

LA NATURALEZA COMO INFORMACIÓN. Una visión cercana a las cosmologías amerindias

Nature as information. A close view of Amerindian cosmologies

Johan Valencia / zadreb@gmail.com

Universidad del Valle (Cali, Colombia). Doctorando en Universidad de Granada

Recibido: 21.12.2022 / Aceptado: 23.02.2023

RESUMEN

La cosmología griega se propone como germen del desarrollo filosófico y científico occidental, por ende, como la causa de la relación violenta entre técnica y naturaleza. Además, se quiere mostrar la forma en que los avances en la termodinámica, las teorías de la comunicación, la genética, la teoría evolutiva y las teorías de la complejidad han llevado a una perspectiva informacional del universo y los seres vivos; cuestión que hace que, por un lado, desaparezca la idea de naturaleza y nazca la idea de ecología y por otro, que la vida se comience a estudiar en términos de semiosis. Esto último abre la posibilidad de hablar en términos de comunicación y por qué no de cultura en todas las entidades vivas. Así, se proponen a las cosmologías amerindias como un conjunto de visiones del universo que permitirían pensar acerca de la cultura y la comunicación inter y trans-especie. El desarrollo teórico llevará al análisis de dos obras artísticas: *Rizosfera Fm*, de Gabriela Muguía y *Voces ocultas del Valle del Lecrín*, de Johan Valencia; en ellas se ve un enfoque informacional de la naturaleza, reflejo de un cambio de perspectiva influenciado por avances científicos que llevan a la necesidad de un cambio de cosmovisión acerca del universo.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza, información, cosmotécnicas, comunicación inter-especie, arte contemporáneo.

ABSTRACT

Greek cosmology will be propose as the germ of Western philosophical and scientific development, therefore, as the cause of the violent relationship between technique and nature. In addition, it wants to show the way in which advances in thermodynamics, communication theories, genetics, evolutionary theory and complexity theories have led to an informative perspective of the universe and living beings. This question makes that on the one hand, the idea of nature disappear and the idea of ecology is born, and on the other, that life begins to be study in terms of semiosis. The latter opens the possibility of speaking in terms of communication and why not of culture in all living entities. Thus, Amerindian cosmologies are propose as a set of visions of the universe that would allow us to think about inter- and trans-species culture and communication. The theoretical development will lead to the analysis of two artistic works: *Rizosfera Fm*, by Gabriela Muguía and *Voces ocultas del Valle del Lecrín*, by Johan Valencia; in them an informative approach to nature is seen, reflecting a change in perspective influenced by scientific advances that lead to the need for a change in worldview about the universe.

KEYWORDS: Nature, information, cosmotechinics, inter-species communication, contemporary art.

COSMOLOGÍA GRIEGA COMO GERMEN DE LA CIENCIA MODERNA: BÚSQUEDA DE LAS LEYES DEL UNIVERSO Y PRINCIPIO DE LA RELACIÓN VIOLENTA TÉCNICA-NATURALEZA

Para darnos una idea del desarrollo conceptual acerca de la naturaleza que se ha desarrollado en la ciencia es inevitable recurrir a la antigua Grecia, ya que casi toda la civilización occidental se erigió bajo el germen de esta cultura; sin contar que la cultura occidental con su proyecto moderno-colonial impuso este pensamiento como una idea estandarizada y global, lo que Dussel (1994) llama el “mito moderno”. Así pues, para buscar esta especie de *origen* del pensamiento de la naturaleza desde occidente, tomaremos como premisa la afirmación de Yuk Hui (2016), quien dice que la filosofía está condicionada por su origen, el cual es la mitología. En la Teogonía, Hesíodo comenta que en el principio estaba el Caos que se unió a Gea y procrearon a Urano [dios del cielo]. Este al unirse con su madre engendró múltiples seres que sepultó en los abismos; Gea decidió vengarse de Urano con la ayuda de Cronos, quien cortó los testículos de su padre, destronándolo. Cronos conocía su propia historia y devoró a cada uno de sus hijos para evitar que le sucediera lo mismo que a su padre. Rea [su esposa] ocultó a Zeus [su tercer hijo] hasta que ésta logró hacerle tragar una piedra para convertirlo en el hijo del tiempo o dios supremo.

Como comenta Eugenio Andrade (2011) en su libro *La Ontogenia del pensamiento evolutivo*, la cosmogonía se presenta como un universo caótico en el que no existía un principio general que rigiera, ya que los eventos eran manejados por los designios irracionales de los dioses. Por tal motivo, en esta epopeya surge la figura de Zeus, quien ordenó leyes para los animales y los hombres. El *logos* [la razón] emergió como un poder que buscaba dominar el mundo y regirlo. Para el autor se podría argumentar que los intentos por entender la naturaleza se orientaron a la búsqueda de una sustancia originaria [*arche*] que fuera el principio de todo lo que existe. Por ejemplo, los filósofos Jonios [Tales de Mileto, Anaximandro y Anaxímenes], quienes son considerados los precursores de la ciencia moderna; la escuela pitagórica, la cual planteaba que el número era la esencia del universo; Parménides de Elea, quien pensaba el ser como inmutable, único, estático, eterno e indivisible; Heráclito de Éfeso, quien propuso que la ley universal que permitía entender la naturaleza cambiante era el movimiento; Demócrito, quien formuló la teoría atómica de la materia, la cual se puede considerar uno de los presupuestos de la visión mecánica de la naturaleza.

Ahora bien, Andrade (2011) comenta que Platón ha sido considerado el filósofo con mayor influencia en la ciencia occidental. Este buscaba una ley o verdad absoluta de todo lo existente. Se basó en unir dos vertientes de pensamiento disímiles: por un lado, lo inmutable, invariante y eterno que nos recuerda a la concepción de Parménides, y por el otro, lo variable, lo que está en constante flujo, inspirado en Heráclito. Así, lo mutable subyace a una realidad eterna [mundo de las ideas] que se encuentra más allá del mundo sensible. Por una parte, la realidad eterna e inmutable está compuesta por formas, ideas inteligibles y arquetipos; por otra, la realidad sensible es perecedera dado que son copias imperfectas de las ideas absolutas. De esta manera, Platón propone que el estudio de

los seres vivos se debería enfocar en investigar las esencias o formas perfectas desde sus rasgos generales. Por esta razón, las matemáticas ocupan un lugar central para Platón, ya que captan la esencia de las formas y para él en los universales se encuentra la realidad.

Por su parte, Aristóteles demuestra que el estudio de estos rasgos generales e inmutables no puede explicar las causas del nacimiento y de los cambios de las cosas sensibles. Mientras que Platón propone un mundo de las ideas y un mundo sensible, Aristóteles propone que no existe una separación entre lo universal e inmutable y lo sensible; estos elementos están unidos en la sustancia de las cosas que se constituye de dos elementos: materia [*hyle*] y forma [*morphé*]; la primera tiene el potencial puro para que las formas se actualicen; es totalmente indeterminada, solo puede hablarse de ella desde su potencial para adquirir cualquier forma, y la segunda es el concepto universal. La forma no es separable de la materia y no puede tener su existencia de forma abstracta. De esta manera, Aristóteles pretende explicar el cambio de las formas individuales en la naturaleza.

