

CONVENCIONES
DE LA
FERRARIA
FAMILIAR

2

Heinz von Foerster
**LAS SEMILLAS DE LA
CIBERNÉTICA**

Obras escogidas

Edición de Marcelo Pakman
Presentación de Carlos Suzuki

gedisa



LAS SEMILLAS DE LA CIBERNETICA

Obras escogidas

de

Heinz von Foerster

Edición de Marcelo Pakman

Presentación de Carlos Sluzki

Editorial Gedisa ofrece
los siguientes títulos sobre

TERAPIA FAMILIAR

pertenecientes a sus diferentes colecciones y series
(Grupo "Psicología")

- | | |
|--|---|
| HEINZ VON FOERSTER | <i>Las semillas de la cibernética</i> |
| J. ELIZUR Y S. MINUCHIN | <i>La locura y las instituciones</i> |
| E. IMBER-BLACK,
J. ROBERTS Y
R. WHITING (comps.) | <i>Rituales terapéuticos
y ritos en la familia</i> |
| H. STIERLIN Y G. WEBER | <i>¿Qué hay detrás de la
puerta de la familia?</i> |
| MONY ELKAİM | <i>Si me amas, no me ames</i> |
| P. STEINGLASS,
L. A. BENNET Y OTROS | <i>La familia alcohólica</i> |
| MONY ELKAİM Y OTROS | <i>Las prácticas de la
terapia de red</i> |
| F. B. SIMON, H. STIERLIN
Y L. C. WYNNE | <i>Vocabulario de terapia
familiar</i> |
| H. CH. FISHMAN Y
B. L. ROSMAN (comps.) | <i>El cambio familiar:
desarrollos de modelos</i> |
| M. D. STANTON,
T. C. TODD Y COLS. | <i>Terapia familiar del abuso
y adicción a las drogas</i> |
| M. MCGOLDRICK
Y R. GERSON | <i>Genogramas en la
evaluación familiar</i> |
| RENATA FRANK DE
VERTHELYI | <i>Interacción y proyecto
familiar</i> |
| ANALÍA KORNBLOT | <i>Somática familiar</i> |
| HELM STIERLIN Y OTROS | <i>Terapia familiar</i> |
| SALVADOR MINUCHIN | <i>Familias y terapia familiar</i> |

Se agradece a los editoriales y revistas que han autorizado la publicación de los trabajos aquí compilados, cuyos créditos figuran al pie de página de cada capítulo.

Director de la colección de Terapia Familiar: Dr. Carlos Sluzki

Traducción: Marcelo Pakman

Realización de cubierta: Gustavo Macri

Primera edición, Barcelona, España, 1991

Derechos para todas las ediciones en castellano

© by Editorial Gedisa S.A.

Muntaner, 460, entlo., 1ª

Tel. 201 6000

08006 - Barcelona, España

Impreso en España

Printed in Spain

Queda prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio de impresión, en forma idéntica, extractada o modificada, en castellano o cualquier otro idioma.

Indice

PRESENTACIÓN, por <i>Carlos E. Sluzki</i>	9
PREFACIO, por <i>Heinz von Foerster</i>	13
INTRODUCCIÓN, por <i>Marcelo Pakman</i>	15

I

De la autoorganización a la epistemología

COMENTARIO INTRODUCTORIO, por <i>Marcelo Pakman</i>	33
1. Sobre sistemas autoorganizadores y sus ambientes	39
2. Pensamientos sobre el conocimiento	56
3. Notas para una epistemología de los objetos vivos	63

II

La cibernética de segundo orden

COMENTARIO INTRODUCTORIO, por <i>Marcelo Pakman</i>	83
4. Cibernética de la cibernética	89
5. A propósito de epistemologías	94

III

Cibernética, lenguaje y sociedad

COMENTARIO INTRODUCTORIO, por <i>Marcelo Pakman</i>	103
6. Desorden/orden: ¿descubrimiento o invención?	109

7. Conocer y dejar conocer: una teoría aplicada del conocimiento.....	122
8. Principios de autoorganización en un contexto socioadministrativo....	138

IV

La construcción del futuro

COMENTARIO INTRODUCTORIO, por <i>Marcelo Pakman</i>	173
9. Responsabilidades de la competencia.....	179
10. La percepción del futuro y el futuro de la percepción	187
11. ¿Y nosotros, adónde vamos desde aquí?.....	201
^ PUBLICACIONES DE HEINZ VON FOERSTER.....	213

Presentación

Carlos E. Sluzki

Heinz von Foerster, según Heinz von Foerster, fue inventado por Paul Watzlawick. Desde cierto punto de vista esta afirmación es válida, ya que le cupo a Watzlawick la función de establecer el primer puente directo entre este profesor emérito, para entonces semirretirado en su casa enclavada en los cerros de Santa Cruz, California, y el mundo ebullente de la terapia familiar, siempre a la búsqueda de nuevos modelos para enriquecer su vocabulario, nuevos paradigmas para difundir su visión y, tal vez, nuevos iconos para adorar... por un tiempo al menos. Von Foerster fue invitado —creo que en 1978— a dictar una conferencia en el transcurso de un congreso del MRI. El efecto de su presentación fue mágico e instantáneo. La riqueza conceptual y la magnética capacidad de contacto de von Foerster lo transformaron, casi instantáneamente, en oráculo, cosa que a su vez transformó su vida, ya que lo involucró activamente en la interface entre cibernética y terapia familiar como invitado especial de cursos, conferencias y congresos, y lo estimuló a reincorporarse intensamente al diálogo de la comunidad científica de los epistemólogos de la cibernética y de las ciencias sociales.

Su aparición facilitó (y/o fue facilitada por) una reconexión activa de la terapia familiar con una de sus fuentes genéticas centrales, la cibernética, originalmente aportada a través de Gregory Bateson. De hecho, Bateson y von Foerster habían compartido el caldero conceptual crucial de la década de 1940 y 1950, la serie de conferencias cerradas de la Joshia Macy's Foundation, en las que participaban, además de Bateson, la famosa antropóloga Margaret Mead, el fundador de la cibernética Norbert Wiener, el creador de la teoría de juego John von Neumann, los psiquiatras Roy Grinker y Karl Menninger, el neurofisiólogo y filósofo Warren McCulloch, y otros muchos. Cuando en 1949, recién inmigrado de Viena, se sumó a ese grupo, Heinz von Foerster fue nombrado compilador de actas de la conferencia

—para su gran asombro, ya que por entonces su dominio del inglés era bastante precario—. En el curso del congreso del MRI mencionado antes, Watzlawick presentó a von Foerster como “la persona que, con un gesto, duplicó la capacidad de computación del mundo”. Y no se trata de una metáfora: como el lector podrá enterarse leyendo la fascinante Introducción general, escrita por Marcelo Pakman para este libro, von Foerster dirigió en la década de 1950 el Laboratorio de Computación Biológica en la Universidad de Illinois en Urbana, en la que era profesor de biofísica y de ingeniería electrónica. En ese contexto von Foerster desarrolló el primer “megaordenador”, llamado ILLIAC III, cuya puesta en marcha permitió computaciones de una complejidad y un volumen de datos 200% mayor que todo otro ordenador existente por entonces. Merece acotarse que ILLIAC III, construido en la era prechip, requería una inmensidad de cátodos, lámparas, tubos, bobinas y otros ingenios y ocupaba la extensión de un hangar refrigerado (para neutralizar el calor generado por tanta lámpara), y su capacidad de procesamiento puede que fuera menor que la de un buen ordenador de escritorio actual. Pero en su momento representó un verdadero salto cualitativo, además de cuantitativo: ILLIAC III no fue construido simplemente agregando más cátodos sino que requirió el desarrollo de nuevos programas y de lógicas más eficaces, se apoyó en modelos cibernéticos originales y avanzados.

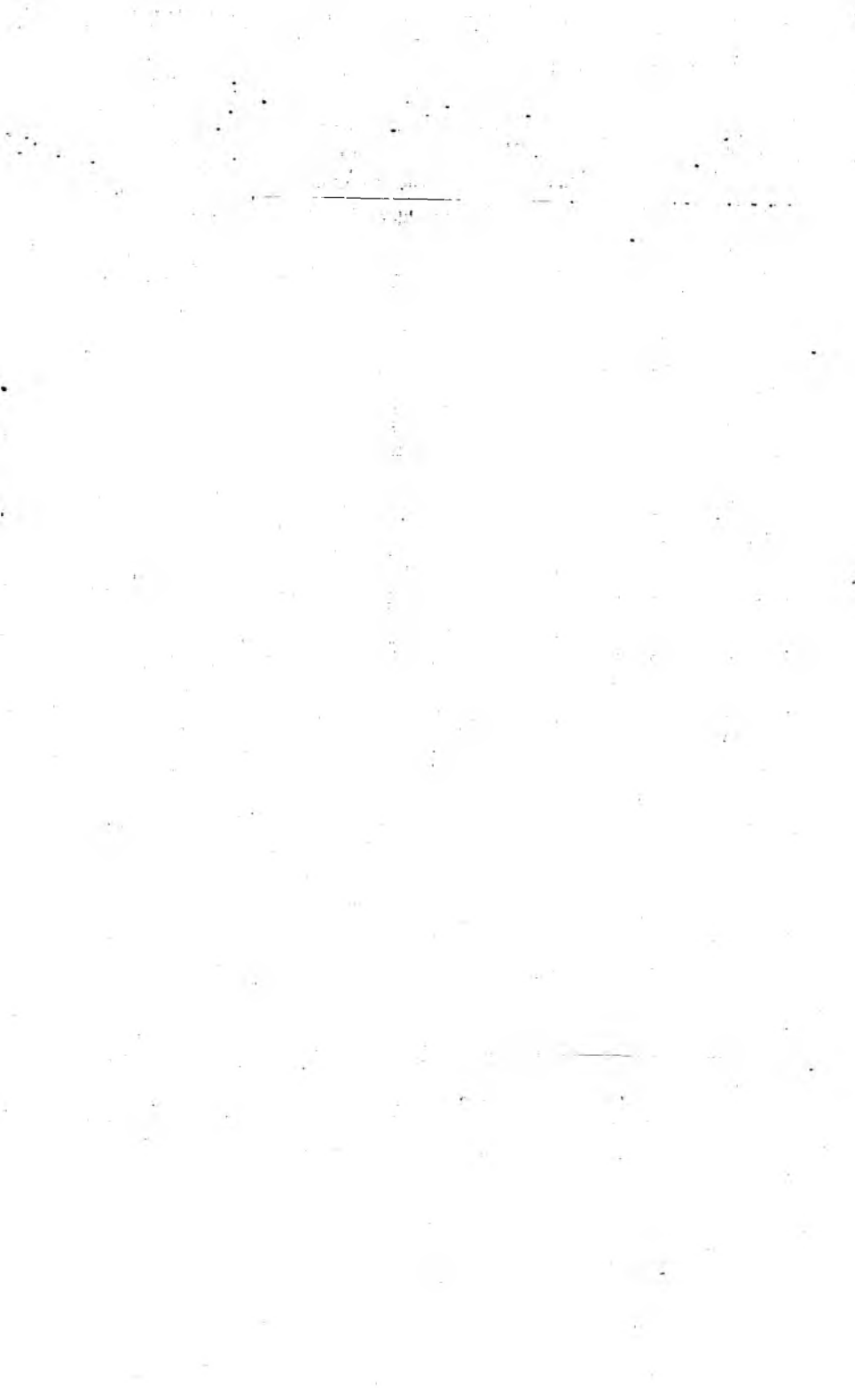
Von Foerster continuó, durante toda su vida académica y más allá de ella, contribuyendo de manera sustantiva a las ciencias de la computación, a la lógica matemática y a la epistemología cibernética, manteniendo una conexión creativa con Ashby, Bateson, Mead, Maturana, Varela y muchos otros. Con todo, fue sólo a partir de la conferencia de 1978 en Palo Alto que el campo de la terapia familiar se “apropió” de von Foerster y le ofreció, a su vez, una posición privilegiada. Y así la terapia familiar pudo acompañarlo y enriquecerse inmensamente, en especial a partir de las contribuciones de este maestro a la “cibernética de segundo orden”, la puerta regia al constructivismo, nuevo language de las terapias sistémicas.

