componentes discretos que sean aprendidos independientemente” (Jablonka & Lamb 2014 181). El comportamiento surge del procesamiento de información, de la traducción de percepciones a acciones, de seres vivos que reaccionan activamente a un contexto. La información debe ser seleccionada, organizada y asimilada —aprendida—, implicando que la conducta deba actualizarse para incluir los comportamientos nuevos: el ser que aprende tiene un lugar activo en la adquisición de la información. La entrada de nueva información al círculo funcional, fruto de la experiencia de un organismo o de un aprendizaje, además de reacomodar los esquemas y relaciones ya existentes, hace también que la porción significativa del mundo externo se amplíe mientras las capacidades del organismo también se incrementan. Los pulpos suponen un caso interesante porque no llevan vidas estrictamente “sociales”, sin embargo, si aprenden con velocidad considerable a

partir de encuentros fortuitos, podrían mantener su vida solitaria y aun así compartir información entre sí.

3.10. SIGNIFICAR: GENERAR RELACIONES INTERNO-EXTERNO

La experiencia de los pulpos es única porque su configuración biológica es única, no hay manera de que otra especie recree un mundo exactamente igual, por más cercanas que se encuentren filogenéticamente, o por muchas homologías/analogías que puedan compartir. La experiencia que da origen a la significación es un fenómeno común a la especie, al ser la unidad que comparte un plan corporal. Delimitamos la significación como el proceso mediante el cual el sujeto organiza los estímulos percibidos en los objetos/sujetos con los que se relaciona y les otorga funciones o roles. Pasamos de las características físicas del mundo externo al conocimiento de dicho mundo a través de medios perceptuales, para finalmente integrarlas al mundo interno del organismo. Vemos en la significación la instancia más variable del círculo funcional y una de las más influyentes en la vida evolutiva de las especies.

Un cambio en lo percibido puede darse a partir de variaciones en las estructuras físicas involucradas en la percepción, por ejemplo, la aparición del ojo en los pulpos; sin embargo, este tipo de cambios no son súbitos, lo más probable es que el desarrollo de esta estructura haya tardado millones de años, con numerosos estadios intermedios que implicaban numerosas formas de percepción y diversos contenidos del mundo externo siendo apropiados en simultáneo. Un cambio en el significado otorgado a un estímulo puede darse prescindiendo de cambios físicos tan drásticos como la aparición de un órgano. Tanto el desarrollo de un nuevo órgano como el de una nueva significación —o una resignificación—, se dan en conformidad a plan con el mundo externo; sin embargo, un cambio de significado puede responder al ajuste de los círculos funcionales en una escala de tiempo mucho menor en comparación con los cambios morfológicos.

La cáscara de coco entró al mundo circundante del pulpo del coco en el momento en que él reconoció en ella las marcas perceptuales que vincula con la función

“refugio”; antes de esto la cáscara era solo un elemento más —o uno menos— en el ambiente. “Las relaciones de significado, que se manifiestan materialmente, unen concordancias internas y externas en una red de experiencias utilizables para los organismos” (Favareau 2010 20). Las características percibidas no poseen por sí mismas ningún elemento funcional, es hasta que el organismo coordina al estímulo con sus propias condiciones y las del medio que el significado aparece; por esto significar es generar relaciones interno-externo. En la significación, los seres vivos disocian a los objetos de su materia y elaboran para ellos una correspondencia abstracta en su interior: en algunos casos se limitará a señales químicas, en otros se acercará a los sinuosos caminos de la mente o la consciencia. Independientemente del nivel de complejidad, la significación se da dentro del mecanismo del círculo funcional, donde “el organismo debe verse como el centro en el que toda la información se somete a transformación o al menos a organización, siendo el elemento saliente del organismo mucho más rico que cuando entró” (Piaget 1971 186). Esta concepción reconcilia las perspectivas internalista y externalista, y nos permite introducir el ajuste propio de los círculos funcionales como un fenómeno evolutivo en el que sujeto y medio cambian a partir de una variación en la relación que los une.