De modo muy general, tales ideas son las que han hecho eco en todo el desarrollo de la ciencia moderna. Con estos filósofos podemos observar dos cuestiones: primero, la forma en que la cosmología griega tiene su principio en la idea de poner leyes y orden al universo caótico e irracional de los dioses, quienes representan la naturaleza, y segundo, la investigación de la esencia de las cosas [*arche*] en esta búsqueda de los principios que rigen el universo o naturaleza. La búsqueda en sí no es problemática sino más bien la relación del hombre occidental moderno con la naturaleza. Para hablar de esto pasaremos a desarrollar la relación técnica-naturaleza.

En ensayos como *La pregunta por la técnica*, Heidegger (2017) relaciona la técnica clásica con el desocultar, que está relacionado con la verdad, por ende, con la episteme [conocimiento justificado como verdad], lo que a su vez es observación, descripción y teoría. Afirma que el pensar de la técnica clásica no puede aplicarse a la técnica moderna. Desarrolla la idea de que una de las razones por las que la técnica clásica se diferencia de la técnica moderna es que esta se basa en las ciencias exactas. Existe una correlación entre la técnica y la física modernas, generando una codependencia de estas y podríamos afirmar que la ciencia moderna es en sí una técnica.

En el texto, el autor se pregunta si la técnica moderna también es un desocultar, afirmando que sí lo es, pero de una manera particular, ya que «es un provocar que pone en la naturaleza la exigencia de liberar energías, que en cuanto tal, pueden ser explotadas y acumuladas.» (Heidegger, 2017, p.62). Se podría decir que esta relación violenta con la naturaleza que le exige liberar sus energías para su explotación y acumulación no solo está presente en la técnica moderna, sino que viene desde los orígenes del pensamiento occidental y se puede ver reflejada en el mito de Prometeo que arrebató el fuego de los dioses.

Yuk Hui (2016) comenta que con Esquilo, Prometeo se comienza a considerar el padre de la técnica y maestro de todos los oficios. «En Esquilo Prometeo Encadenado, el Titán

declara que todos los *Technai* que los mortales tienen, vienen de Prometeo» (p. 14). Con este mito se puede observar el principio del que parte el pensamiento de la técnica occidental, pues el hecho de que Prometeo robara el fuego a los dioses representa la invención de la técnica moderna como un conflicto entre los seres humanos y la naturaleza que es representada por dioses.

En el libro *The Question Concerning Technology in China*, Yuk Hui (2016) plantea que existe el pensamiento erróneo de que la técnica es universal y propone que, así como existen diversas mitologías existen diferentes formas de pensar la técnica, lo cual llama cosmotécnicas. Afirma que no es correcto decir que actualmente no existe una cosmotécnica:

Es lo que Philippe Descola llama 'naturalismo', es decir, la antítesis entre cultura y naturaleza, que triunfó en Occidente en el siglo XVII. En esta cosmotécnica, el cosmos es visto como una reserva permanente explotable, según lo que Heidegger llama la imagen del mundo (Me/táz/d) (Hui, 2016, p.21)

La búsqueda de las leyes para gobernar el caos generado por los eventos manejados por los designios irracionales de los dioses, creo una cosmovisión del mundo occidental que repercutió en la forma en cómo veíamos la naturaleza y nos relacionábamos con ella. De esta manera se generó la problemática de la era geológica actual, que conocemos como Antropoceno, que describe el impacto global negativo de las actividades humanas sobre los ecosistemas de la tierra.

HACIA UNA PERSPECTIVA INFORMACIONAL DE LA NATURALEZA: DEL DEMONIO DE MAXWELL A LA EMERGENCIA DE LA IDEA DE ECOLOGÍA

La visión de la naturaleza y el estudio de sus leyes han hecho que las observaciones experimentales transformen la cosmología que se tenía del universo desde los griegos a un universo mecánico iniciado con Demócrito y continuado por Isaac Newton. A mediados del siglo XX comenzó el cambio a una visión de la naturaleza enfocada a sistemas de información de *inputs* y *outputs*; una visión de los organismos y modos de organización en términos de sistemas. En este desarrollo se plantea la termodinámica, las teorías de la comunicación, la genética, la teoría evolutiva y las teorías de la complejidad como desarrollos científicos que dan pie para pensar la naturaleza en términos de información y la transformación de la idea de la naturaleza a una de ecología.

Haremos un recorrido histórico de experimentos científicos que llevaron al concepto de los sistemas vivos como información, basándonos en la conferencia de Eugenio Andrade (2013) «De la metáfora del "demonio de Maxwell" al evolucionismo "cuántico"». Para comenzar, Laplace en principios del siglo XIX planteó un experimento mental que se denominó "demonio de Laplace", el cual dice que la información es la ausencia de incertidumbre para una mente infinita que pueda procesar todos los datos en un instante determinado. Imaginó una entidad misteriosa [demonio] que supiera dónde están todos los átomos del universo y cuáles son las leyes de su movimiento; una especie de computador que puede procesar dónde se encuentran los átomos y cómo se están

moviendo en determinado momento. Laplace, pensaba que el universo era estable y predecible.

A finales del siglo XIX, Ludwig Boltzmann plantea la segunda ley de la termodinámica que dice que el universo tiene una tendencia espontánea a un incremento de desorden molecular, de modo que la organización molecular o forma a niveles micro y macroscópico tiende a desaparecer; a esto se le llama el aumento de la entropía (fig. 1). Normalmente desde este enfoque la información corresponde al estado que tiene una forma definida.

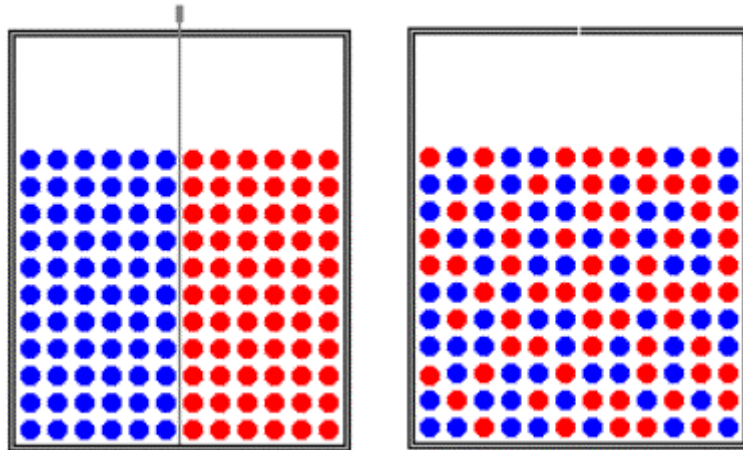


Fig. 1. Aumento de la entropía.

Andrade (2013) comenta que Maxwell, quien trabajó con Boltzmann, define que la entropía es la información desconocida, por ende, la información conocida es lo contrario a entropía. Desarrolla el problema de la entropía de una manera diferente: realiza un ejercicio mental denominado demonio de Maxwell (fig.2), en el que plantea que si hubiera una manera de captar la información de las partículas de un compartimiento cerrado y que una entidad [demonio] pudiera manejar la información para controlar el paso de las partículas y ordenarlas, la entropía sería contrarrestada. Esta sería transformada por la entidad en información, que en este caso sería cercana al registro de posición, y para realizar esta acción la entidad necesita invertir energía. Con Boltzmann y Maxwell podríamos afirmar que el inicio de la teoría de la información surge con la termodinámica del siglo XIX.