Los desarrollos en común y los modelos paralelos entre cibernética y terapia familiar distan de ser obvios, y los artículos de von Foerster distan de ser de fácil lectura, ya que suelen estar dirigidos a sus pares: cibernetas, lógico-matemáticos y filósofos de la ciencia. De ahí la particular necesidad de establecer puentes claros, y de ahí el particular valor de la introducción y de los comentarios escritos por Marcelo Pakman, psiquiatra, terapeuta familiar, epistemólogo, y uno de los más claros expositores sobre el tema en lengua castellana. Su comprensión profunda y su dominio del language de ambas disciplinas —cibernética y terapia familiar— le permiten anticipar las preguntas del lector y proveer encuadres esclarecedores y comentarios-puente que guían sin trivializar, que acompañan respetuosamente al lector sin reducir el impacto conceptual y estético de su exploración.

Me permito predecir que la lectura de este libro de Heinz von Foerster —en el marco enriquecedor de la introducción y los comentarios de Marcelo Pakman— constituirá para el lector un hito cualitativo en la evolución permanente de sus modelos. Y para mí, tener la oportunidad de “inventar” para los lectores de habla hispana a Heinz von Foerster —viejo amigo y gran maestro— constituye un verdadero honor y un inmenso placer.

Pittsfield, Massachusetts

Marzo de 1991



Prefacio

Marcelo Pakman, que seleccionó las once conferencias de esta colección a partir de mis presentaciones y escritos de casi medio siglo, y las hizo accesibles a través de su magnífica traducción al mundo de habla hispana, entendió que esos trabajos debían ser vistos como “semillas de la cibernética”.

Quisiera ahora transmitir las emociones que experimenté y las reflexiones que hice cuando el Dr. Pakman me envió el manuscrito del libro que el lector tiene en este momento entre sus manos.

Lo que me impactó en primer lugar, cuando estaba leyendo mis pensamientos en un lenguaje en el que no habían sido concebidos originalmente, fue la sensación de entrar en un extraño lugar en el cual yo debía de haber estado anteriormente, un *déjà vue*, con todas esas cosas extrañas que parecían tan familiares. Fue una sensación que me distanció de mí mismo.

Desde esa posición de remota cercanía pude entender por qué Marcelo había elegido *Semillas de la cibernética* como título para esta compilación, aunque hay una sola contribución que hace referencia explícitamente a la cibernética en su título. Lo que él debe de haber sentido, y lo que yo sólo ahora siento, es que en todos los artículos elegidos está implícita la noción de circularidad; sea en la forma de causalidad circular o en la forma del argumento mismo (por ejemplo, n° 3) o en la forma de autorreferencia, etc. Y circularidad es el principio subyacente de la cibernética ya se trate de la cibernética de los sistemas observantes o de la cibernética del observar sistemas,

Sin embargo, sin los ensayos introductorios sensibles, didácticos, y reveladores de un conocimiento profundo, de Marcelo Pakman, la conexión entre los pensamientos expresados en mis conferencias y el proceso

y la práctica terapéutica no se hubiera vuelto tan transparente. Mientras él concluye su Introducción reflexionando que: "La aventura cibernética no es una forma menor de esa magia peculiar" (la magia de la vida), mi reflexión final es: "El milagro de la terapia no es una forma menor de esa magia superior".

Heinz von Foerster
Pescadero, California
5 de mayo de 1991

Introducción

Marcelo Pakman

Presentar a Heinz von Foerster y a su obra es sinónimo de presentar a la historia de la cibernética. Utopista de profesión (como a él mismo le agrada presentarse), Heinz von Foerster ha sido llamado por Edgar Morin (sociólogo, epistemólogo, estudioso de la complejidad, gran sintetizador de ideas contemporáneas) "nuestro Sócrates electrónico" [1], y es hoy reconocido por varias generaciones de estudiosos de disciplinas diversas, como la figura viviente más influyente en el desarrollo de nociones claves y secundas de la "ciencia del control y la comunicación en el animal y en la máquina", como Norbert Wiener definió a su criatura predilecta, la disciplina a la que bautizó "cibernética".

¿Quién es Heinz von Foerster, entonces, y qué es la cibernética? Esa disciplina con la cual hemos identificado su quehacer. ¿Cuál es el contexto histórico-intelectual que podemos rastrear, reconstruir, en las raíces de su obra, y cómo ha sido el desarrollo de su pensamiento? ¿Cuál ha sido el impacto de su pensamiento en el campo de la psicoterapia (en especial la terapia familiar) y, en sentido más amplio, cuál es la relación entre las nociones más bien abstractas desarrolladas por von Foerster y la práctica cotidiana de una de las disciplinas que han sido influidas por estas nociones, en este caso particular, la práctica de la terapia familiar? ¿Qué se supone que puede llegar a pasar cuando un terapeuta hace la excursión epistemológica que esta colección propone?

Responder, aunque más no sea tentativamente, a estas preguntas, proveerá, espero, de un contexto para la lectura de los artículos de esta colección, elegidos y pensados para introducir al terapeuta familiar, al terapeuta en general, así como a otros lectores del campo de las ciencias sociales en una obra que ha permanecido muchas veces ajena a los estudiosos de las áreas mencionadas, entre otros motivos, debido a los formalismos matemáticos que Heinz von Foerster ha utilizado extensamente como parte del desarrollo de sus conceptos. Sabemos que esos formalismos o bien son ajenos al lenguaje que el especialista en estos campos domina, o bien son identificados con estudios cuantitativos en el campo de la conducta, en los

cuales una gran parte de esos especialistas no está interesado. Diremos, con respecto a este punto, que hemos limitado a un mínimo los formalismos matemáticos que aparecen en esta obra y, cuando han sido incluidos, los motivos para ello y las condiciones de su inclusión han sido los siguientes:

—Los formalismos incluidos son fácilmente entendibles para un lector no entrenado en ese lenguaje, quien tan sólo necesitará recurrir a sus recuerdos de educación básica en el mundo de las matemáticas.

—Si, a pesar de ello, el lector encuentra difícil seguir esas formulaciones, puede pasarlas por alto, ya que, en general, solamente formalizan nociones suficientemente aclaradas en la “prosa” adjunta.

—Aquellos que decidan incluir en su lectura esos formalismos tendrán acceso, sin embargo, a una particular relación que von Foerster propone con el mundo de las matemáticas, así como a ciertos cuestionamientos (que subyacen en el uso que él hace de ese lenguaje) a la relación entre ciencias “duras” y “blandas”, a saber:

—El formalismo resume, recorta con claridad, agrega elegancia y permite articular con precisión ciertos desarrollos teóricos. Sin embargo, si observamos la precisión y economía de su prosa, en la que no sobran las palabras, parece que los formalismos tan sólo subrayan el hecho de que su prosa asume, más allá de los formalismos, una rigurosidad “matemática”.

—El uso de formalismos matemáticos no significa, necesariamente, zambullirse en estudios cuantitativos; por el contrario, Foerster los utiliza, en la mayor parte de los casos, para subrayar nociones cualitativas.

—Respeto por el lenguaje matemático y, al mismo tiempo, una cierta ironía cuestionadora de la idealización de las “ciencias duras” como la “verdadera” ciencia, se trasuntan repetidamente en su inclusión de formalismos (por ejemplo cuando, en varias oportunidades, von Foerster llama “teoremas” y “corolarios” a hipótesis que, tradicionalmente, no serían identificadas como tales). Von Foerster parece cuestionar tanto el miedo a incluir matemáticas para no ser acusado de reduccionista, como la creencia en la validación de hipótesis en el campo de las ciencias sociales, por el hecho de revestirlas con formalismos. Así como antes dijimos que su prosa se “matematiza”, podemos también decir que su matemática se “poetiza”, y este doble movimiento estético resulta una metáfora persistente, a lo largo de toda su obra, de esa feliz articulación entre filosofía, ciencia y tecnología, a la cual Morin se refirió al calificarlo como “nuestro Sócrates electrónico”.

¿Dónde podemos rastrear los antecedentes de tal articulación? Una breve excursión histórica puede aquí resultar útil.