4. AJUSTE EN CONFORMIDAD A PLAN

A partir del siglo XIX las aproximaciones más relevantes para la biología se han dividido en dos vertientes: 1) el externalismo, como corriente predominante, supone que factores externos al organismo/especie son los determinantes en su configuración y evolución; 2) el internalismo propone que estos procesos surgen a partir de la organización interna del individuo/sistema. El auge del darwinismo hizo la brecha entre lo interno y lo externo más grande aún, “marcó una separación absoluta entre los procesos internos que generan al organismo y los procesos externos, el ambiente, en el que el organismo debe operar” (Lewontin 2000 42). Aunque Darwin estuvo claramente marcado por el mecanicismo, otros postulados como la herencia de ca-

racteres adquiridos,¹⁰ el desarrollo embriológico, y la recapitulación,¹¹ influenciaron sus ideas y contribuyeron a la estructuración de teorías menos conocidas como la pangénesis.¹² Estas nociones fueron rezagadas y su propuesta de selección natural cobró total protagonismo en las teorías biológicas de evolución. Consideramos que la conformidad a plan de Uexküll puede enfrentarse a lo establecido: 1) reemplazando la selección natural por el ajuste mediante círculos funcionales; y 2) contemplando la variación genética, epigenética o comportamental como producto de significación en diferentes escalas.

Según Andrade (2009), una influencia crucial en la formulación que hizo Darwin de la selección natural como modo evolutivo, fueron las ideas que Adam Smith planteó acerca de las sociedades humanas. Para Smith existe una “mano invisible” que actúa como el agente externo que regula la competencia de los individuos de una sociedad, que luchan por maximizar sus ganancias y riquezas individuales, en un sistema con recursos limitados. Esta mano invisible es el mercado, que regula las adquisiciones y gastos de los individuos de una población, y que inevitablemente se vincula a todos los demás sectores de la vida en comunidad. Darwin visualizó una analogía entre este esquema y el curso natural de la vida y la naturaleza, en la que la

¹⁰ En su *Filosofía zoológica* (1809), Jean-Baptiste Lamarck propone: “Todo lo que a causa de la naturaleza los individuos ganen o pierdan, por la influencia de las circunstancias a las que su especie ha estado expuesta por largo tiempo y consecuentemente, por la influencia del uso predominante o el constante desuso de un órgano o parte, se conserva entre generaciones en los nuevos individuos que descienden de ellos” (Lamarck 1986 175).

¹¹ Introducida por Friedrich Tiedemann, esta teoría propone que todo animal, durante el proceso de desarrollo, antes de alcanzar su estructura adulta pasa por la organización de una o más clases animales inferiores[...] “todo animal comienza su metamorfosis con la organización animal más simple” (Andrade 2009 87).

¹² Darwin propuso que en todas las células existen partículas que denominó gémulas. Las gémulas son sensibles al ambiente, que puede modificarlas continuamente, después de lo cual se desprenden de las células de cualquier parte del cuerpo y viajan hasta depositarse en las células sexuales. Así, modificaciones ocurridas en el transcurso de la vida de un ser vivo podrían ser heredadas mediante una transferencia no genética.

selección natural es la fuerza que actúa regulando la oferta y demanda de recursos mediante un juicio constante al que algunos individuos sobreviven y otros no. La selección natural implica el incremento en número de ciertos individuos de una población que poseen alguna(s) característica(s) específica(s), y la disminución de los que no. A raíz de lo anterior, la competencia entre individuos de la misma especie —que sí tiene lugar, pero no dirige el curso evolutivo de la vida en forma inamovible— se consolidó como característica fija en las dinámicas de los sistemas vivos: competir para sobrevivir ya que los recursos y el medio son limitados. De aquí nace el lugar común más concurrido en biología evolutiva: la supervivencia del más apto, la hipérbole al ganador de la competencia y la muerte al perdedor.

Muchas renovaciones, contribuciones, supresiones y actualizaciones se han realizado al programa *neo-darwiniano*¹³ de evolución, cambios enfocados principalmente en reconsiderar que: 1) la herencia es exclusivamente genética; 2) las mutaciones genéticas son aleatorias y surgen únicamente a raíz de errores en los procesos de replicación del ADN, el movimiento de fragmentos de ADN o fallas fisicoquímicas en los genes; 3) la expresión de los genes no se ve afectada por las condiciones externas y el desarrollo; 4) el dogma central de la biología molecular; y 5) el nivel sobre el que la selección natural actúa.

La *selección orgánica*, propuesta por Baldwin y Morgan en 1885, contempla que la interacción de los individuos con el ambiente conlleve a nuevos hábitos de vida, que a su vez dan lugar a cambios estructurales, funcionales o comportamentales; posteriormente ocurren mutaciones en el genoma que refuerzan estos cambios; y por último, la selección natural favorece a los individuos que poseen estas adaptaciones, que se heredan y fijan en la población. En 1942, Conrad Waddington presentó la idea de *asimilación genética*, un proceso por el que una característica, que inicialmente es producida exclusivamente en respuesta a una influencia ambiental y que se fija mediante selección, se encontrara luego en la población, inclusive en ausencia de las condiciones ambientales que le dieron origen. En la asimilación genética, el

¹³ La síntesis del darwinismo y la genética mendeliana.

desarrollo de la característica surge dentro de las posibilidades genéticas que ya poseía el organismo, sin necesidad de acudir a mutaciones nuevas: las condiciones de plasticidad genética anteceden el desarrollo de la característica.