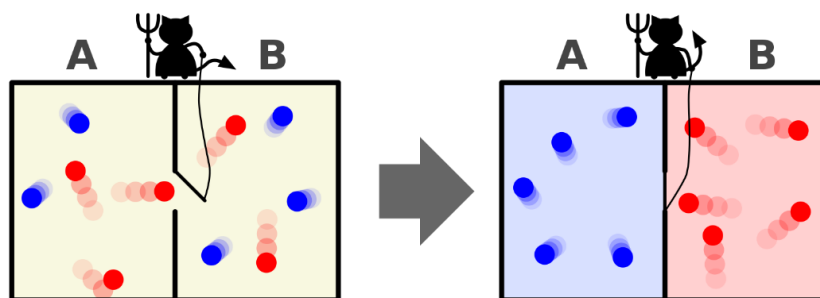


Fig. 2. El "demonio de Maxwell".

Ya a inicios del siglo XX, Szilard afirma que la información es igual a energía, por ende, a trabajo, y crea un experimento mental llamado el motor de Szilard (fig. 3). En este experimento se ve la relación trabajo-información: de la posición 1 a la 4 para tener una forma ordenada o almacenar un bit de información se necesitó hacer un trabajo sobre la molécula requiriendo energía. En la segunda parte del ciclo de la posición 5-8 se observa el ejercicio contrario: a partir de la información almacenada se logra hacer un trabajo u obtener energía; al realizar esta acción se pierde el bit de información.

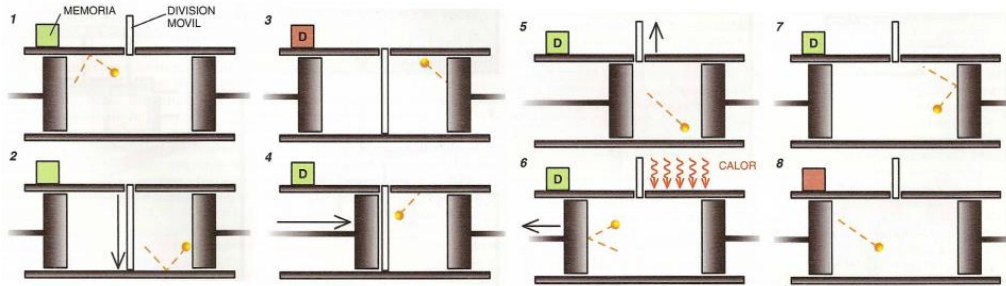


Fig. 3. Motor de Szilard.

Lord Kelvin (1874), en su artículo *Kinetic Theory of the Dissipation of Energy*, comenta que con Maxwell se abre la puerta para pensar si el ser vivo se puede explicar con la física. El ejercicio mental del demonio de Maxwell habla del libre albedrío, ya que al ordenar las partículas va en contra de la segunda ley de la termodinámica que dice que el universo tiende a la entropía; por este motivo, es una posible metáfora de un ser vivo que percibe su medio, como también almacena su energía y la convierte en trabajo. El Premio Nobel de Química de 1977, Ilya Prigogine, propone que el caos [entropía] puede desembocar a estructuras ordenadas lo que rompería con la segunda ley de la termodinámica. Propone que los sistemas disipativos pueden ser estables en estados que no representan la máxima entropía, ya que no son sistemas aislados y por lo tanto no rige la segunda ley de la termodinámica. Así, nos encontramos que los sistemas más comunes en el mundo real son abiertos, no aislados. Prigogine propone que en los sistemas complejos no lineales existen otros subsistemas que en ocasiones se combinan y amplifican dando lugar a bifurcaciones (fig. 4). Estos puntos de bifurcación en sistemas abiertos no solo son importantes para la física, sino que también se ven reflejados en la biología desde el siglo XIX con Darwin en su árbol filogenético (fig. 5).

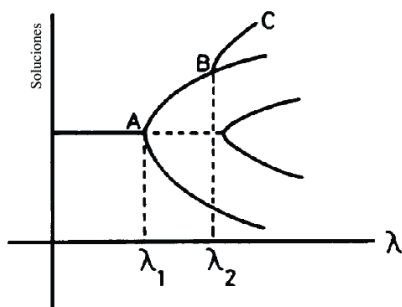


Fig. 4. Sistemas de Prigogine.

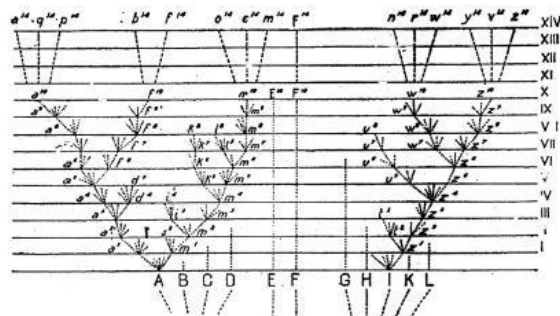


Fig. 5. Arbol Filogenético de Darwin.

En el artículo *Contexto, estado actual y replanteo del debate internalismo vs. externalismo en las teorías de la evolución biológica*, Eugenio Andrade (2015) comenta que en los setentas, con Prigogine, la teoría autoorganizativa de la vida¹ pudo ser introducida a las teorías de la evolución: por una parte, está el externalismo darwiniano con su selección natural, en la que los aspectos exteriores al organismo influyen sobre él, ya que hay una supervivencia de los rasgos de las entidades que mejor se adaptan a su medio. Por otra parte, está la revolución genética que decía que la forma está codificada en los genes; de esta manera, se podían explicar la autoorganización de los organismos como también los aspectos del medio ambiente sobre este y la función de los genes en el mismo.

Podemos afirmar que las elecciones individuales tanto de ajustes estructurales internos a diversos niveles, como de las acciones correspondientes que se proyectan al exterior, están a la base del proceso evolutivo, puesto que la sobrevivencia es el premio para los individuos que adoptan las estrategias adecuadas para utilizar el medio ambiente en su beneficio. (Andrade, 2015, p.59)

Cuando se habla de teorías de información la más promulgada es la de Shannon. Dirk Baeck (2017), en su artículo *Teorías sistémicas de la comunicación*, habla acerca de cómo este científico analizó la información desde las telecomunicaciones. Para transmitirla hay que codificarla en impulsos eléctricos y luego el receptor hace el ejercicio contrario. Al transmitir la información hay que realizar un proceso de codificación con el fin de que al llegar al receptor sea traducida. Este esquema se puede ver reflejado en los procesos genéticos de elaboración de proteínas en los que el ARN sirve como canal de transmisión de la información contenida en el ADN, la cual es traducida para producir proteínas.

Con este breve recorrido observamos cómo el concepto de información, la teoría de sistemas y las teorías de la complejidad fueron moldeando la idea de naturaleza y su funcionamiento. En el ensayo *Máquina y ecología*, Yuk Hui (2020) deja claro que la máquina moderna y la ecología son dos discursos que se encuentran dentro de un mismo principio, como también que existe una especie de muerte de la idea de la naturaleza que va a ser reemplazada por la idea de ecología. Y es precisamente el enfoque desarrollado anteriormente, centrado en la información y la teoría de sistemas, lo que hace que se desplacen los significados.

La idea mecánica de las máquinas ha quedado obsoleta al ser sobrepasada por la cibernética a mediados del siglo XX. Es parte de un paradigma más amplio, llamado organicismo, el cual critica la visión mecanicista y reduccionista del mundo que se tenía, viendo el universo y sus partes como un todo orgánico. Esta línea de pensamiento se desarrolla gracias a las investigaciones comentadas anteriormente en las que el universo y los seres vivos son vistos como sistemas disipados en los que los factores internos, la autoorganización, lo predeterminado del sistema, como también los factores externos a este, intervienen en su funcionamiento, construcción formal y desarrollo. De aquí que

¹ Teoría en la cual los organismos pasan de estados desordenados a ordenados y explica la coordinación y sincronización de todos los procesos del organismo de manera autónoma sin necesidad de una intervención externa.

los conceptos claves de la cibernética para Hui (2020) sean la información y la recursividad, para analizar los seres animados e inanimados en ámbitos como naturaleza y sociedad.