Influencias tempranas

Heinz von Foerster nació en Viena en 1911 y estudió física en Viena y Breslau. Varias son las influencias tempranas que debemos considerar para entender su particular enfoque de la física. En primer lugar su familia, muy consustanciada con la filosofía, en especial, el idealismo alemán, Kant, Schopenhauer, y su incorporación de la tradición aristotélica. Expuesto a esas influencias y lecturas desde su adolescencia, se acerca en la década de 1930 al Círculo de Viena, uno de cuyos principales animadores era Moritz Schlick, de quien él fue alumno. El Círculo de Viena (del que formaban parte además Otto Neurath, el matemático Kurt Gödel y Rudolf Carnap a quien von Foerster volvería a encontrar en Illinois años más tarde) intentaba llevar adelante el programa del "positivismo lógico", a saber, presentar todo problema filosófico "válido" en términos lógicos, intento que llevaba a calificar como "metafísica", vale decir, como "inválido" y descartable, todo fracaso en tal intento. Una crítica del lenguaje con el cual los problemas eran lógicamente formulados constituía una parte esencial de tal enfoque. Si bien el programa del Círculo de Viena se vio frustrado, quedarían como influencias perdurables su interés en la articulación entre filosofía, lógica, matemática y ciencias, y un interés esencial por el papel de lenguaje en esa articulación.

A través del Círculo de Viena, Heinz von Foerster conoció el Tractatus Logico-philosophicus de Wittgenstein (con quien estaba, por otra parte, relacionado por parentesco), que tanta influencia había tenido en dicho círculo. El contacto con Wittgenstein (quien había sido alumno de Bertrand Russell, matemático, filósofo y lógico, y había sido tempranamente influido por la obra de Ludwig Boltzmann, físico y filósofo) afianzaría aun más su interés por la articulación rigurosa entre ciencia, lógica y filosofía, y su atención por el lenguaje, tan central en Wittgenstein.

Estas influencias múltiples lo llevarían a un interés temprano en los procesos mentales, justamente porque, como él ha dicho, le interesaba la física [2]. De esa época proviene su entendimiento de que si a uno le interesa la naturaleza de los objetos, es importante recordar que los objetos no "están simplemente allí", y que las leyes de la naturaleza tampoco "están simplemente allí". Ambos aparecen, emergen, y es fundamental preguntarse cómo es que aparecen. Entonces es que tomamos conciencia de que nosotros estamos envueltos en esa aparición y, por necesidad, de que nuestra atención debe ocuparse también de los procesos mentales que los generan. La física, según von Foerster, se estudia "desde adentro" de la experiencia, y la pregunta por las leyes de la naturaleza está inevitablemente ligada a la pregunta sobre la emergencia de las leyes de la naturaleza, y éste es un problema social. Del lado de la física, esta problemática ya había sido

introducida principalmente a partir de la revolución cuántica, que introdujo por la ventana el problema del observador en la tradicionalmente considerada quintaesencia de las ciencias duras, objetivas: la física (aunque la cuestión estaba también implicada en la termodinámica y en la teoría de la relatividad).

El fin de la Viena de Wittgenstein

Después vino la Segunda Guerra Mundial. Von Foerster pasa la guerra en Berlín (donde usa el "von" de su apellido para ocultar su ascendencia judía por vía materna), trabajando en física. Al terminar la guerra vuelve a Viena, que ya no es más la "Viena de Wittgenstein", la prodigiosa conjunción artístico-intelectual que entre aproximadamente 1866 y 1938 había cobijado a Mahler y Freud, a Schnitzler y Musil, al Círculo de Viena y a Arnold Schoenberg, a Egon Schiele y tantos otros. Viena era, ahora, el hambre de posguerra y el horror del holocausto. No es difícil imaginar que a las influencias filosófico-científicas tempranas se sumara entonces una conciencia dolorosa de que la pregunta por el conocer, que de algún modo se perfilaba como el núcleo del interés foersteriano debía, imprescindiblemente, incluir como elemento esencial una preocupación ética.

La emergencia del horror en el seno mismo de la cultura que había dado lugar a tanta explosión de creatividad resulta una encarnación siniestra de la enseñanza bíblica: ya en el Paraíso, el árbol del conocimiento no es el mismo que el árbol de la vida. Toda teoría del conocimiento fracasa si no contribuye a encontrar el modo de articularlos. El esfuerzo por hacer esa articulación no abandonaría nunca a la empresa foersteriana.

En la Viena de posguerra Heinz von Foerster sobrevive ayudando a la compañía de teléfonos en una ciudad devastada, manteniendo su proverbial humor (practicando magia, un interés muy afín con su pasión por la generación de realidades alternas, por el cuestionamiento de las apariencias), ayudando a los norteamericanos que tenían una estación de radio para trabajar en contrapropaganda contra los rusos en la naciente guerra fría.

Llega el tiempo de emigrar. Una amiga de la infancia de su esposa, radicada en Nueva York desde la llegada de los nazis, los invita a los EE.UU. Heinz, su esposa y sus tres hijos llegan a Nueva York el 10 de febrero de 1949.

Días después de llegar, es invitado a Chicago, donde alguien se había mostrado interesado en su "teoría cuántica de la memoria", un producto temprano del encuentro de sus intereses por la física y por los procesos mentales. Esa persona era Warren McCulloch que había sido designado como organizador de la 6a. Conferencia de la Fundación Josiah Macy, que iba a comenzar en marzo de ese año. ¿Quién era ese hombre? ¿Qué eran esas conferencias?

Warren McCulloch era un neurofisiólogo y neuropsiquiatra empeñado en sentar las bases para una epistemología experimental que haría de dicha rama del conocimiento una empresa científica, amén de una rama de la especulación filosófica. Semejante empresa, por caminos diversos, venía ocupando también a Jean Piaget en el área de la génesis del conocimiento, y a Konrad Lorenz en el de la etología. A ellos tres debemos lo que Francisco Varela ha llamado la "naturalización" de la epistemología.

McCulloch publicó después una colección de sus escritos sobre el cerebro y el conocimiento llamada "Encarnaciones de la mente" [3], donde el cerebro aparece no como soporte material de la mente, sino como una encarnación posible de la mente, entendida como "organización". No casualmente, el antropólogo y teórico de la comunicación Gregory Bateson introducirá posteriormente un cambio equivalente en la noción de mente, extrayéndola de la caja craneana para asumir propiedades "organizacionales", aun en sistemas no humanos, o suprapersonales (sociales). Tanto McCulloch cuanto Bateson eran parte del grupo interdisciplinario que había comenzado a reunirse en las Conferencias Macy a partir de 1946. Formaban también parte de ese grupo el matemático John von Neumann, el zoólogo Heinrich Kluge, el psicoanalista Lawrence Kubie, el fisiólogo Lorente de No, la antropóloga Margaret Mead, y muchos otros, además de dos figuras clave: Norbert Wiener, el matemático del Massachusetts Institute of Technology, y el fisiólogo mexicano de Harvard Arthur Rosenbluth. Estos últimos habían publicado en 1943, junto a Julian Bigelow, el artículo "Conducta, propósito y teleología" [4], considerado seminal para la que en 1948 quedaría bautizada oficialmente como cibernética, tras la publicación por Wiener del texto fundacional de la disciplina [5]. De hecho, los participantes de las Conferencias Macy habían sido atraídos por la temática que esa disciplina consideraría central para su quehacer, a saber, y ése era el título de esas Conferencias: "Mecanismos de causación circular y de retroalimentación en sistemas biológicos y sociales".

Cibernética

La aventura cibernética había comenzado cuando Wiener y Rosenbluth, trabajando en campos muy diversos, hallaron una red conceptual común útil para la comprensión de problemas específicos en dichos campos. Wiener estaba intentando concebir teóricamente, para así permitir construirlos, máquinas que pudieran tener un "propósito" u "objetivo", y operar de modo tal de corregir su propio funcionamiento como para mantener, y cumplir ese objetivo. Tales máquinas mostrarían capacidades "autorreguladoras". El motor de esta empresa teórica estaba dado por el interés en

desarrollar cañones antiaéreos capaces de hacer blanco en aviones que, desde la Primera Guerra Mundial, se habían vuelto muy veloces. No es que máquinas tales no se hubieran construido nunca; de hecho, Herón de Alejandría ya había construido en el siglo I a.C. un aparato con tales características, sin tener el tratamiento teórico-matemático adecuado para su comprensión. Pero esa teoría era lo que se necesitaba ahora para poder construir aparatos de esa índole de creciente complejidad.

Wiener encontró que había tres elementos fundamentales que tales artefactos debían tener: entre los dos polos que una máquina tiene, a los que podemos llamar "entrada" y "salida", o polo receptor y polo efector, debía haber un sensor que informara al mismo artefacto sobre el estado de los efectores, y un elemento que comparara dicho estado con un estado ideal o meta, generando así las correcciones necesarias para disminuir la discrepancia entre estado actual de los efectores y estado ideal (meta, propósito). La posibilidad de operar esa comparación entre la información provista por el sensor y la meta prevista implicaba un enlace circular de los elementos de la máquina y su retroalimentación con datos provenientes de su polo efector.

Todo esto hubiera sido nada más que un avance en el campo de la ingeniería, si no fuera que el tratamiento teórico, conceptual, del fenómeno resultó útil no solamente para construir máquinas basadas en esa comprensión, sino para explicar sistemas biológicos, naturales. Wiener se había encontrado con la siguiente dificultad: los artefactos corregían de hecho su funcionamiento pero, en vez de ajustarse progresivamente hacia la meta propuesta, oscilaban alrededor de ella. Rosenblueth, al mismo tiempo, estaba enfrentado al problema de entender una alteración neurológica conocida como "temblor intencional", en la cual la persona presenta temblor en su mano cuando se dirige, por ejemplo, a asir un vaso intencionalmente, cuando tiene un propósito que lo guía. El primer puente consistió en entender este fenómeno también como una oscilación. El segundo, en usar la misma red conceptual usada como modelo para el desarrollo de un sistema artificial, para entender un fenómeno en un sistema natural. "Polo receptor y efector" se transformaron en "polo sensorial y matriz", "meta" en "intención", etcétera. La red conceptual articulada sobre la noción central de circularidad comenzaba a dar frutos.

Esa red conceptual se enriqueció rápidamente cuando los cibernetas tomaron conciencia de que la noción de circularidad traía aparejadas muchas consecuencias:

—La noción de causalidad incluía ahora no sólo las causas tradicionales de la física (la causa eficiente aristotélica que actúa desde el pasado), sino también la causa final aristotélica (implicada en el concepto de propósito), actuando desde el futuro. Cuando A está causalmente enlazado a B, B a C, C a D, y D nuevamente a A, hay dos niveles de causalidad

diferente en juego. Por una parte, podemos tomar porciones de esa cadena y verlas linealmente como causas eficientes, del pasado al futuro, generándose unas a otras. Pero, al mismo tiempo, en su operar de conjunto, al cerrarse sobre sí mismas, generan un nivel de autonomía con respecto al entorno expresado en el hecho de que el sistema total muestra un propósito en el futuro, que actúa como una endocausalidad en un nivel diferente al de las causas anteriores. Cuando el sistema es estimulado (o perturbado) desde el exterior, lo que le pasa no depende solamente de lo que ese estímulo genera en sus componentes y en la interacción entre A y B, B y C, etcétera, sino que también depende de lo que todo el sistema tiene como propósito, lo cual actúa como una causalidad desde adentro.