En la década de los 70, el estudio de la epigenética y sus modos de herencia inició una importante revancha —que continúa— por retomar el papel activo de los organismos en su existencia, y sus repercusiones evolutivas. El valor del desarrollo también ha sido rescatado desde varios frentes; Oyama et ál. (2001) reúnen numerosos avances y presentan su *teoría de sistemas en desarrollo*, una mirada y un marco general para pensar el desarrollo, la herencia y la evolución; una teoría que puede considerarse desde los círculos funcionales. La teoría de sistemas en desarrollo abarca tópicos que suelen conectarse entre sí: 1) El desarrollo como construcción, donde las características son creadas y reconstruidas durante la vida; 2) la evolución como el cambio de los sistemas organismo-ambiente en el tiempo; 3) herencia extendida; 4) significados contexto dependientes, en los que cada causa se relaciona con el estado del sistema; y 5) que el desarrollo no es gobernado por una causa única, el control está distribuido en el sistema.

Estos valiosos avances han permitido actualizar los conceptos en torno a la evolución uniendo numerosos campos de la biología, han destruido dogmas y, por lo tanto, han enfrentado instancias que más allá de la ciencia, coquetean con lo económico, lo político y lo moral. Sin embargo, la presencia de la selección natural sigue siendo hegemónica y estos adelantos raramente se contemplan como parte de otro modo evolutivo, como el ajuste por conformidad a plan. La permanencia de la selección natural no se debe únicamente a la evidencia científica que la “soporta”, sino también a la afinidad hacia una teoría natural depuradora, apoyada por una comunidad consciente o inconscientemente depuradora. El enfoque de Uexküll, “dirigido hacia un modelo más horizontal de evolución, que vea cómo los organismos se comportan y relacionan con los elementos —sujetos y objetos— de su ambiente respectivo” (Buchanan 2008 8); era anti-darwiniano y defendía una forma de evolución más integral a través de los círculos funcionales.

4.1. ARMONÍA EN VEZ DE SELECCIÓN NATURAL

Uexküll comparó la conformidad a plan con la armonía de las composiciones musicales, en las que la melodía es el resultado del ajuste perfecto entre todos los instrumentos, tal como las partes de los seres vivos se ajustan para crear un individuo biológicamente funcional. Gottfried Leibniz refirió que a través del mecanismo era imposible conocer la característica más importante de los seres vivos: su armonía. “Según Leibniz si se considera individuos separados o a todos los seres vivos, la armonía de la relación entre sus partes solo puede explicarse atribuyéndole espontaneidad y autonomía procedimental a la materia” (Brentari 2011 51).

El ajuste “perfecto” entre individuo y mundo externo dado por conformidad a plan, no concibe los seres vivos como entidades fijas e imperturbables sobre las que los diferentes ambientes no ejercen presión; la incidencia del mundo externo es siempre considerada, pero no se ve como una fuerza inmutable. El mundo externo es una plaza compartida: el entorno se crea a causa de la acción de los sujetos y de otros fenómenos naturales que se mantienen como causas “independientes”; y los organismos responden a todo este conjunto a través de los efectos. La cáscara de coco hace parte del mundo perceptible y recibe los efectos del pulpo, pero también puede ser el objeto de círculos funcionales de otras especies, que a través de sus acciones habrían de usarla, cambiarla, consumirla o destruirla. Estas afectaciones hacen parte de las presiones que el medio ejerce sobre la relación organismo-objeto. Sea por una razón interna o externa, la armonía es constantemente interrumpida, el equilibrio entre el organismo y su ambiente es trastornado, y la acción del organismo tiende a restablecerlo. Esta dinámica contempla el camino evolutivo como un ritmo de fluctuaciones y estabilizaciones que se perpetúan sin fin, pues la perfección se halla en el continuo y activo cambio de estados y no en un estado particular inamovible.