Ahora bien, la idea de ecología no es un concepto que está ligado a la naturaleza. La idea de ecología está basada en el estudio de las relaciones entre ser viviente y su medio. En estos procesos existe un intercambio de información, energía y materia, como también la conformación de una comunidad que incluye a los humanos, su medio y a otros no humanos. Como vimos anteriormente la idea de naturaleza, por conceptos de la ciencia mencionadas anteriormente, se ha desplazado hasta el punto de pensar a las entidades vivas como sistemas discretos que se autoorganizan, contienen su principio formal en la genética y se adaptan a su medio, generando un bucle de actividad entre medio interno y externo que transforma la energía en trabajo. Eugenio Andrade (2017) comenta que desde una interpretación ecológica de la segunda ley de la termodinámica el aumento de complejidad ayuda a aumentar el potencial evolutivo de la naturaleza.

De acuerdo con la interpretación ecológica de la segunda ley de la termodinámica (Jorgensen 1987), (Ho 1998), (Corning & Stephen 1998), (Kauffman 2000), (Ulanowicz 2009a,b) los incrementos de complejidad de los sistemas ecológicos se pagan con la transformación de los gradientes energéticos que favorecen la diversificación de los modos de almacenar energía aprovechable, que conllevan un incremento en la capacidad de sustentar nuevos tipos de interacciones que conducen a un aumento del potencial creativo y evolutivo de la naturaleza. (p.75)

Hui (2020), para proponer su tesis acerca del fin de la naturaleza y la aparición de la ecología, usa una frase de McLuhan, en una entrevista de 1974:

"el Sputnik creó un nuevo medioambiente para el planeta. Por primera vez el mundo natural está completamente encapsulado en una envoltura hecha por el hombre. A partir del momento en que la Tierra se introduce en este nuevo artefacto, la naturaleza llega a su fin y nace la ecología. "(Hui, 2020 p 116).

En este momento la tierra comienza a ser vista como un artefacto y la humanidad en general comienza a ver al planeta como un sistema más entre otros sistemas planetarios. Según el autor "la Tierra debe ser considerada como un sistema cibernético monitoreado y gobernado por el conjunto de las máquinas en la tierra y en el espacio exterior" (p 117). Esto conlleva a la desaparición de la tierra, puesto que es absorbida por el pensamiento recursivo de la cibernética, planteando una hibridación del medio ambiente natural y las máquinas, cuya conceptualización conduce al fin de la naturaleza y al comienzo de la ecología. Por fuera del uso estricto en el ámbito de la biología, la ecología no es un concepto de naturaleza, sino un concepto de la cibernética que está centrada en la termodinámica, teoría de sistemas y teoría de la complejidad, las cuales desarrollan la idea de información como concepto central.

DE LA NATURALEZA COMO INFORMACIÓN A LA SEMIOSIS DE LOS SISTEMAS VIVOS: LAS COSMOLOGÍAS AMERINDIAS COMO UN REFLEJO DEL NUEVO PARADIGMA.

Anteriormente se explicó que la información podría pensarse como un concepto universal, el cual abarca desde los fenómenos macroscópicos del universo hasta la vida

misma desde diferentes perspectivas. Si la idea de naturaleza se ha transformado para pensarse en términos de ecología, su característica básica es la información. El enfoque en la ecología y el intercambio de energía e información entre sistemas da pie para reflexionar la vida mediante una teoría de la información centrada en los procesos de comunicación. Con esta perspectiva emerge la biosemiótica que ve la evolución de la vida y la evolución de los sistemas semióticos como dos aspectos de un mismo proceso. Hay quienes afirman que lo que distingue la vida de otras formas inanimadas es que las primeras pueden generar sus propios niveles de semiosis, ya que existe un intercambio de mensajes desde la información del ADN para la creación de proteínas, hasta las respuestas hormonales generadas por interpretaciones del medioambiente.

La primera vez que aparece el término zoosemiótica, que desembocaría en biosemiosis, es con Sebeok en los años setenta. Castro (2009) comenta que este hecho se dio gracias a los avances teóricos de Uexküll. La estructura semiótica mínima, según Sebeok, parte de la relación triádica del signo [signo, objeto e interprete]. Según la formulación de Peirce, esta triada implica pensar en relaciones complejas. Por ejemplo, un intérprete de un signo puede ser signo en otra cadena de significantes; en los sistemas de signos, se puede hablar de código en cuanto a reglas correlacionales entre el sistema codificante y sistema codificado. Por lo que Castro (2009) afirma que los sistemas de la vida son dependientes o independientes gracias al código.

Por otro lado, la exposición triádica de Peirce concuerda con las ideas de Jakob von Uexküll. El organismo y el Umwelt mantienen una relación de referencia mutua y recíproca; algo posible sobre la condición de posibilidad de sentido que funciona como el tercer elemento – el código – necesario para la semiosis. La vida es una forma integrada de organización en la que se da un intercambio entre sistemas de energía que se mantienen simultáneamente dependientes e independientes gracias al código.” (p.29)

En el artículo *Biosemiótica: hacia una teoría general de los signos de la naturaleza humana y no humana*, Romero (2020) muestra como los signos y su significado existen en todos los sistemas vivos y de qué manera la biosemiótica es novedosa en la forma cómo se interpretan las señales de la naturaleza humana y no humana. Sus principales escuelas siguen dos postulados que se encuentran en la teoría unificada: «El primero de ellos reconoce que la vida y la semiosis son coextensivas y equivalentes, y el segundo que las señales, significados y códigos (S) se refieren a agentes naturales (D)» (Castro, 2020, p.796). El autor afirma que estos postulados se dan gracias a la noción de información. Con esta perspectiva el desarrollo de la vida puede verse como un proceso continuo que va desde el desarrollo de una célula, pasando por organismos, animales complejos, hasta la comunicación no lingüística entre organismos vivos.

Con el enfoque de la biosemiótica se abre la posibilidad de algunas preguntas: ¿si se habla de que la vida tiene procesos semióticos, se podría pensar en la comunicación entre la diversidad de ecologías humanas y no humanas? Por ende, ¿existiría la posibilidad de una especie de cultura entre todos los organismos vivos? ¿Sería posible realizar una comunicación inter y trans específica? Estas cuestiones permitirían reflexionar acerca de la relación naturaleza-cultura y la necesidad de cambiarla a un

enfoque más cercano a las teorías de la vida desarrolladas actualmente en una ontología totalmente opuesta a la occidental. A grandes rasgos nos podríamos enfocar hacia el giro ontológico desarrollado en la antropología por Descola y Viveiros de Castro, quienes plantean que en el enfoque occidental se habla de multiculturalismo, pues existe una sola naturaleza y a partir de esta se desarrollan las diferentes culturas, en contraposición a otras cosmologías como la amerindia, en las que se piensa en términos de multinaturalismo; el cual cree que existe una sola cultura o unidad espiritual y a partir de ella se generan diversos cuerpos o naturalezas. De tal forma que los amerindios proponen que todos los seres vivos tienen almas semejantes.