—Al enlazar circularmente los componentes del sistema y generar esa dimensión teleológica (de causalidad final, de propósito) hemos dado un salto fundamental desde un campo de explicaciones donde reina la materia y la energía (los principios explicativos de la causa eficiente, de la física), a otro campo de explicaciones donde aparece la noción de información. Lo que el enlace circular de los componentes retroalimenta no es sólo materia y energía, sino que hay allí un proceso informacional y organizacional (de estructuración de la información). Como Bateson ha señalado tan claramente, para ilustrar la diferencia entre ambos mundos: algo que no sucede (es decir, de lo que no se puede decir nada desde el punto de vista material y energético), puede ser un evento desde el punto de vista de la información. Esa es la distancia que va de la física a la cibernética.

—Los sistemas explicables en términos de circularidad son sistemas donde la historia cuenta. Lo que pase en este momento está restringido por el operar pasado del sistema. La historia está encarnada en la estructura del sistema, que podemos decir está histórica y estructuralmente determinado.

—La noción de control se complejiza a través de la noción de regulación. Fijar rumbos a un sistema no es imponer un camino directo y predecible, sino generar ciertas restricciones que, por caminos variables e impredecibles, reestructuran constantemente el juego complejo entre los componentes del sistema. Regular es generar niveles de meta-estabilidad más allá de, y producto de, un cambio constante en otros niveles de funcionamiento del sistema.

Así fue como la cibernética encontró un lenguaje interdisciplinario por naturaleza, que permitía tanto construir sistemas artificiales (de allí su asociación original, que aún mantiene popularmente, con el mundo de la ingeniería, de la computación), como entender sistemas naturales biológicos. Confluencias e interacciones múltiples se dieron con otra disciplina, la teoría general de los sistemas, desarrollada por el biólogo Ludwig von

Bertalanffy, que había intentado, desde la década de 1930, describir leyes generales de los sistemas, independientemente de su "encarnación" concreta en organizaciones biológicas, sociales, etcétera; una meta afín a lo que la cibernética estaba desarrollando.

A Gregory Bateson y Margaret Mead les cupo llevar esta red de nociones al campo de las ciencias sociales. De ahí llegaría a la terapia familiar a través de los contactos de Bateson con el grupo que fundaría el Mental Research Institute, después de trabajos varios en el campo de la comunicación humana y la psiquiatría (junto a Jurgen Ruesch). El adjetivo "sistémica", que se ha aplicado a las terapias informadas por la red conceptual mencionada, da cuenta de esa interacción entre cibernética y teoría general de los sistemas, si bien la cibernética tuvo primacía en esa confluencia, porque, como veremos, su desarrollo se dio con gran fertilidad en el campo de las ciencias sociales, a diferencia de la teoría de los sistemas, que quedó más limitada al mundo ingenieril de los sistemas artificiales.

Epistemología

Pero volvamos a 1949, cuando von Foerster, recién llegado a los EE.UU., encuentra entonces una disciplina preparada para cobijar a alguien cuyas influencias e intereses tempranos habían preparado, a su vez, para unirse a la empresa cibernética. Ciencia, técnica y filosofía, un afán de encontrar nociones puente que provean de un lenguaje para hablar de sistemas diversos, para dar cuenta del encuentro de lo físico con lo biológico y lo mental, habían informado y formado a uno y otros. Von Foerster se une al grupo de las Conferencias Macy y se transforma en su compilador [6]. Entre ese momento y 1958, se "adueña" del lenguaje cibernético para comenzar a expresar su pensamiento, por entonces dedicado a la indagación de los ~~mecanismos de la homeostasis~~ (las estrategias de acción de los organismos para mantener una metaestabilidad, más allá del cambio permanente en las interacciones entre sus componentes y más allá del flujo permanente de esos componentes en el caso de los organismos vivos o supraindividuales).

A partir de 1958, Heinz von Foerster no sólo ya "es" un ciberneta (como lo ha señalado Francisco Varela [7]), sino que comienza su período de contribución personal a la disciplina. Si, como él mismo ha dicho [8], la epistemología fue la cosecha de la cibernética, fue él mismo quien sembró buena parte de las semillas que dieron lugar a esa cosecha. Tanto esa voltereta epistemológica como un paso previo a ella en el desarrollo de la disciplina, a saber, el interés por los fenómenos de autoorganización, estuvieron íntimamente ligados a la creación del Laboratorio de Computación

Biológica (Biological Computer Lab), que Heinz von Foerster dirigió entre 1958 y 1976. El laboratorio llegó a ser un centro mundial de la cibernética, por donde pasaron los pensadores más fecundos de los últimos treinta años, y donde no sólo las ideas nacían o se desarrollaban sino que se probaban en el particular modo de funcionamiento, de interacción, de los que allí trabajaban, así como en sus no tradicionales modos de experimentar en el campo de la enseñanza-aprendizaje, que evolucionaban juntamente con las nociones que iban desarrollando.

Varias preguntas resultan de interés llegados a este punto: en primer lugar, ¿cómo fue el proceso que a través del interés por los fenómenos de autoorganización llevó a la cibernética al campo epistemológico? En segundo lugar, ¿cuál fue el efecto de esa inmersión en el campo epistemológico sobre la disciplina? Y en tercer lugar y a modo de revisión, en qué sentido (o sentidos) estamos usando, en este contexto, el término "epistemología"?

Abordémoslas en orden:

1. Mencionamos anteriormente cómo el interés de los cibernetas por diseñar máquinas (heteroorganizaciones, donde alguien organiza al sistema), se expandió para incluir un nuevo objetivo: entender "máquinas" (sistemas) que encontramos hechas, que no han sido organizadas por nosotros (los organismos vivos, incluidos nosotros mismos), o que nosotros formamos como integrantes o participantes, por ejemplo, sistemas sociales (a los cuales tampoco organizamos nosotros, aunque participemos de su organización); es decir, sistemas autoorganizadores (que no deben ser necesariamente vivos —por ejemplo: estrellas, remolinos, etcétera—, aunque los sistemas vivos son autoorganizadores por antonomasia, al menos en dimensiones fundamentales para su ser vivo). El interés por los sistemas autoorganizadores llevaría a una atención cada vez mayor sobre dos nociones: la de autonomía, el hecho de estar estos sistemas regidos por sus propias leyes; y la de autorreferencia, una operación lógica por la cual una operación se toma a sí misma como objeto, como sucede cuando, por ejemplo, hablamos del lenguaje, pensamos el pensamiento, o somos conscientes de nuestra conciencia.

Las nociones centrales de la cibernética: circularidad, información, retroalimentación, meta, regulación, etcétera, así como nociones conexas que habían sido incorporadas a la red conceptual de la disciplina: orden, organización, azar, ruido, etcétera, comenzaron a usarse para la comprensión de sistemas autoorganizadores, biológicos y sociales, con especial atención a su autonomía y a los fenómenos de autorreferencia implicados.

El escenario estuvo entonces preparado para dar un paso que resultaría

fundamental para encontrarse de lleno en el campo de la epistemología: cuestionar el principio de objetividad, para asumir que todas las nociones antedichas no eran independientes de nosotros los observadores de los fenómenos y usuarios de ellas; que esas nociones no se aplicaban solamente a los sistemas que nosotros observábamos, sino que se aplicaban también a nosotros mismos como observadores, y a la relación entre nosotros en tanto observadores y los fenómenos observados. No sólo podíamos describir enlaces circulares, autorreferenciales, que generaban o delimitaban un sistema autónomo, allí en el sistema observado; también nosotros, los observadores, podíamos ser entendidos en los mismos términos y, más aun, el proceso de observación delimitaba en sí mismo un otro sistema autónomo, en el cual observadores y sistema observado interactuaban a través de procesos autorreferenciales, a través de los cuales todo lo dicho sobre un sistema resultaba relacionado con nuestras propias propiedades para hacer tal observación.

Nuestra propia estructura se volvía importante para poder hacer ciertas observaciones, generaba restricciones para el tipo de observaciones que éramos capaces de hacer. Y en estructura incluyo aquí, desde restricciones impuestas por nuestra propia corporalidad, (por ejemplo, ser sensibles a los rayos de luz, no a los rayos equis como Superman, o a un sonar, como un murciélago), hasta restricciones impuestas por el lenguaje, su estructura gramatical, las limitaciones del proceso representacional, los intereses culturales específicos. Invalorable fue la contribución, en ese punto, de dos neurobiólogos chilenos: Humberto Maturana y Francisco Varela que, interesados particularmente en la autoorganización de los seres vivientes, desarrollaron el concepto de autopoiesis para dar cuenta de ella (ambos habían tenido contacto con el Laboratorio de Computación Biológica, que von Foerster dirigió).

2. El efecto de la inclusión del sujeto observador y el desvío de la atención de las nociones a los usuarios de las nociones (lo cual enriquecía a las nociones mismas) transformó a la cibernética en una epistemología, una disciplina que tenía algo que decir no solamente sobre la estructura ontológica de la realidad sino sobre el conocimiento de esa realidad, sus límites y posibilidades, sus dificultades y condicionamientos. Heinz von Foerster y Margaret Mead dirían que se iniciaba ahora un nuevo período, el de la cibernética de segundo orden, siendo conceptos de segundo orden aquellos que, como mencionamos anteriormente, tienen capacidad autorreferencial, autológica. La cibernética se volvía sobre sí misma y usaba sus conceptos para ver a los usuarios de dichos conceptos y la relación que a través de esos conceptos establecían con su entorno. El ciberneta no se preguntaba ya: ¿dónde están los enlaces circulares en este sistema?, sino que se empezaba a preguntar: ¿cómo generamos nosotros este sistema a través de la noción de circularidad?

3. ¿En qué sentido estamos usando aquí el término epistemología?