Así como los órganos actúan como partes de un todo: el individuo, las especies actúan como partes de un todo: la vida. La armonía de las especies con su medio particular se amplía a una armonía ecosistémica en la que cada individuo en conjunto con su mundo circundante encaja en el engranaje dinámico de lo viviente. Demps-ter (1998) acuñó por primera vez el término *simpoietico* para definir *sistemas creados*

colectivamente, que no tienen límites espaciales o temporales definidos por ellos mismos (1998). Dempster consideró los ecosistemas y los sistemas culturales como simpoiéticos, mientras que las células y los organismos seguían siendo entidades autopoieticas. Haraway (2016) recupera y expande el término simpoiesis; su aproximación sugiere que las células y los organismos multicelulares, también surgen y funcionan como un ensamblaje simpoiético. Ésta visión se entrelaza con nuestra interpretación de los mundos circundantes a escala ecosistémica; pues son las relaciones de significado establecidas a través de los círculos funcionales las que fundamentan, crean y mantienen los sistemas simpoiéticos y su inherente dinamismo. No existe entonces ninguna forma de vida enteramente autopoietica. La simpoiesis rescata el otro lado del círculo funcional, el lado del mundo externo, de los objetos —que muchas veces son sujetos que también tienen la capacidad de autoorganizarse y responder—, el lado percibido, que como mencionamos anteriormente puede ser el sujeto en otros muchos círculos funcionales. Esta es la trama que resulta de cada individuo sobre el planeta estableciendo incontables relaciones: la simpoiesis es parte de la armonía.

El hecho de reconocer que cada sujeto de la tierra está ligado a todos los demás, aunque sea remotamente, no detiene el estudio del *Bauplan* de una especie particular, o de sus modos de interactuar con el mundo externo; sino ratifica la necesidad de concebir estos estudios como parte de una red de armonía que va desde lo biológico hasta lo social. Y esa concepción de interconexión es fundamental en el imaginario colectivo para abordar temáticas tan complejas como el cambio climático y las extinciones. Las fluctuaciones espacio-temporales al interior de las redes dinámicas son *evolución*, y en este punto pueden prescindir de la selección natural: el *externalismo* puede ser tenido en cuenta sin necesidad de la selección natural.

Para que el cambio en una relación, un cambio de significados o el resultado de ellos —en el caso del pulpo, la acomodación fenotípica a la nueva forma de desplazamiento: cambios morfológicos o el control neural asociado— tengan peso evolutivo no necesitan de la acción de selección; una de las claves para fortalecer la mirada alternativa de Uexküll es asumir que el *ajuste por conformidad a plan no contempla la reproducción diferencial indispensable para la evolución darwiniana*. Desde la armonía sabemos de antemano que los cambios de significado implican necesi-

riamente modificaciones o actualizaciones en por lo menos una de las escalas: ya sea una respuesta química al interior del sujeto, o la incidencia sobre otros organismos u otras especies con sus respectivas porciones del mundo relacionadas. El hecho de promover el cambio y ajuste en ambos extremos de la relación y la creación de una respuesta en conjunto ya son modos de evolucionar. Más de una forma de ajustarse a las circunstancias limitantes — como la escasez de recursos — puede ser idónea para mantener vivos a los individuos o grupos que las ejecuten. De ser heredados, estos cambios de significado no necesariamente implican la reproducción exitosa de cierta variante dentro de la especie.

4.2. COMPETENCIA Y VARIACIÓN, *DEUX EX MACHINA*

La acción de la selección natural ha sido contemplada “en todos los niveles jerárquicos estudiados por las ciencias biológicas, además de los miembros de una misma población, podría actuar a nivel de moléculas, células, entre individuos de una especie en diferentes poblaciones y entre especies” (Oliveira 2017 6), por lo que la lucha por la existencia ocurriría en todos estos niveles, organismos de la misma especie y entre especies diferentes que comparten un espacio y sus recursos. Para Uexküll la especie “no es una suma de seres aislados, sino que forma un organismo *conforme a plan* [...], ver los seres uno a uno es fácil, columbrar la unidad es difícil” (Uexküll 1945 149), por lo que aunque exista competencia, el verdadero motor evolutivo es cómo a raíz de estas tensiones se da la *organización de la especie*: seres con diferentes tamaños, capacidades y posibilidades abordan de formas distintas el espectro de condiciones que ofrece el medio. Cuando los recursos escasean, los individuos procuran sortear esta limitación a toda costa, buscando el aprovechamiento de nuevos recursos, desarrollando nuevas habilidades: actuando. Desde su individualidad, cada organismo

¹⁴ En el teatro griego se conoce como *Deux ex machina* a la aparición súbita de una divinidad que resuelve los problemas de la obra sin argumentación convincente.

con las pequeñas diferencias que le hacen único se ajusta a su mundo circundante. El modelo de Uexküll prescinde de la noción de reproducción diferencial, pero la continua reorganización interna de la especie a largo plazo podría verse como un camino a la especiación. La evolución no ocurre forzosamente.