Viveiros (2010) desarrolla el perspectivismo amerindio, el cual parte del multinaturalismo. Si todas las entidades vivas comparten una cultura, estas pueden tener una perspectiva del mundo que es diferenciada entre las especies por sus distintas naturalezas o cuerpos. El perspectivismo amerindio está relacionado con dos características en la Amazonía: el valor simbólico de la caza y la importancia del chamanismo. Este es la habilidad de algunos individuos para sobrepasar las barreras corporales entre las especies y poder adoptar la perspectiva de subjetividades específicas, con el objetivo de dirigir las relaciones entre las especies y los humanos. Los chamanes son capaces de tomar el rol de participantes activos en el diálogo inter y trans-especie y volver del viaje para poder contarlo. Para Viveiros (2004) el chamanismo «tiene mucho de arte política, es decir, de diplomacia. Si el "multiculturalismo" occidental es el relativismo como política pública, el perspectivismo chamánico amerindio es el multinaturalismo como política cósmica» (p.43).

Así, Viveiros (2010) define al chamanismo como un arte político, aludiendo a las teorías de Alfred Gell, quien plantea la teoría del arte antropológico como una *abducción de la agencia*. La abducción es un razonamiento lógico; es la creación de hipótesis novedosas sin una premisa ni una línea causal que se asemeja a la adivinación, dado que no sigue un razonamiento inductivo o deductivo. La agencia se toma como el ente que en potencia puede actuar en el mundo. En la acción chamánica de interlocución con otros seres, ya sean plantas, espíritus o animales, el chamán llega a una verdad o conocimiento mediante el llamamiento de esta agencia, partiendo de una lógica abductiva, cuestión que se contrapone a lo occidental, ya que el conocimiento debe reducir cualquier acción a una cadena causal de acontecimientos. Desde la lógica occidental los sujetos, ya sean animales, plantas o artefactos, son objetos que no están suficientemente analizados. Partiendo de la lógica amerindia el objeto es un sujeto que no está suficientemente personificado; aquí es necesario personificar para saber o conocer.

RIZOSFERA FM DE GABRIELA MUNGUÍA

Gabriela Munguia es docente, investigadora y artista. Sus indagaciones la han llevado a cruces entre ciencia, arte y tecnología. Estudia la naturaleza y sus relaciones entre la vida y el medio ambiente. Sus obras pasan por diversos medios desde instalaciones, performance, video, objetos sonoros, lumínicos y mecánicos. La artista denomina a Rizosfera Fm como «un laboratorio de experimentación y exploración sobre posibles diálogos

interespecies». Es una instalación que se apropia de la radio como medio masivo de comunicación con una perspectiva que ve la técnica como una extensión del ser humano y podría extenderse a los no humanos. La artista pretende apropiarse y resignificar los medios de comunicación, por medio de la analogía de la red y las formas de relación de simbiosis que se genera en la rizosfera. En el suelo existen diversos microorganismos que interactúan con las plantas de diferentes formas. La mayoría de concentración de estos seres en la tierra se encuentra en la rizosfera que es la zona del suelo más cerca de las raíces de la planta. Es aquí donde se generan vínculos planta-microorganismo en los que existen una relación de sinergia e intercambio de nutrientes.

Así, la instalación busca hibridar los sistemas de comunicación, frecuencias sutiles y las señales que portan informaciones pertenecientes a los microbios y las raíces de la planta que se ubican en la rizosfera. Para este ensamble son importantes los flujos energéticos que se ubican en la rizosfera. Para este ensamble son importantes los flujos energéticos que se generan en todos los sistemas conectados. La instalación (fig.6) es una conexión de redes entre circuitos electrónicos, luces y plantas que están conectadas con diversos radios que reciben señales tomadas a partir de la medición de la humedad y la actividad eléctrica de los suelos; las mediciones se transformaron en señales de audio que fueron reproducidas vía radiofrecuencia en la sala. Este ejercicio de *traducción* busca crear una transformación de las señales emitidas por las raíces, los microorganismos, las plantas y otros agentes del suelo en sonido.

En la obra podemos ver reflejada la concepción informacional de la vida, porque los sistemas simbióticos de las raíces, el suelo y los microorganismos de la rizosfera, generan un ecosistema en el que se intercambia energía e información. Este ecosistema se pretende hibridar con los sistemas electrónicos, luces y biotransmisores de radio, proponiendo un ejercicio de comunicación interespecie por medio de intervenciones y modificaciones de diversos transmisores y sintonizadores de radio frecuencia. En la página del colectivo *Electrobiota*, la artista cuenta que: «los sonidos de las rizósferas fueron retransmitidos por canales locales de radio, los cuales podían ser sintonizados y escuchados en tiempo real, haciendo uso de radios comunes». Esta acción de hackear los sistemas de comunicación comunes en los humanos, señala que existe la posibilidad de generar nuevos lazos entre los no humanos, partiendo de la idea informacional de la naturaleza.



Fig. 6. Dirección: <https://www.gabrielamunguia.com/artes/rizosfera-fm/>

Ahora bien, hablar de la diferencia de semiosis y comunicación es complicado. De manera muy general se puede decir que la semiosis se centra en el signo y sus relaciones, mientras que la comunicación enfatiza en la agencia y los procesos. Lo cierto es que, como dice Vidales (2021), es posible que haya sistemas de significación sin sistemas de comunicación, pero no en sentido inverso. De esta manera, la semiótica se divide en dos vertientes: semiótica de la comunicación y semiótica de la significación. El autor comenta que el estudio semiótico de los sistemas vivos puede extenderse al ámbito comunicativo; sin embargo, los estudios semióticos han avanzado mientras que no se ha dado lo mismo con la comunicación.

Al extender el ámbito semiótico a los sistemas vivos en general se expande también el ámbito comunicativo, mientras la reflexión sobre la semiótica se ha desarrollado de manera sistemática y a profundidad en el campo de la semiótica a partir de las propuestas de la biosemiótica y la cibersemiótica, lo cierto es que no ha sucedido lo mismo con la comunicación en su campo disciplinar. La deuda pendiente en el campo sigue siendo una reflexión sistemática y mucho más profunda de las condiciones mínimas necesarias para la emergencia del fenómeno comunicativo en el mundo (p.26)

Vidales (2021) ve la importancia del ámbito de la investigación semiótica como un proceso emergente, en el sentido de que la combinación de niveles inferiores de significación puede generar un nivel más complejo. Así, podríamos afirmar que para que se den desarrollos de significaciones “complejas” es necesario un proceso que requeriría un tiempo considerable de interacción entre sistemas para que pueda emerger una especie de comunicación inter y transespecie entre humanos, plantas, microorganismos, sistemas técnicos y ser humano; sin contar que los sistemas deberían tener una clase recursividad que haga que estén en constante retroalimentación.

Lo interesante de las investigaciones estéticas del arte contemporáneo es que no es necesario seguir una lógica racional para dejar entrever posibilidades de mundo y posibles realidades futuras significativamente diferentes. De manera de que el laboratorio experimental Rizosfera Fm habla de una posibilidad para pensar en la comunicación inter y transespecie. Con esta perspectiva vemos un componente político al plantear una visión de la naturaleza fuera del naturalismo que es la visión occidental, en la cual, como ya se habló anteriormente, existe una relación violenta entre técnica y naturaleza.