En primer lugar, entendemos por epistemología el intento científico-filosófico de responder a la pregunta: ¿qué es conocer? y a sus preguntas asociadas, ¿quién conoce? y ¿qué es lo conocido? (pregunta ontológica). Esta indagación puede tomar dos formas: la de un estudio explícitamente orientado a teorizar sobre el conocimiento, como en el caso de Piaget, o de Lorenz; o la de un estudio acerca de cómo otras teorías que no intentan responder explícitamente a estas preguntas sobre el conocer (por ejemplo, teoría de la relatividad en física, o teorías de la percepción en biología y psicología) tienen, sin embargo, una respuesta implícita a las preguntas sobre el conocer, y sus preguntas asociadas sobre el sujeto y el objeto de conocimiento. En segundo lugar, se llama también epistemología no al estudio sobre el conocer o sobre las respuestas al problema del conocimiento, sino a las respuestas mismas. Es en este último sentido que Warren McCulloch y Gregory Bateson decían que un individuo, sociedad, familia, teoría, tienen una epistemología. Y agregaban: "Y el que dice que no tiene una muy mala", porque esa negación lo lleva a asumir que su visión de la realidad es directa, única, inmejorable, irremplazable. "Mi" versión de la realidad se transforma en "la" realidad, porque no hay procesos biológicos, sociales, culturales, que restrinjan, medien, construyan ese conocimiento.

Cibernética, epistemología y terapia familiar

Muchos años después de empezar a hacerse sus preguntas físico-filosóficas, tales como: ¿cómo es que los objetos aparecen "allí"?, ¿cómo es que surgen las leyes de la naturaleza?, ¿cómo son los procesos mentales relacionados con los entes físicos?, Heinz von Foerster se encuentra que es protagonista fundamental del intento de la cibernética por responder tentativamente a estas preguntas, en el marco del desarrollo de una posición epistemológica que habría de tener profundas consecuencias tanto en la terapia familiar como en otras disciplinas: el constructivismo. Es al desarrollo de esta posición epistemológica que von Foerster ha dedicado sus energías desde su retiro de la Universidad de Urbana en 1976, hasta el presente. Sus desarrollos en el campo de la cibernética de segundo orden comenzaron a influir en el campo de la terapia familiar desde que Paul Watzlawick, sabiendo que Heinz se había mudado tras su retiro de la Universidad de Illinois a Pescadero, California, lo invitó a dar conferencias al Mental Research Institute. Por cierto que esta influencia continuaba a la que la cibernética siempre había tenido sobre la terapia familiar. Sin embargo, es pertinente hacer aquí algunas consideraciones sobre las relaciones entre cibernética, epistemología y terapia familiar.

Distinguimos anteriormente dos sentidos del término epistemología, y

dijimos que una teoría puede ser una epistemología responder a la pregunta sobre el conocer), o puede (responder implícitamente a dicha pregunta): La (intentar explícitamente pectivamente fue entendida como de primer orden tener una epistemología fenómeno de autorreferencia y comenzar a ex cibernética, que retros-cibernéticas como dependientes del observador). Iden (antes de incluir el Se suponía que sus nociones describían realidad entender a las nociones observador, que los modelos basados en esas naden una epistemología. sistemas, sus enlaces circulares, sus mensajes, etcides independientes del ontológicas. | ociones describían a los

Las relaciones tempranas entre cibernética y étera, en tanto verdades tieron en el surgimiento de modelos terapéuticos interaccionales, que consistían en aplicaciones de terapia familiar consis-(con los supuestos epistemológicos antedichos) al caos, que fueron llamados humanas y de la resolución de problemas. Dichos las nociones cibernéticas Mental Research Institute, influido por los trabajo de las interacciones quien trabajaría durante una etapa de su vida a modelos surgieron en el psiquiatría, desarrollando su "teoría del doble vitrajos de Gregory Bateson, nia, la primera aplicación consistente del pensamasociado al campo de la de la problemática social. Sin embargo, Bateson saculo" sobre la esquizofre-te de dicho campo para lanzarse a la formulaciniento sistémico al campo sobre la "mente" que en parte aplicaba, y ene despegaría prontamen-nociones cibernéticas, adelantando en muchos ón de una teoría extensa de segundo orden. Desafortunadamente, el can parte desarrollaba, las alto, o incorporó de modos muy reduccionista aspectos a la cibernética batesoniana. | mpo terapéutico pasó por

La cibernética de segundo orden no sóloas, esta ulterior empresa epistemología, que lleva la atención desde los "si los "sistemas que observan", al entender a toda r tiene, sino que es una noción en general) como dependiente del observistemas observados" hasta evolución de la cibernética sus relaciones con la tención cibernética (a toda índole. No se trata aquí de proveer de modelos brador. En esta etapa de la circularidad, función, organización, etcétera, sinerapia familiar son de otra mológico general para el desarrollo de modelos asados en las nociones de clínica. La relación entre cibernética y terapia fano de dar un marco episte-en un traslado de modelos, está ahora mediad aplicados al campo de la epistemología, de un marco conceptual y unamiliar, que consistía antes cuestiones del conocer, la verdad, la realidad. El a por el desarrollo de una que describe al sistema "tal cual es desde afuera", a postura respecto de las truye al sistema del que él también es participant terapeuta no es más alguien mismo emerge como tal a través de esa participaci, sino alguien que "co-cons-conceptuales que usa, genera, co-genera en dicha je", y más aun, el terapeuta ón y del tipo de instrumentos participación.]

El texto

La presente colección reúne once artículos de *Heinz von Foerster*, publicados entre 1960 y 1985. Los artículos cubren la etapa de su vida que va desde su interés en los sistemas autoorganizadores hasta su desarrollo de los pilares conceptuales de la cibernética de segundo orden, su aplicación a ciertos campos de las ciencias sociales afines a la problemática que enfrenta el terapeuta familiar, así como algunas de sus meditaciones sobre ética, filosofía de la ciencia, futuro y sociedad. Los artículos han sido divididos en cuatro secciones principales, cada una de las cuales lleva un comentario que pretende tan sólo mostrar algunos puentes posibles entre las nociones desarrolladas y exploradas en esos artículos y el campo de la psicoterapia.

Nos preguntamos al comienzo ¿qué puede esperar el terapeuta lector de esta colección? ¿Esta pregunta es un caso particular de otra más amplia? ¿Cuáles son las relaciones entre epistemología y terapia familiar, su importancia y sus límites?

La epistemología, tal como la hemos definido anteriormente (intento de responder explícita o implícitamente a las preguntas básicas sobre el conocimiento, sus procesos y mecanismos, sus límites y condiciones, su sujeto y su objeto), es un campo común al que asoman muchas disciplinas específicas (en realidad, todo intento de conocer en cualquier área). El epistemólogo suele ser, sin embargo, alguien con cierto grado de especialización en algún campo específico del saber. Se hace epistemología desde la biología, la psicología, la matemática, etcétera. Muchas veces, desarrollos específicos en algún campo del saber resultan tener implicancias a nivel epistemológico, y son tales implicancias las que, a su vez, influyen en otros campos, para los cuales proveen un nuevo marco de generación de teorías, métodos, perspectivas, etcétera.

Cuando este paso de una disciplina a otra se da sin ese pasaje a través del campo común epistemológico, se suelen generar transferencias inadecuadas de conceptos de una disciplina a otra. En el mejor de los casos, esas transferencias resultan ser metáforas más o menos adecuadas. Ejemplos múltiples de tales transferencias se han dado en los comienzos de las ciencias sociales desde la física newtoniana, de la que se tomaban las nociones de fuerza, dinámica, tensión, energía, etcétera. Como esos conceptos eran parte, en la disciplina original, de una cierta posición epistemológica (y de una ontología asociada), al hacerse tal transferencia automática de un campo a otro, se introducía subrepticamente dicha posición epistemológica, sin conciencia alguna de estar haciéndolo.

Casos similares de transferencia se han dado en los últimos años entre conceptos desarrollados en el campo de la biología, como el de autopoiesis, transfiriéndolos automáticamente al campo de las relaciones sociales y la

psicoterapia. El paso intermedio por el terreno epistemológico hubiera requerido que autopoiesis fuera reconocida como una noción en el campo de la biología que encarna al paradigma de autonomía (con todas sus nociones asociadas: autorreferencia, clausura, etcétera), y de allí podría buscarse otra encarnación adecuada en el campo de lo social. Otro ejemplo de la necesidad de ese paso intermedio por lo epistemológico lo dan los trabajos de Ilya Prigogine en el campo de la química, donde describe diferentes conceptos: estructuras disipativas, bifurcaciones, fluctuaciones, sistemas cercanos y alejados del equilibrio, etcétera. Transferir directamente esas nociones al campo de lo social resulta inadecuado. Por cierto, él inaugura, a partir de la química, un modo de conceptualizar la realidad en términos de "sistemas alejados del equilibrio" que puede comenzar a ser utilizada en otras disciplinas. Pero hay que ver qué significa en el campo de lo social estar cerca o lejos del equilibrio, una fluctuación, una bifurcación, etc., e incluso, si no es necesario incorporar en este terreno social, otras nociones que encarnen más adecuadamente dicho "paradigma".

Resumiendo, el terapeuta encontrará en este texto los desarrollos fundamentales sobre nociones clave de la cibernética, que han estado informando (más o menos adecuadamente) durante los últimos años el campo de la terapia familiar. Tendrá así la oportunidad de establecer por sí mismo la conexión entre esos conceptos a nivel epistemológico y su propia disciplina.

En cualquier caso, es importante reconocer que tomar metáforas del campo biológico, matemático, o inclusive recorrer el camino propuesto por la epistemología, no proporciona un fundamento a nuestra quehacer terapéutico, aunque tal tradicional atracción por fundamentar nuestras prácticas en las ciencias duras (con la implícita idealización de ellas) muestra aún su persistencia.

Lo que sí tendrá el terapeuta que recorra este texto es la oportunidad de adquirir instrumentos conceptuales que le permitan evitar ser un mero técnico, repetidor de "modelos" que, en muchos casos, a él mismo no le resulta claro (si es que reflexiona sobre ello) de dónde vienen, cómo se han forjado, o cuál es la red conceptual en la cual cobran pleno sentido. Esta posibilidad le aportará una gran flexibilidad en la utilización de tales modelos y en la creación de otros, trascendiendo así la presuposición de que sólo los modelos difundidos por los canales de enseñanza de la terapia familiar (no siempre capaces de resistir la tentación mercantilista que acosa a la producción intelectual en nuestros días) son los únicos modos de encarnar las ideas cibernéticas en el campo de la terapia familiar. Si bien esto no es necesario para todo terapeuta, sí es necesario para el desarrollo de nuestras prácticas, si es que éstas no van a sucumbir en un repertorio limitado de técnicas a ser repetidas o sobre las cuales generar variantes

("novedades"), sin contacto alguno con la riqueza de sus raíces conceptuales originales.