4.3. CONGRUENCIA EN VEZ DE ADAPTACIÓN

En el lenguaje de la biología, la adaptación casi siempre se utiliza en un contexto forzoso: adaptarse es el camino que deben tomar los individuos de una especie si quieren sobrevivir. ¿Adaptarse a qué?, a las condiciones del medio. La adaptación se consolidó como la única explicación a la existencia de conductas, formas y funciones biológicas, y se entiende como el desarrollo de órganos y comportamientos para ejecutar una función específica ya determinada: la función antecede a la forma. Numerosos autores han resaltado las limitaciones que tiene la aceptación de la adaptación como único camino de generación de propuestas con valor evolutivo; existe un extenso y minucioso trabajo crítico en torno al programa adaptacionista, proponiendo arreglos, complementos y supresiones desde muchas ramas de la biología.

Uexküll negó la existencia de la adaptación en la realidad biológica y propuso en su lugar el término congruencia, “que hace referencia al hecho innegable de que el organismo y su ambiente encajan uno con el otro, pues los procesos internos del ser vivo están en congruencia con las leyes del mundo externo” (Uexküll 1926 135). Thure von Uexküll,¹⁵ resaltó que contrario a la adaptación, Jakob von Uexküll exponía:

una teoría de complementariedad que incluye tres tipos de congruencia, 1) el ajuste de órganos y sus partes entre sí y con otros órganos que consolidan el cuerpo como totalidad 2) el ajuste de cuerpos y sus ambientes y 3) el ajuste de los mundos circundantes entre sí (Kull 2004 108).

¹⁵ Médico alemán, hijo de Jakob von Uexküll (1908-2004), reconocido como pionero en la estructuración de la medicina psicosomática, la psicoterapia y la sociología médica, retomando muchos de los conceptos desarrollados por su padre.

El primer tipo de congruencia, coordinado por elementos integradores como el SN; el segundo, a través del mundo de los efectos; y el tercero, actuando desde la simpoiesis, todos ellos enmarcados en la armonía.

El organismo no se enfrenta azarosamente a las circunstancias y condiciones del medio que habita; sino que mediante su capacidad de significar y actuar conforme a ello, el organismo se enfrenta a una *actualización de las relaciones* que determinan su mundo circundante. La congruencia, “tiene lugar desde lo fisiológico hasta lo comportamental en todos los periodos de vida de un organismo. Siempre hay pequeños cambios en la organización del organismo, inclusive en los patrones de expresión génica” (Kull 2004 104), por lo que el ajuste se da aún en la vida adulta del organismo y en numerosos casos llega a ser heredado.

4.4. HERENCIA EN CONSTRUCCIÓN

Desde el momento en que los objetos entran al mundo circundante son susceptibles a recibir sobre sí la acción del sujeto; la construcción de nicho reúne aquellas acciones, voluntarias e involuntarias, mediante las que los seres vivos modifican su ambiente, desde las cianobacterias hasta los pulpos que mueven cáscaras de coco. Como sistemas abiertos, todos los organismos hacen parte de flujos de materia, información y energía que recaen sobre el mundo externo; los procesos básicos del metabolismo dan cuenta de esta generalidad. Para Odling-Smee, Laland & Feldman (2003), si las consecuencias de los flujos conllevan alteraciones en el mundo externo tan drásticas que modifican las condiciones ambientales de las próximas generaciones, implicarían una “herencia ecológica”. El oxígeno producto de la existencia de las cianobacterias cambió el ambiente global y heredó no solo a las siguientes cianobacterias sino al resto de especies, un mundo nuevo. La herencia ecológica fortalece la necesaria aceptación de que son los organismos quienes crean su medio, influyendo en objetos u otros seres vivos y en los procesos fisicoquímicos del ecosistema.

Comúnmente se considera la construcción de nicho una forma en la que los animales alteran las presiones selectivas que recaen sobre su propia y otras especies: si los organismos crean el ambiente, crean las condiciones por las que “compiten” y por ende los parámetros sobre los que la mano invisible de la selección natural actúa. Se cree que la selección natural elige a los fenotipos capaces de actuar sobre el medio, por lo que el hecho de que los animales puedan alterar el mundo externo se ve únicamente como un producto de la evolución y no como una causa de ella. Es necesario un rompimiento con esta concepción seleccionista de la actividad de los organismos; si: la característica que define la construcción de nicho es la modificación de la relación entre un organismo y su nicho (Odling-Smee 1988), esta puede acoplarse a la dinámica de conformidad a plan, manteniendo el concepto de agencia sobre el medio, pero dejando de lado la selección natural para atenernos a la armonía.