En este sentido podemos acercarnos al planteamiento de la obra a las cosmologías amerindias desde el chamanismo, puesto que aquí la artista es el agente que posibilita la comunicación inter y transespecie. Como se explicó anteriormente, Viveiros (2010) define al chamanismo como un arte político, aludiendo a la *abducción de la agencia*. La abducción en la obra de Munguía se puede interpretar como la traducción de las señales de la rizosfera; ejercicio que veremos de forma similar en Voces ocultas del Valle del Lecrín, ya que este agente [simbiosis de la rizosfera] es personificado por el sonido que se transmite por medio de las ondas de radio. Al estar la obra en la esfera del arte contemporáneo, ser expuesta y difundida, se le da una capacidad de agencia en el

sentido de que puede influir en la realidad humana, ya sea como idea, experimentación o simplemente experiencia estética.

De esta manera, aunque en un sentido estricto la obra no genere comunicación inter o transespecie, se puede decir que abre una vía para pensar posibles alternativas de comunicación, señalando la transformación de la idea de naturaleza a una de ecología; la cual puede ser hibridada con los sistemas técnicos y otras formas de usar la técnica más allá de obligar a la naturaleza a entregar sus fuerzas para ser explotadas. La potencia del arte no está en la realización de experimentos que demuestren una solución inductiva o deductiva a problemas de la realidad para poder usar estos conocimientos con fines monetarios. Sino que más bien, la experimentación en artes sirve para ser agente de cambios en la cultura y, por consiguiente, de las visiones de mundo, lo que lleva también a un cambio en la relación del hombre con su entorno.

VOCES OCULTAS DEL VALLE DEL LECRÍN

Esta obra fue realizada en la Residencia José Guerrero en Granada, España. Es un proyecto de acercamiento científico con una mirada informacional en el Valle del Lecrín. Se recolectaron datos de temperatura, humedad y flujo de afluentes por medio de un ESP32 que enviaba los datos de los sensores a una base de datos en Google; también se realizaron grabaciones de los sonidos (fig.7) de este Valle para construir una base de datos y un archivo de sonidos.

Con esta recopilación de datos y sonidos se realizó una intervención sonora en la iglesia de Lecrín y una pieza escultórica vibracional. La intervención en vivo (fig.8), a modo de paisaje sonoro y visual, fue creada con *Live Coding*, usando la transformación de la base de datos en sonidos y los sonidos grabados del Valle del Lecrín. La intervención se realizó con los lenguajes de programación *Tydal Cycles*, para lo sonoro, e *Hydra*, para los visuales que interactuaban con los sonidos reproducidos. Por otra parte, la pieza escultórica (fig.9) consistía en un nido construido con ramas de limón secas y en su centro se encontraba un pequeño poso de agua. Allí se reproducían los audios tomados del Valle como también la base de datos transformada a longitudes de onda bajas, las cuales tenían efectos vibracionales en el agua.



Fig. 7. Grabación de sonidos en el Valle de Lecrín

Se puede decir que por el enfoque en lo sistémico y la información en lo contemporáneo, nuestra percepción está en cierta forma mediada por la tecnología. A través de los algoritmos y por medio de dispositivos técnicos con los que convivimos a diario estamos interpretando nuestro mundo. Teniendo en cuenta lo planteado por Yuk Hui (2020), quien dice que la tierra es un sistema cibernético que está conectado a diversos objetos técnicos en los que se puede crear una hibridación entre sistemas vivos y sistemas técnicos, observamos las ecologías emergentes [bots y algoritmos, afluentes, volcanes, animales, plantas, etc.] y vemos que cada vez más existe la posibilidad de agencia de los no humanos [en términos de Latour]. De esta manera, la interpretación por medio de bases de datos y la reproducción de los sonidos del Valle de Lecrín es un ejercicio similar a Rizosfera FM, puesto que busca dar agencia a diversas entidades vivientes, lo que se puede pensar desde las cosmologías amerindias como se mencionó anteriormente.



Fig. 8. Iglesia de Lecrín intervención en vivo.

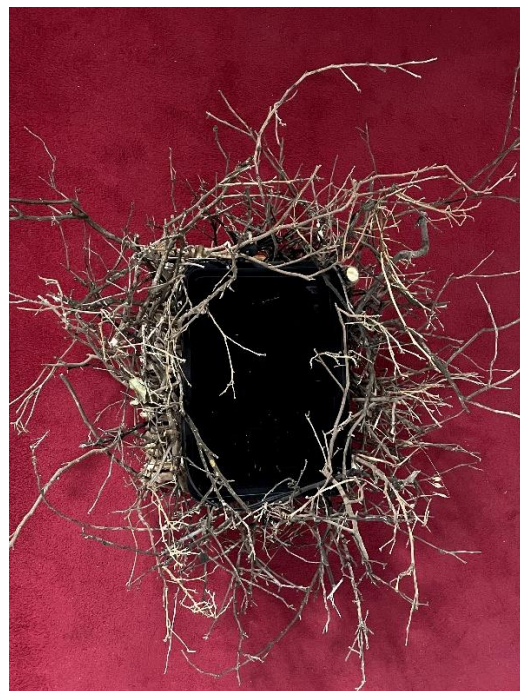


Fig. 9. Pieza escultórica para la intervención.

Podemos deducir que la obra se inscribe dentro de la corriente romanticista con una mirada contemporánea, la cual es aliada con el perspectivismo amerindio. El romanticismo busca ser una reacción o posición antagónica frente a muchas de las ideas y creencias de la modernidad que se gestaron más o menos entre 1800 y 1850 con el discurso moderno racional, cuyo principio es la cosmología griega. Esta pieza es un reflejo del devenir de los cambios de la idea de naturaleza a una de ecología, gracias a una perspectiva informacional de la misma, y también un guiño para plantear la cosmología amerindia como posible estructura de fondo para reflexionar nuestra relación con todo lo viviente.

Se decidió enfocar el resultado de la investigación en la residencia artística en lo sonoro y musical, ya que juega un papel importante dentro de las indagaciones de Uexküll y

Baer, quienes plantean una conexión metafórica entre los procesos de desarrollo de los organismos y la música.

Uexküll fundamenta sus explicaciones científicas con dos tipos de metáforas: una sería constructivista materialista para conceptos de desarrollo autoorganizativo y su estabilidad estructural; la otra metáfora es musical en lo que sería el desarrollo armónico de la morfogénesis y del funcionamiento de los círculos funcionales (Castro, Oscar 2009, p. 108)

El enfoque de Uexküll está centrado en una mirada sistémica e informacional de los seres vivos. La morfogénesis es el proceso biológico que hace que un organismo, célula o tejido desarrolle su forma y el círculo funcional es la dinámica entre organismo-ambiente, en la que existen procesos de simbiosis como el que hablamos de las raíces con los microorganismos en la rizosfera. Es así como se habla de que las formas en que se genera la dinámica entre lo interno [autoorganización y genes] y lo externo [medio en el que se desarrolla] de los sistemas vivos se asemeja a una composición que se puede apreciar en su totalidad, pero está compuesta de diversidad de sonidos o agentes que están ensamblados armónicamente.

Así pues, en la intervención en la iglesia de Lecrín se intenta ensamblar con lo sonoro diversos agentes en los ecosistemas del Valle del Lecrín. Los componentes internos son personificados por la transformación de la base de datos en sonido y los externos por medio de los sonidos grabados en el Valle. Como es una intervención en vivo con *Live Coding* los algoritmos son los que codifican y decodifican en sonido la información generada por estos sistemas naturales. El artista aquí cumpliría una especie de función de chamán en el sentido de que le da orden a los sonidos y es el interlocutor que interpreta las señales provenientes de los datos tomados del Valle, pretendiendo su personificación. En esta pieza se puede observar la “abducción del agente”, que comenta Viveiros de Castro, porque los sonidos personifican a los sistemas del Valle a modo de abducción en su ejercicio de interlocución. Existe un agenciamiento, por lo que esta intervención adquiere la capacidad de actuar en el mundo como traductora y mediadora entre los sistemas naturales y humanos, por medio de un objeto técnico que toma las vibraciones convirtiéndolas en melodías y ruido audible, para el público a través de la instalación en vivo y el objeto vibracional escultórico.