El terapeuta familiar no encontrará en este texto "modelos clínicos" para aplicar con sus pacientes, pero tendrá una oportunidad única de aprender a pensar sistemáticamente, de incorporar las estrategias conceptuales de la cibernética de segundo orden. No cambiará directamente su quehacer terapéutico por la incorporación de nuevas técnicas, pero cambiará como terapeuta y, para usar esa fértil distinción batesoniana, aprenderá a aprender terapia familiar.

El constructivismo lleva a una visión "infundada" de la experiencia humana [9] [10]. Ninguna noción es la noción-clave, la verdad a ser descubierta por un experto. Todo en la experiencia humana proviene de una tradición, que restringe los caminos futuros posibles, pero que no tiene a su vez fundamentos sólidos. Profunda es la influencia de esta visión en nuestro quehacer terapéutico. Nuestros modelos clínicos resultan ser una combinación en're ciertas operaciones terapéuticas (reencuadres, connotaciones lógicas, tareas, rituales, preguntas circulares y reflexivas, etcétera) y ciertos temas suficientemente universales como para poder articular una conversación terapéutica en torno de ellos. Ni las operaciones, ni los temas, ni combinación invoca alguna entre ellos, resulta obligatoria de recorrer por el terapeuta, justamente porque no estamos aquí en busca de una verdad más allá de la apariencia, que sea su fundamento, y que debemos descubrir.

El discurso que emerge de la terapia es tan sólo una complejización de las narrativas que los pacientes traen a la terapia. La terapia no es aquí búsqueda (de lo consabido) sino aventura. La verdad no tiene que ver aquí con el descubrimiento de coherencias ocultas, sino con la interminable apertura de alternativas que resultarán (y hemos de estar atentos para regularlas sin fin) más o menos aptas para la vida. La terapia, como la vida, se inventa a sí misma en un juego infinito. La aventura cibernética no es una forma menor de esa magia peculiar.

Referencias bibliográficas

- [1] E. Morin: *El Método I: La naturaleza de la naturaleza*, Madrid, Cátedra (1981).
- [2] M. Pakman: "Cibernética: de las raíces a los retoños. Una conversación con Heinz von Foerster", *Perspectivas sistémicas*, Buenos Aires, Año 2, N° 5 (1989).
- [3] W. McCulloch: *Embodiments of Mind*, MIT Press, Cambridge (1965).
- [4] A. Rosenblueth, N. Wiener y J. Bigelow: "Behavior, Purpose and Teleology", *Philosophy of Science*, 10 (1943).

[5] N. Wiener: *Cybernetics*, Nueva York, Wiley (1948).

[6] H. von Foerster: *Cybernetics*, 5 vols., Nueva York, Josiah Macy Jr. Foundation, 1949-1953 (Actas de 1ª, 6ª, 7ª, 8ª y 9ª Conferencias).

[7] F. Varela: "The ages of Heinz von Foerster", Introducción a Heinz von Foerster: *Observing Systems*, Seaside, California (1982).

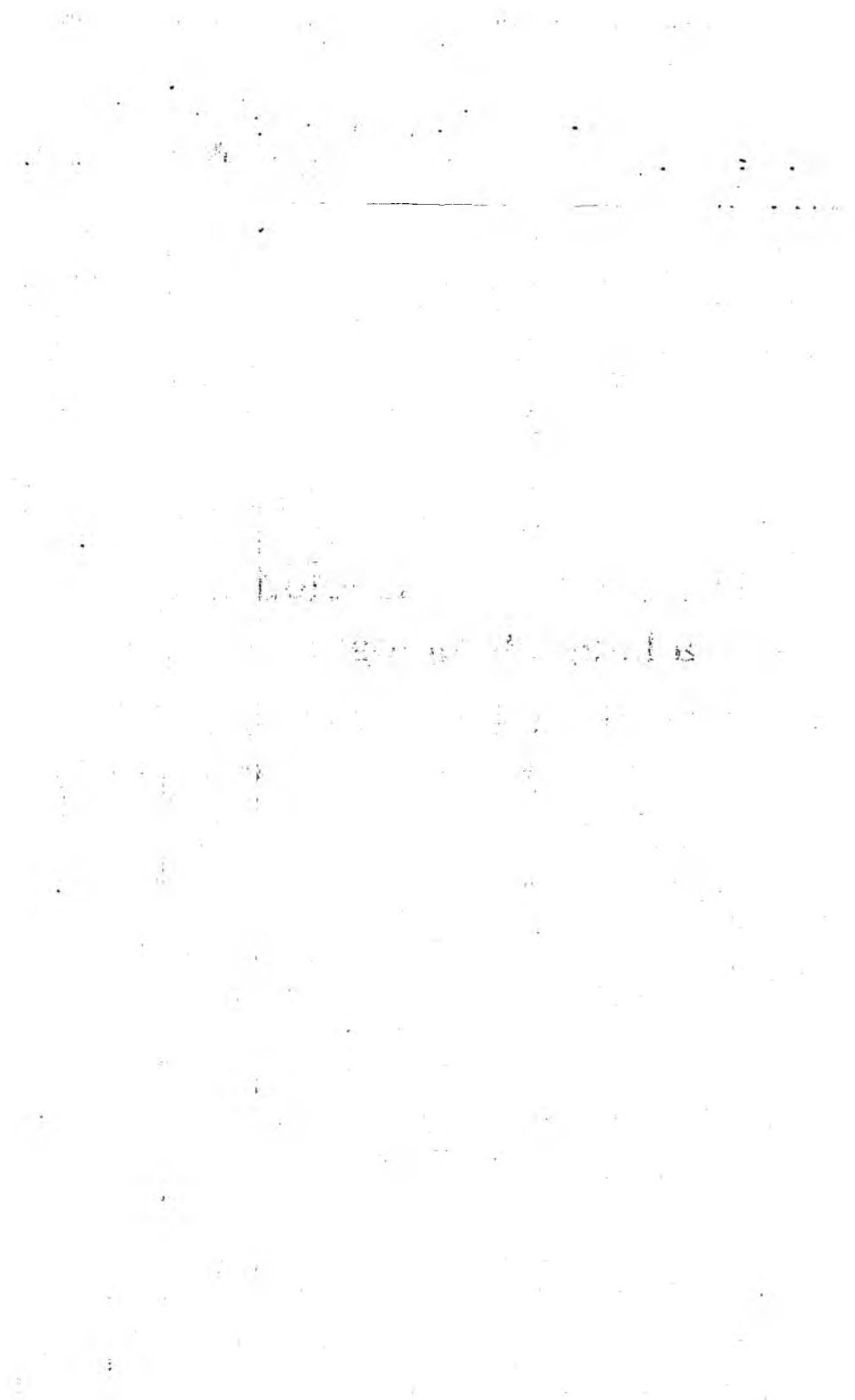
[8] H. von Foerster: "Cybernetics", en S.C. Shapiro, (comp.): *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, 1, John Wiley & Sons, Nueva York, págs 225-227 (1987).

[9] F. Varela: "The Creative Circle: Sketches on the Natural History of Circularity", en P. Watzlawick: *The Invented Reality*, Nueva York, Norton (1984) [hay versión en castellano: *La realidad inventada*, Barcelona, Gedisa (1990)].

[10] M. Pakman: "Para una ética de las construcciones culturales", *Perspectivas sistémicas*, Buenos Aires, Año 1, N° 4 (1988).

I

De la autoorganización a la epistemología



Comentario introductorio

Marcelo Pakman

La primera parte de esta colección incluye tres artículos que cubren el período que abarca desde la aplicación de las nociones cibernéticas al estudio de los sistemas autoorganizadores hasta la formulación de una epistemología apropiada para un tipo particular de sistemas autoorganizadores: los sistemas vivos.

"Sobre sistemas autoorganizadores y sus ambientes" es un trabajo clásico de von Foerster. El núcleo del trabajo es un intento de caracterizar a los sistemas capaces de organizarse a sí mismos de un modo que no sea contradictorio con la segunda ley de la termodinámica. Esta ley establece que en un sistema cerrado a los intercambios materiales y energéticos con su ambiente, hay una magnitud llamada "entropía" que debe aumentar en forma constante hasta llegar a un máximo. Dicha magnitud es una medida del desorden del sistema, de la incapacidad para transformar energía en trabajo, y puede entenderse como la inversa de la información porque a más desorden, más incapacidad de un observador para decir algo (informar) sobre un sistema. La equivalencia entre la entropía y la inversa de la información hace del concepto de "entropía" la noción puente entre el mundo de la física (mundo de la materia y la energía) y el mundo de la cibernética (mundo de la información y de la organización). De hecho aquellos que hablan del nivel organizativo, sin incorporar el lenguaje de la cibernética, lo hacen en términos de entropía (por ejemplo, Prigogine).

Particularmente fértil resulta la noción de que todo fenómeno de autoorganización va acompañado por uno de desorganización en el ambiente ("exterior" o "interior") del sistema autoorganizador. Si se trata de eliminar dicho aspecto desorganizador, también perdemos el fenómeno autoorganizador. Consecuencia de ello es que todo sistema de este tipo requiere un ambiente del cual tomar orden y al cual desorganizar. Para poder desorganizarlo, ese ambiente debe tener cierto orden, caso contrario, no habría qué desorganizar. Apasionantes problemas éticos presenta esta formulación cuando es llevada al campo de lo social. ¿Cuáles son los límites y los reguladores que debemos incorporar en nuestra práctica cuando

pretendemos incrementar la organización de un sistema familiar o terapéutico, si nos hacemos cargo de que, por necesidad, la desorganización acompañará al proceso en algún otro dominio?

Como parte de su argumentación, von Foerster presenta:

1. Una consideración acerca de que organización y desorganización no son propiedades absolutas sino que dependen de nuestro trazado del sistema y de los elementos que privilegiamos en él, aunque dicho trazado está restringido por las interacciones que lo generan.