El círculo funcional aterriza la noción cíclica entre causas y efectos que ocurre en el medio natural: “los objetos actúan sobre el animal y el animal sobre el objeto. Ambas partes representan alternativamente el papel activo y el pasivo” (Uexküll 1945 161). La construcción de nicho no es exclusivamente una consecuencia evolutiva o una alteración de las presiones de selección, sino que hace parte del mundo de los efectos, es producto de la autoorganización y actualización de las relaciones percepción-efecto, biótico-abiótico, en una red que se ajusta continuamente. La ecología y la evolución encuentran un nuevo lugar común, en el que las interacciones ecosistémicas y los intercambios de materia, energía e información se sitúan en el centro.

“Los cefalópodos, como muchos otros animales, tienen el potencial de causar mediante su comportamiento impactos a nivel ecosistémico sobre las comunidades en que viven” (Huffard 2013 5), la utilización de herramientas podría repercutir en dinámicas como la depredación, la alimentación, la distribución e inclusive los tamaños poblacionales; el alcance del uso de un implemento que brinda refugio mientras permite el desplazamiento libre es bastante promisorio. Sreeja & Bijukumar (2013) observaron por primera vez en el laboratorio varios aspectos de la biología del pulpo de coco, entre ellos la locomoción bípeda y la disposición rígida de las piernas que ocurre durante el transporte de las cáscaras, aspectos que refuerzan cómo alteraciones en la conducta llegan a repercutir en estructuras físicas y en el plan corporal.

Sus experimentos dan cuenta de la conducta de resguardo en las cáscaras aun cuando los pulpos no se encuentran en peligro frente a un depredador.

La búsqueda de guaridas, además de protección, se relaciona también con el mantenimiento y cuidado de los huevos. ¿Cuál es el alcance de tener un refugio móvil en el que las madres podrían transportar huevos?, ¿podrían vivir más tiempo?, ¿habría un cuidado maternal prolongado que disminuya la mortalidad de juveniles?, ¿cambiarían sus rutinas de caza?, además de seguir siendo una excelente alternativa para cuidarse de sus enemigos.

4.5. ES NATURAL LA EVOLUCIÓN SIN SELECCIÓN

Más que tratar la creación de nuevos taxones, la evolución sigue las transformaciones de las formas de vida: los cómo en vez de los porqué, los pequeños pasos. La noción de círculo funcional da relevancia evolutiva a las interacciones ecológicas y reivindica al organismo y la especie como agentes, otorgando a los seres vivos la codirección de su propio destino. También reúne los diferentes grupos biológicos en una red de conexiones dinámica e inseparable que se ajusta continuamente. Bajo estos parámetros existe la evolución sin selección natural, una evolución organizacional y simpoiética antes que depuradora.

El pulpo del coco es un modelo biológico idóneo para interpretar los círculos funcionales en un contexto evolutivo, pues el uso que da a las cáscaras como herramientas:

- No nace de la acción estabilizadora de la selección natural.
- No sucede a alguna presión selectiva que forzara el desarrollo de esta habilidad.
- Altera el desplazamiento, la distribución y probablemente el aprendizaje de la especie, cambios que podrían ser heredados, inclusive a través de herencia comportamental.
- Surge de un cambio de significado dirigido (semiosis) y no de un proceso azaroso de novedad genética.

- Evidencia la agencia del organismo sobre el mundo externo y los procesos internos de autoorganización que permiten la acción.
- Altera la locomoción y la configuración estructural de los brazos del pulpo, mostrando que modificaciones conductuales pueden derivar en modificaciones morfológicas y funcionales a los órganos (acomodación fenotípica).
- Permite proponer el aprendizaje como eje evolutivo de las especies.
- Es el resultado de un interesante proceso evolutivo único que dio origen en los pulpos a facultades que se pensaron exclusivas de los mamíferos y algunos pájaros.

En (1980) Thure von Uexküll, describió la visión de la evolución que defendía su padre, Jakob von Uexküll con las siguientes palabras: La evolución no puede ser un camino de azar, mediante ensayo y error, de formas imperfectas a formas mejor adaptadas, sino la composición de una gran sinfonía, un plan de nunca culminar que incide de igual medida en todos los mundos circundantes, en diferentes grados de complejidad, pero siempre al mismo grado de perfección (Kull 2004 107).