Se podría decir que en cierta forma los datos que son tomados de los sistemas naturales son interpretados sin buscar líneas causales como en las ciencias [la no causalidad se puede relacionar con la abducción]; estos son transformados, intentando buscar correlación entre ellos, lo cual se puede relacionar con la interpretación del Big Data en la actualidad. Como comenta Schönberger y Cukier (2013) en *Big Data. La revolución de los datos masivos*, la idea de una preponderancia de la correlación por encima de una causalidad lógica es un campo emergente en el uso del Big Data; con los datos masivos, no es necesario concentrarse en la causalidad, sino que se pueden descubrir pautas y correlaciones en los datos que ofrezcan perspectivas nuevas. Es posible que las correlaciones no digan el porqué de las cosas, pero dicen el qué de las cosas. Por decir un ejemplo: si existe una base de datos de miles de millones de estudios médicos que

dice que el noventa por ciento de los enfermos con leucemia superaron la enfermedad, tomando aspirina y jugo de limón, la razón por la que la gente que toma esto se cura no es tan importante como el hecho de que superan la enfermedad y que puede existir una correlación para ser estudiada.



Fig. 10. Circuito de ESP32 con sensores de temperatura, presión y flujo de agua.

En la obra la acción de datificar se refiere a recopilar información sobre el Valle del Lecrín para transformarla en un formato de datos. En este caso un sistema de sensores conectados al ESP 32 (fig.10) transforman las señales de los sistemas naturales en números. Estos son convertidos en sonidos para la escultura sonora y la intervención en vivo. En el primer caso, los datos son transformados en sonidos que estén en el rango de 100-350 Hz, pues en las longitudes de ondas bajas se puede observar la vibración del agua creando diversos patrones. En el segundo caso, los datos son transformados en sonidos diseñados con *Super Collaider*, los cuales son mezcla de ruido y sonidos del Valle. En unos casos la mezcla se hacía con ruido rosado que aumenta la sensación de bienestar; en otros con ruido marrón que ayuda a la concentración; en otros con ruido negro que causa ansiedad, pretendiendo crear una relación entre la base de datos transformada en sonido que representa la constitución interna de los sistemas naturales, con la sensación provocada en el escucha. Los sonidos grabados en el Valle del Lecrín representaban lo externo a los ecosistemas; dentro de estas grabaciones se encuentra el sonido de los aviones anfibios que pasaban por el embalse de Béznar con el fin de recoger agua para sofocar el incendio ocurrido en los Guájares y que se extendía por el Valle.

CONCLUSIONES

En el desarrollo del artículo pudimos ver cómo la cosmología es un componente vital para el desarrollo del pensamiento, por ende, para los principios en los cuales se fundó la ciencia. La cosmología griega hizo que los filósofos buscaran el principio de la naturaleza desde sus leyes para poder gobernarla como hacia Zeus; entre estas leyes veíamos cómo la esencia de las cosas se encontraba en: leyes basadas en lo inmutable,

leyes basadas en el movimiento, otras en una mezcla de ambas, como en Platón, o basadas en la forma como sustancia, como lo entendía Aristóteles.

Además, desde el mito de Prometeo vemos que el robo del fuego a los dioses representa una relación violenta entre naturaleza y técnica, de la cual habla Heidegger, quien define la técnica moderna como un ocultar provocante que obliga a la naturaleza a entregar sus fuerzas para ser explotadas. Este pensamiento nos ha llevado a la era geológica en la que el hombre influye negativamente sobre el medioambiente [Antropoceno].

Ya a principios del siglo XIX con la termodinámica, Laplace, Boltzmann y Maxwell realizan experimentos mentales que encuentran relaciones entre la energía, el trabajo, la organización molecular, la información y la entropía. Con el demonio de Maxwell se abre una puerta para pensar si los seres vivos se pueden analizar bajo estos términos. Con el descubrimiento de los sistemas discretos, que no tienden a su máxima entropía y tienden a bifurcarse en subsistemas, se ven relaciones entre los sistemas físicos y los naturales, concretamente entre las teorías de Prigogine y la teoría de la evolución de Darwin [su árbol filogenético]. Estas relaciones también se ven entre las teorías de la información, centradas en las telecomunicaciones, y la genética. Es este enfoque sistémico e informacional lo que retoma Yuk Hui (2020) para afirmar que la idea de naturaleza ha sido desplazada por una de ecología, planteando que esta y la máquina son parte del concepto de cibernética.

Ahora bien, el enfoque informacional de la vida da pie para reflexionar sobre los procesos de semiosis a todos los niveles: dinámicas internas desde genes, proteínas, células, órganos y seres vivos complejos, hasta sus dinámicas externas como adaptación, influencia en su medio ambiente y organización social. Con esta perspectiva nace la biosemiótica en los setentas con Sebeok, gracias a los avances teóricos de Uexküll, partiendo de la unidad mínima de semiosis propuesta por Pierce para demostrar cómo los signos y su significado están en todos los sistemas vivos, y así buscar interpretar todas las señales de la naturaleza humana y no humana. Es precisamente por esto que se propone las cosmologías amerindias como un reflejo de esta nueva visión de la naturaleza, en la cual existen procesos de semiosis inter y trans-especie.

Con Rizoma Fm vemos una instalación que busca la hibridación de los sistemas de comunicación, sistemas electrónicos, frecuencias sutiles y las señales que contienen informaciones pertenecientes a los microbios y las raíces de la planta que se ubican en la rizosfera. Así se puede observar la teoría informacional de la naturaleza y plantear una metáfora que aborda el problema de la comunicación, para mostrar posibles gestos estéticos que aluden a la comunicación inter y transespecie. En Voces Ocultas del Valle del Lecrín observamos un enfoque sonoro que busca una conexión metafórica entre los procesos de desarrollo de los sistemas vivos del Valle, el ruido y la música. La obra crea un ambiente en vivo en el que el artista cumple la función de chamán, por medio de objetos técnicos, los cuales personifican los sistemas naturales a través de las bases de datos que son transformadas en sonido.