2. Una discusión del solipsismo, basada en el principio de relatividad, una estrategia para encontrar salidas a hipótesis ineficientes. Dicho principio lleva a preguntarse, cuando estamos frente a A y a B encerrados en un conflicto, ¿cuál es la hipótesis en común que sostiene dicho desacuerdo y que debe ser cuestionada? El conflicto no tiene que ver con la existencia de dos argumentos, sino con el hecho de que una hipótesis ineficaz común soporta a ambos argumentos.

Ambas argumentaciones adelantan puntos que serán fundamentales para el desarrollo del constructivismo (que tan frecuentemente es confundido con una teoría solipsista).

Si queremos entender un sistema terapéutico como autoorganizador, resulta interesante la equivalencia entre "redundancia" (pauta, regularidad) y orden, que von Foerster propone. La situación se complejiza en el caso de los sistemas sociales porque el lenguaje introduce la posibilidad de generar un tipo particular de redundancias: las descripciones o narraciones que los integrantes del sistema hacen sobre sí mismos y sus experiencias. Es la particular combinación de redundancias (discursivas y no discursivas) y desorganización la que adquiere en los seres humanos una originalidad estética que solemos llamar "mundo de los sentimientos".

El artículo presenta también el "principio del orden a partir del ruido", que le valió a von Foerster renombre internacional en el campo de la teoría de sistemas. Todo sistema autoorganizador adquiere y/o incrementa su orden, no solamente a partir del orden anterior, no solamente a partir de fenómenos aleatorios de desorden, sino también a partir del hecho de que es en sí mismo un "seleccionador" de elementos que le resultan útiles para su propia estructura a partir del desorden (ruido) ambiental. La atención se desplaza de pensar qué es lo que debemos introducir en un sistema, para considerar qué es lo que la estructura del sistema le permite "seleccionar". A la luz del desarrollo ulterior de la cibernética resulta interesante reformular este principio describiendo no sólo algo que sucede en el sistema observado, sino también algo que sucede en cada participante del sistema en tanto

observador. En un sistema terapéutico, todos los participantes seleccionan mutuamente aquellos elementos que permiten incrementar su propio orden y generar nuevas pautas; el proceso puede ser estimulado, pero no forzado, puede ser regulado, pero no controlado. Y, para regularlo, es bueno recordar que las historias de y con nuestros pacientes siempre continúan, que no sólo importa lo que el terapeuta dijo, sino cómo eso es incorporado, que los sistemas sociales están siempre inmersos en lo que Francisco Varela ha llamado, tan bellamente, "el molino sin fin del lenguaje".

"Pensamientos sobre el conocimiento" es un intento de presentar la necesidad de un desvío de la atención desde el problema de la máquina al problema del hombre, si es que vamos a pensar adecuadamente el problema del conocimiento. Si bien von Foerster presenta la cuestión de la "maquinización" de la epistemología como una tendencia social, es importante reconocer que dicha tendencia era un problema de la cibernética en sí misma, y que lo que él propone en este artículo es un cambio de rumbo para la disciplina.

Podríamos preguntarnos: ¿por qué hacer este esfuerzo de transformar a la cibernética en una disciplina más apropiada para tratar sistemas sociales, si había otras empresas, nacidas más claramente en el campo de lo social, que proveían lenguajes específicamente diseñados para ese empeño? El esfuerzo se justifica si hay algo que esta disciplina puede aportar, a diferencia de las otras. Es en relación con esta pregunta que resulta pertinente recordar la vocación transdisciplinaria de la cibernética, y su articulación en torno de nociones centrales (información, organización) que ponen el acento en la continuidad de lo viviente (lo biológico, lo cultural, y sus extensiones tecnológicas). Fue dicho acento en la continuidad (que se expresó tan claramente en la concepción batesoniana de lo "mental") lo que haría de toda teorización cibernética una meditación sobre la ecología, complementaria de su interés por la autonomía, entendidas ambas nociones como anverso y reverso de la noción de organización. Proveer este lenguaje fue un aporte único, original, de la cibernética.

El terapeuta enfrenta cotidianamente el reto de comprender la autoeco-organización (como la llamó Edgar Morin) de los sistemas terapéuticos que co-forma, sistemas que emergen en una particular intersección de sistemas médicos, judiciales, económicos, psicoterapéuticos, etcétera que utilizan lenguajes diversos, cuando no contradictorios. Buena parte del proceso terapéutico, más que una mera aplicación de modelos a un sistema supuestamente claro en el cual uno idealmente operaría, implica favorecer la comprensión (de todos los integrantes del sistema) del contexto en el cual ese mismo sistema terapéutico está operando y ha emergido.

De particular interés son también en este artículo los siguientes puntos:

— La reformulación de las funciones mentales aisladas como aspectos parciales de la actividad total de ese organismo en situación a la que podemos entender como “conocer”. Este mecanismo de destrivialización de la comprensión de una propiedad aislada (memoria, percepción, etc.) resulta especialmente valioso para el terapeuta que, con tanta frecuencia, y ante la presión de la urgencia por resolver el problema, tiende a reducir variables para ser capaz de tomar rápidamente un curso de acción. Sabemos que, también con mucha frecuencia, esta estrategia sucumbe rápidamente dada la complejidad de los procesos involucrados que han sido desconsiderados. Sabemos, al mismo tiempo, que si las variables involucradas son demasiadas, una parálisis del proceso de toma de decisiones suele ser una consecuencia. ¿No es la decisión acerca de cuánta complejidad incluir en el sistema que generamos en nuestro operar, una de las más difíciles decisiones del arte terapéutico?

— La recomendación de no abalanzarse sobre el objetivo aparente de definir claramente un problema, y buscar una solución, sin antes explorar las premisas o supuestos implícitos en los que se basa la definición del problema, la concepción de la solución, y el contexto específico que hace necesaria una solución en los términos propuestos.

— El énfasis puesto en el sistema que utiliza la información más que en la información misma. Lo importante no es meramente lo que decimos u oímos, sino el contexto (biológico, cultural, lingüístico, etc.) que permite entender lo que digo o me dicen (es decir, cambiar en el nivel de la acción o del discurso).

— La invitación a redescubrir la magia del lenguaje (así como al final del artículo anterior von Foerster nos invita a redescubrir la magia de los sistemas autoorganizadores). Sabemos que con demasiada frecuencia dicha magia desaparece ante la presión cotidiana por simplemente aceptar y reiterar lo evidente (que no es de ningún modo evidente). ¿Qué terapeuta no puede reconocer en las raíces de su acercamiento hacia lo psicológico esa fascinación por lo mental, lo onírico, lo lingüístico? Años de práctica trivializadora, en la que lo riguroso parecería requerir la anulación del asombro, suelen terminar en una sonrisa condescendiente ante aquellos entusiasmos tempranos por indagar la estructura de lo viviente. ¿No será ésta una enfermedad de la práctica terapéutica, y el aburrimiento y la transmisión de estos valores degradados a alumnos y pacientes, algunas de sus complicaciones?

“Notas para una epistemología de los objetos vivientes” es una de las primeras y más completas exposiciones que von Foerster hizo sobre los

fundamentos lógico-biológicos de una teoría del observador. Es una obra clave para todo interesado en el constructivismo en tanto instrumento para que los seres humanos conozcan como ellos mismos conocen, en tanto parte del dominio de lo viviente. En otras palabras, es el fundamento del desarrollo de una epistemología de y para los seres vivientes. Para el terapeuta, por definición un observador-participante de los sistemas que co-forma con sus pacientes, es una oportunidad única de indagar la armadura lógica que llevó a la necesidad de incluir la cuestión de la autorreferencia. Es a partir de esta inclusión que el campo terapéutico se complejizaría al dejar de ser el terapeuta alguien que habla de un sistema al que es ajeno y puede describir con "objetividad", para pasar a considerar las propias limitaciones, restricciones y determinantes de su "hablar acerca del sistema", así como para operar promoviendo una revisión de las premisas invisibles que limitan, restringen, determinan, lo que los pacientes dicen acerca de los sistemas en que participan.

El procedimiento que von Foerster sigue es el de preguntarse cómo conocemos, pregunta que lleva a un interés más por los procesos, por la generación del fenómeno estudiado, que por su sustancia. Este movimiento es una estrategia fundamental del pensamiento sistémico. Cuando Gregory Bateson decía que "el pensamiento sistémico siempre es algo más", alertaba sobre el hecho de que siempre un evento estudiado tiene determinantes que quedan fuera del sistema tal como es observado, y que el pensar sistémico intenta permanentemente complejizar el campo incluyendo más y más determinantes (estando esta inclusión limitada por las imposibilidades de operar con ciertos niveles de complejidad). Asumir una perspectiva ontogénica como la que propone von Foerster es uno de los modos de ejercer esa inclusión de "algo más", al explorar todo fenómeno (motivo de consulta, definición de problemas, soluciones intentadas, objetivos propuestos, etc.) en sus condiciones de emergencia, ejercicio que, como diría alguna vez von Foerster, sólo puede intentarse incluyendo la mirada de los demás.

Las respuestas que se dan aquí a la pregunta sobre el conocer van hilvanando una serie de nociones (objeto, cambio, invariancia, entidad, instante, etc.) como propiedades de las representaciones que generan a la realidad, más que como propiedades de la realidad. El terapeuta no se preguntará más qué realidad encontramos aquí, sino en qué sentido podemos (con las restricciones que la tradición de interacciones en la que estamos participando ahora nos impide) promover la generación de realidades menos restrictivas para nuestros pacientes en el dominio en que definamos su problemática.

Invalorable es también como modelo operativo, tanto para nuestras prácticas como para nuestras teorizaciones, cómo el desarrollo que presenta von Foerster en este artículo se halla en el polo opuesto de una "explicación

dormitiva", ya que el conocimiento y la comunicación aparecen, en su desarrollo conceptual, como una necesidad lógica, pero no son dados por garantizados, como punto de partida. Nuevamente, esta muestra será una muy útil estrategia para recuperar el asombro, para generar ese clima que, en la terapia, permite la emergencia de nuevas visiones, de nuevas interacciones, de caminos inexplorados, de novedades.

Foerster dice aquí que toda teoría que da por sentado lo que pretende explicar termina siendo una tecnología, o bien, podríamos también agregar, una ideología. El paso que va de la tecnología a la teoría es el mismo que el terapeuta expuesto a estos conceptos puede dar: de tecnólogo que da por sentado los modelos que aplica, a cuestionador y generador de modelos. Y, dicho sea de paso, ¿no es ése también el movimiento que pretendemos promover en nuestros pacientes? De ideólogo ciego de su propia vida a regulador de sus propios condicionamientos, para generarse y generar un mundo para sí.