Como sugiere Uexküll, adquirimos interés en la armonía, lo demás —¿la evolución?— viene por sí solo.

TRABAJOS CITADOS

Aitken, Kenneth J. “Are Our Ideas About Octopus Life Too Anthropomorphic to Help?” *Animal Sentience* 4.26 (2019): *online*. <<https://www.doi.org/10.51291/2377-7478.1490>>

Albertin, Caroline B., et ál. “The Octopus Genome and the Evolution of Cephalopod Neural and Morphological Novelty”. *Nature* 525.7564 (2015): 220-224. <<https://doi.org/10.1038/nature14668>>

- Andrade Pérez, Luis E. *La ontogenia del pensamiento evolutivo*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, 2009.
- Amodio, Piero, y Fiorito, Graziano. “Observational and Other Types of Learning in Octopus. Invertebrate Learning and memory” *Handbook of Behavioral Neuroscience* 22. Elsevier, 2013. 293-302. <<https://www.doi.org/10.1016/B978-0-12-415823-8.00023-X>>
- Baluska, Frantisek, et ál. Eds. *Communication in Plants: Neuronal Aspects of Plant Life*. Heidelberg: Springer Science, 2006.
- Baber, Christopher. *Cognition and Tool Use. Forms of Engagement in Human and Animal Use of Tools*. London: Taylor and Francis group, 2003.
- Brentari, Carlo. *Jakob von Uexküll: The Discovery of the Umwelt between Biosemiotics and Theoretical Biology*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. <<https://www.doi.org/10.1007/978-94-017-9688-0>>
- Buchanan, Brett. *Onto-ethologies: the animal environments of Uexküll, Heidegger, Merleau-Ponty, and Deleuze*. United States of America: State University of New York, Albany, 2008.
- Burghardt, Gordon M. “Play”. *Encyclopedia of animal behaviour*. (2a. ed.). Ed. Jae Chun Choe. Londres: Academic Press, 2019. 109-114.
- Emmeche, Claus., y Kull, Kalevi. Eds. *Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs*. London: Imperial College Press, 2011.
- Favareau, Donald. *Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary*. Dordrecht: Springer Science, 2010.
- Finn Julian., Tregenza Tom., y Norman, Mark D. “Defensive tool use in a coconut-carrying octopus. Current Biology”. *Current Biology*. Elsevier, 19.23 (2009): <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.10.052>>
- Fiorito, Graziano y Scotto, Prieto “Observational Learning”. *Octopus vulgaris Science* 256.5056 (1922): 545–547. <<https://www.doi.org/10.1126/science.256.5056.545>>
- Garvin, Philip. *Piaget on Piaget, the epistemology of Jean Piaget*. Yale University Media Design Studio, 1977. (Documental)

- Godffrey-Smith, Peter. *Otras mentes: El pulpo, el mar y los orígenes profundos de la consciencia*. Barcelona: Taurus pensamiento, 2017.
- Grasso, Frank y Basil, Jennifer. "The Evolution of Flexible Behavioural Repertoires in Cephalopod Molluscs". *Brain Behaviour and Evolution* 74.3 (2009): 231-245. <<https://doi.org/10.1159/000258669>>
- Hanlon, Roger., Vecchione, Mike., y Allcock, Louise. *Octopus, Squid, and Cuttlefish: A Visual, Scientific Guide to the Oceans' Most Advanced Invertebrates*. Chicago: The University of Chicago Press, 2018. <<https://doi.org/10.7208/9780226459738>>
- Haraway, Donna J. *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press, 2016.
- Hoffmeyer, Jesper., y Stjernfelt, Frederik. "The Great Chain of Semiosis. Investigating the steps in the evolution of semiotic competence". *Biosemiotics* 9.1 (2016): 7-29. <<https://doi.org/10.1007/s12304-015-9247-y>>
- Huffard, Christine L. "Cephalopod Neurobiology: an Introduction for Biologists Working in other Model Systems". *Invertebrate Neuroscience* 13.1 (2013): 11-18. <<https://doi.org/10.1007/s10158-013-0147-z>>
- Jablonka, Eva y Marion J. Lamb. *Evolution in four dimensions*. The MIT Press, 2014.
- Kant, Immanuel. *Crítica del juicio*. Barcelona: Editorial Espasa, 2013.
- Kull, Kalevi. "Uexküll and the Post-Modern Evolutionism". *Sign Systems Studies* 32.1 (2004): 99-114. <<https://doi.org/10.12697/SSS.2004.32.1-2.04>>
- Kuba, M. Gutnick, T. Burghardt, M. "Learning from Play in Octopus". *Cephalopod Cognition*. Cambridge University Press. Cambridge, 2014.
- Lamarck, J.B. *Filosofía zoológica* 1809. Barcelona: Editorial Alta Fulla, 1986.
- Lewontin, Richard C. *The Triple Helix: Gene, Organism and Environment*. London: Harvard University Press, 2000.
- Lorenz, K. *The Foundation of Ethology*. Verlag- Nueva York: Springer Science, 1981.
- Ledón, Rettig. *Encyclopedia of animal Behaviour*. Second edition Volume 2. Elsevier. London, 2019. Pp 13-19