Como hemos visto la concepción de la naturaleza con un enfoque informacional se podría interpretar desde las cosmologías amerindias, buscando pensar más allá de la cultura occidental que quiere extraer las fuerzas naturales para su explotación. Partiendo de la idea de la naturaleza como información, algunas obras artísticas pretenden hibridar ecosistemas tanto naturales como técnicos, para buscar una simbiosis entre técnica y naturaleza como un posible escape del Antropoceno. Los ejercicios estéticos del arte contemporáneo no plantean una solución racional, sino que buscan vislumbrar posibles futuros, en los cuales podamos trascender problemáticas actuales por medio de diversos escenarios posibles. Es probable que mientras el capital se preocupe por sacar rentabilidad de la inteligencia artificial enfocada a la interacción con humanos, no nos acerquemos a este futuro simbiótico entre máquinas informacionales, sistemas naturales y diversos reinos de la naturaleza. El arte da un paso a través de la estética para señalar la necesidad actual de simbiosis entre todo lo existente, de la cual nos enseñan las cosmologías amerindias.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, Eugenio: «Contexto, estado actual y replanteo del debate internalismo vs. externalismo en las teorías de la evolución biológica». *Revista Colombiana De Filosofía De La Ciencia*, (2016), P.39-79.
- ANDRADE, Eugenio: « De la metáfora del "demonio de Maxwell" al evolucionismo "cuántico" ». Catedra de Sede José Celestino Mutis, Universidad Nacional de Colombia, 2013. (Disponible en línea: http://www.catedras-bogota.unal.edu.co/web/mutis/2013-1/mutis_2013_1/js/MAXWELL'S%20DEMON%20%202013-03-13-1.pdf)
- ANDRADE, Eugenio: «La filosofía de la naturaleza de Charles S. Peirce en la ciencia y la filosofía contemporáneas». *Revista Scripta Philosophiæ Naturalis*, 11 (2017), p. 54-94
- ANDRADE, Eugenio: *Los demonios de Darwin: Semiótica y termodinámica de la evolución biológica*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia Departamento de Biología, 2003.
- ANDRADE, Eugenio. «Mecánica estadística, neodarwinismo y la prefiguración de las ciencias de la complejidad». *Revista Acta Biológica Colombiana*, 14 (2009), p.169–186.(Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/10681>)
- ANDRADE Eugenio. *La Ontogenia del Pensamiento Evolutivo*. Bogotá: Editorial Obra Selecta Universidad Nacional de Colombia, 2009.
- BALDI, Vania. «La Datificación del Mundo: Big Data y Cultura». Conferencia: Comunicación Transdisciplinaria en la Convergencia de los Medios At. Xochimilco, 2014. Xochimilco: Universidad Autooma Metropolitana.
- LATOURETTE, Bruno. *Nunca Fuimos Modernos, Ensayo de antropología simétrica*. Argentina: Editorial Siglo XXI editores Argentina, 2007, cap 1.
- CONILL, Sancho. «Naturaleza humana en perspectiva Biohermenéutica». *Revista De Investigación E Información Filosófica*, 71(2015), p. 1249-1260.
- DUQUE, S Mirada. «De la gestión moderna desde la teoría del caos y la transdisciplina». *Revista Universidad & Empresa de la Universidad del Rosario*, vol. 19, 33 (2017), p.137-161
- DUSSEL, Enrique. *Introducción a la Filosofía de la Liberación*. Bogotá: Editorial Nueva América, 1979.
- DUSSEL, Enrique. *El encubrimiento del otro. Hacia el origen del "Mito de la Modernidad"*, La Paz: Editorial Plural Ediciones, 1994.

- CASTRO, Óscar. «Jakob von Uexküll. El concepto de Umwelt y el origen de la Biosemiótica». Tesis doctoral Universitat Autònoma de Barcelona (2009) (Disponible en línea: https://www.academia.edu/394559/Jakob_von_Uexk%C3%BCll_El_concepto_de_Umwelt_y_el_origen_de_la_biosemiotica_M_Phil_Thesis_DEA_)
- GONZÁLEZ Varela. «Antropología y el estudio de las ontologías a principios del siglo XXI: sus problemáticas y desafíos para el análisis de la cultura. Revista Estudio sobre las culturas contemporáneas, vol. 21, 42(2015), p.39–64.
- GUSTAVO A. Chirolla. «Bifurcaciones del Concepto en filosofía». Revista Universitas Philosophica, 21(1993), p. 59-71.
- HEIDEGGER, M. «La pregunta por la técnica». Revista De Filosofía Universidad de Chile. Volumen 5, 1(2017), p.55–79. (Disponible en línea <https://revistafilosofia.uchile.cl/index.php/RDF/article/view/45002>)
- HUI, Yuk. Fragmentar el futuro. Argentina: Caja negra Editora, 2020.
- HUI, Yuk. THE QUESTION CONCERNING TECHNOLOGY IN CHINA: an essay in Cosmotronics. Inglaterra: Editorial Urbanomic Mono, 2016.
- HUI, Yuk. «Machine and Ecology». Revista Theoretical Humanities, vol. 25, 4(2020), p. 54-66.
- HUI, Yuk. & Lemmens, Pieter. Cosmotronics: For a renewed concept of technology in the anthropocene. Inglaterra: Editorial Routledge, 2021.
- HUI, Yuk. Art and Cosmotronics. Minnesota: Editorial University of Minnesota Press.2021.
- MUNGUÍA, Gabriela. Colectivo Electrobiota, Rizosfera Fm. Publicación web (2016). (Disponible en: <https://colectivoelectrobiota.wordpress.com/proyectos/rizosfera-fm/>)
- SERRANO, Manuel. «La Teoría de la Comunicación, la vida y la sociedad». Revista Brasileira de Ciências da Comunicação, 32(2009), p.245-257.
- VERDEJO, Miguel. «Dos contribuciones sobre la estabilidad y el determinismo de los sistemas». Revista Límite, Universidad de Estrasburgo, 10(2003).
- VIDALES, Carlos. «La relación entre la semiótica y los estudios de la comunicación: un diálogo por construir». Revista Comunicación y sociedad Guadalajara, 11(2009)
- VIDALES, Carlos. «La comunicación, la semiosis y los sistemas vivos». Revista Comunicación y sociedad Guadalajara, 18(2021).
- VIVEIROS, Eduardo, & Hui, Yuk. «For a strategic primitivism a dialogue between Eduardo Viveiros de Castro and Yuk Hui». Revista Philosophy Today, vol.65, 2(2021), p.391–400.
- VIVEIROS, Eduardo. «Perspectivismo y Multinaturalismo en la America Indígena». En: Tierra Adentro: Territorio indígena y percepción del entorno. Lima: Editorial Alejandro Parellada, 2004, p.37-80.
- YEREGUI, Mariela. «Prácticas co-creativas. Decolonizar la naturaleza». Revista Artelogie. 11 (2017).

IMÁGENES

- FIG. 1. Aumento de entropía en un sistema. Procedencia de la imagen, Blog Átomos y Bits. Autor: Sheldon 2009. Dirección: <https://atomosybits.com/la-entropia-del-bienestar/>
- FIG. 2. Procedencia de la imagen Wikipedia, Autor: desconocido. Dirección: https://es.wikipedia.org/wiki/Demonio_de_Maxwell
- FIG. 3. Procedencia de la imagen, Blog: La Ciencia de la Mula Francis .Autor: Francisco Villa Toro. Dirección: <https://francis.naukas.com/2014/09/12/crean-un-diablo-de-maxwell-con-un-solo-electron/>

FIG. 4. Procedencia de la imagen, red social para investigadores ResearchGate. Autor: Diogenes Campos. Dirección: https://www.researchgate.net/figure/Figura-815-Bifurcaciones-sucesivas-en-sistemas-abiertos-Eschema-adaptado-de-la_fig33_263445303

FIG. 5. Procedencia de la imagen, Archivo online de la revista de la Universidad Nacional. Autor: Eugenio Andrade. Dirección: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/10681/21244>

FIG. 6. Procedencia de la imagen, Blog del colectivo artístico Electrobiota, Autor: Gabriela Munguía. Dirección: <https://www.gabrielamunguia.com/artes/rizosfera-fm/>

FIG. 7. Grabación sonidos en el Valle del Lecrín. Foto del autor.

FIG. 8. Iglesia de Lecrín en intervención en vivo. Foto del autor.

FIG. 9. Pieza escultórica realizada para la intervención. Foto del autor.

FIG. 10. Circuito de ESP32 con sensores de temperatura, presión y flujo de agua. Foto del autor.