- Mather, Jennifer A., y Ludovic Dickel. “Cephalopod Complex Cognition”. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 16.1 (2017): 131-137. <<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.06.008>>
- Mejía Rendón, Joan Sebastián. “La agencia técnica animal: hacia una explicación de las conductas de uso y fabricación de herramientas”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 19.38 (2019): 211-248. <<https://doi.org/10.18270/rfc.v19i38.2446>>
- Muñoz-rengel, Juan. “Los «apriorismos» kantianos bajo juicio cognitivo”. *Revista de filosofía* 21.1 (1999):143-168. <<http://hdl.handle.net/11441/27398>>
- O’Brien, Caitlin., Ponte, Giovanna., y Graziano Fiorito. “Octopus”. *Encyclopedia of Animal Behaviour (Second Edition)*. Ed. Jae Chun Choe. Academic Press, 2019. 142-148. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.90074-8>>
- Odling-Smee, F John., Laland, Kevin N., y Feldman, Marcus W. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Princeton: Princeton University Press, 2003.
- Odling-Smee, John. “Niche-constructing Phenotypes”. *The Role of Behaviour in Evolution*. London: The MIT Press, 1988.
- Oliveira da Silva, Gláucia. “Is natural selection a chimera? Reflections on the ‘survival’ of a principle”. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology* 14.3 (2017): 1-21. <<https://doi.org/10.1590/1809-43412017v14n3p001>>
- Oyama, S. et ál. *Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution*. London: Massachusetts Institute of Technology, 2001. <<https://doi.org/10.1162/106454602320184266>>
- Taborsky, M. “From Ethology to Behavioural Biology”. *Encyclopedia of animal Behaviour*. Second edition Volume 1. Elsevier. London, 2019.
- Piaget, Jean. *Play, Dreams and Imitation in Childhood*. Londres: Routledge, 1999.
- _____. *Biology and Knowledge: An Essay on the Relations between Organic Regulations and Cognitive Processes*. Chicago: The University of Chicago Press, 1971.
- _____. *Behaviour and Evolution*. New York: Pantheon Books, 1978.
- Popper, Karl. *All Life is Problem Solving*. New York: Routledge, 1999.
- Schweid, Richard. *Octopus. Animal Series*. London. Reaktion books LTD, 2013.

- Sreeja, Vijayamma y Bijukumar, Abi. "Ethological Studies of the Veined Octopus *Amphioctopus Marginatus* (Taki) (Cephalopoda: Octopodidae) in Captivity, Kerala, India". *Journal of Threatened Taxa* 5.10 (2013): 4492-4497. <<https://doi.org/10.11609/JoTT.o3256.4492-7>>
- Uexkull, Jakob. *Theoretical Biology*. New York: Harcourt, Brace & Company INC, 1926.
- _____. *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Trad. R. M. Terneiro. Colección Historia y filosofía de la ciencia. Buenos Aires: Espasa-Calpe, 1945. <<http://hdl.handle.net/10637/3724>>
- _____. "A Stroll Through the Worlds of Animals and Men: A Picture Book of Invisible Worlds". *Instinctive Behavior: The Development of a Modern Concept*. New York: International Universities Press Inc, 1957.
- _____. "The New Concept of Umwelt: a Link between Science and the Humanities". *Semiotica* 134.1 (2001): 111-123..
- _____. *Cartas biológicas a una dama*. Prólogo Juan Manuel Heredia. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Cáctus, 2016.
- West-Eberhard, Mary J. "Phenotypic Accommodation: Adaptive Innovation Due to Developmental Plasticity". *Journal of Experimental Zoology* 304B.6 (2005): 610-618. <<https://doi.org/10.1002/jez.b.21071>>
- Vitti, Joseph. "Cephalopod Cognition in an Evolutionary Context: Implications for Ethology". *Biosemitics* 6.3 (2013): 393-401. <<https://doi.org/10.1007/s12304-013-9175-7>>