Sobre sistemas autoorganizadores y sus ambientes*

Me siento algo indeciso con respecto a las consideraciones introductorias que quiero hacer a mi presentación porque tengo miedo de herir los sentimientos de aquellos que, tan generosamente, patrocinaron esta conferencia sobre sistemas autoorganizadores. Al mismo tiempo, creo que puedo llegar a tener alguna sug-rencia para hacer acerca de cómo responder a la pregunta que el doctor Weyl hizo en su pertinente y estimulante introducción: "¿Qué hace un sistema autoorganizador?" Así es como espero que ustedes me perdonarán si yo comienzo mi artículo presentando la siguiente tesis: "¡No hay nada que pueda ser llamado un sistema autoorganizador!"

Dado el título de esta conferencia tengo que presentar una demostración más que sólida de mi tesis, tarea que podría resultar en absoluto difícil, siempre que no haya, tras esta conferencia, un propósito secreto de promover una conspiración para deshacerse de la segunda ley de la termodinámica. Voy ahora a demostrar la no existencia de sistemas autoorganizadores por *reductio ad absurdum* de la presuposición de que hay algo que pueda ser llamado un sistema autoorganizador.

Supongamos que tenemos un universo finito, U_0 , tan pequeño o tan grande como queramos (véase figura 1a), encerrado en una envoltura adiabática que separa a dicho universo finito de cualquier "metauniverso" en el cual pudiera estar inmerso. Asumamos, además, que en este universo, U_0 , hay una superficie cerrada que lo divide en dos partes mutuamente excluyentes: una parte está completamente ocupada por un sistema autoorganizador S_0 , mientras que a la otra parte podemos llamarla el ambiente E_0 de este sistema autoorganizador: $S_0 \& E_0 = U_0$.

* Este artículo es una adaptación de una conferencia pronunciada el 5 de mayo de 1960 en el Simposio Interdisciplinario sobre Sistemas Autoorganizadores, realizado en Chicago, Illinois. Fue luego publicado en M. C. Yovits y S. Cameron, *Self-Organizing Systems*, Pergamon Press, Londres, págs. 31-50 (1960).

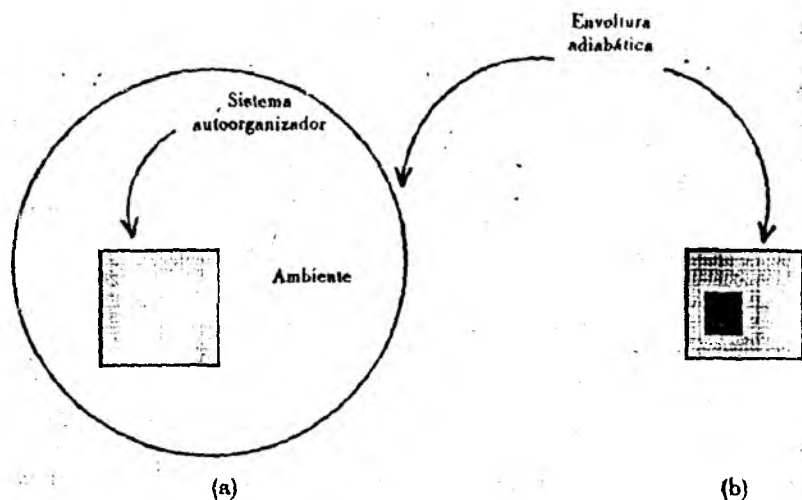


Figura 1

Podría agregar que es irrelevante si tenemos a nuestro sistema autoorganizador afuera o adentro de la superficie cerrada. Sin embargo, en la figura 1 se supone que el sistema ocupa el interior de la superficie divisoria.

Sin lugar a dudas, si se le permite a este sistema hacer su trabajo de organizarse a sí mismo por un breve lapso, su entropía debe disminuir durante ese tiempo:

$$\frac{\delta S_s}{\delta t} < 0$$

si no, no lo llamaríamos un sistema autoorganizador, sino tan sólo un sistema mecánico $\delta S_s / \delta t = 0$, o un sistema termodinámico $\delta S_s / \delta t > 0$. Para lograr lo antedicho (disminuir su entropía), la entropía en la parte restante del universo finito, es decir, la entropía del ambiente, debería haber aumentado:

$$\frac{\delta S_E}{\delta t} > 0$$

de otro modo, sería violada la Segunda Ley de la Termodinámica. Ahora bien, si alguno de los procesos que contribuyeron a disminuir la entropía del sistema es irreversible, encontraremos que la entropía del universo U_0 es más alta que antes de que nuestro sistema comenzara a organizarse a sí mismo, de allí que el estado del universo será más desorganizado que antes: $\delta S_U / \delta t > 0$, en otras palabras, la actividad del sistema fue desorganizadora y, con justicia, podemos llamar a tal sistema un "sistema desorganizador".

Sin embargo, podría argumentarse que no es justo con respecto al sistema hacerlo responsable de los cambios que ocurren en todo el universo y que esta inconsistencia surge sólo cuando se presta atención no solamente al sistema propiamente dicho sino también al ambiente del sistema. Trazando una envoltura adiabática demasiado amplia uno puede llegar a incluir procesos en modo alguno relevantes para este argumento. Entonces, hagamos coincidir a la envoltura adiabática con la superficie cerrada que separaba, previamente, al sistema de su ambiente (figura 1b). Esta acción no solamente invalidará el argumento citado, sino que también me permitirá demostrar que si uno asume que esta envoltura contiene al sistema autoorganizador propiamente dicho, el sistema resulta ser no sólo un sistema desorganizador, sino también un sistema autodesorganizador.

Resulta claro, a partir de mi ejemplo previo con la envoltura grande, que también en este caso —si han de ocurrir procesos irreversibles— la entropía del sistema que está ahora dentro de la envoltura debe aumentar, de modo tal que, a medida que el tiempo pasa, el sistema se desorganizaría a sí mismo, aunque en ciertas regiones la entropía podría, en verdad, haber disminuido. Se podría insistir ahora en el hecho de que deberíamos haber rodeado con nuestra envoltura sólo dichas regiones con disminución de la entropía, ya que ésa parece ser la parte propiamente autoorganizadora de nuestro sistema. Pero yo podría emplear nuevamente el mismo argumento que antes, aplicado ahora a una región más pequeña, y así podríamos seguir eternamente hasta que nuestro sistema supuestamente autoorganizante se haya desvanecido en los cotos de caza eternamente felices de lo infinitesimal.

A pesar de la demostración acerca de la no existencia de los sistemas autoorganizadores que he sugerido, propongo continuar usando el término "sistema autoorganizador", aunque teniendo en cuenta el hecho de que este término se vuelve falto de sentido, a menos que el sistema esté en estrecho contacto con un ambiente que posea orden y energía disponibles, y con el cual nuestro sistema esté en un estado de interacción permanente, de modo tal que pueda arreglárselas para, de algún modo, "vivir" a expensas de ese ambiente.

Aunque no voy a entrar en los detalles de la interesante cuestión del

flujo de energía entre el ambiente y el sistema y viceversa, voy a mencionar brevemente las dos escuelas de pensamiento asociadas a este problema, a saber, aquella que considera el flujo de energía y el flujo de señales como una cuestión de un canal único, fuertemente ligado (en otros términos, el mensaje lleva también el alimento o bien señal y alimento son sinónimos), y aquella otra que los separa cuidadosamente, aunque existe en esta teoría una significativa interdependencia entre flujo de señales y disponibilidad alimentaria.

Confieso pertenecer a la última escuela de pensamiento y me siento particularmente feliz de que posteriormente, en esta misma reunión, el señor Pask, en su artículo *Historia natural de las redes* [1], hará a este punto de vista mucho más claro de lo que yo pudiera alguna vez ser capaz de hacerlo.

Lo que me interesa particularmente en este momento es no tanto la energía del ambiente que es digerida por el sistema, sino la utilización que éste hace del orden ambiental. En otras palabras, la pregunta que me gustaría contestar es: "¿Puede nuestro sistema asimilar orden del ambiente? Y si puede, ¿cuánto orden es capaz de asimilar?"

Antes de abordar esta pregunta debo superar dos obstáculos, ambos relacionados con el ambiente. Dado que ustedes habrán observado sin duda que en mi filosofía acerca de los sistemas autoorganizadores el ambiente de tales sistemas es una *conditio sine qua non*, me siento obligado, antes que nada, a mostrar en qué sentido podemos hablar acerca de la existencia de un ambiente tal. En segundo lugar, tengo que demostrar que, si tal ambiente existe, debe poseer cierta estructura.

El primer problema que tengo que superar es tal vez uno de los problemas filosóficos más antiguos con los que la humanidad ha tenido que vivir. Este problema surge cuando nosotros, los seres humanos, nos consideramos a nosotros mismos sistemas autoorganizadores. Podríamos insistir en el hecho de que la introspección no nos permite decidir si el mundo tal como lo vemos es "real", o tan sólo una fantasmagoría, un sueño, una ilusión de nuestra fantasía. Una decisión con respecto a este dilema es pertinente a mi discusión desde el momento que —si la última alternativa resultara verdadera— mi tesis original, que aseveraba la falta de sentido de un sistema autoorganizador aislado, se derrumbaría lastimosamente.

Voy ahora a proceder a demostrar la realidad del mundo tal como lo vemos, por *reductio ad absurdum* de la tesis: este mundo está sólo en nuestra imaginación y la única realidad es el "yo" que imagina.

Gracias a la asistencia artística del señor Pask que ilustró tan bellamente tanto ésta cuanto otras de mis aseveraciones posteriores (Figuras 2, 5 y 6), será fácil para mí desarrollar mi argumento.



Figura 2

Asumamos por el momento que yo soy el hombre de éxito de negocios con sombrero hongo de la figura 2, y que yo insisto que soy la única realidad, mientras que todo lo demás es sólo parte de mi imaginación. No puedo negar que en mi imaginación aparecerá gente, científicos, otros hombres de negocios con éxito, etcétera, como los hay por ejemplo en esta conferencia. Desde el momento en que encuentro a estas apariciones similares a mí en muchos aspectos, tengo que darles el derecho de que ellos mismos aseveren que son la única realidad y que todo lo demás es sólo una maquinación de su imaginación. Al mismo tiempo, ellos no pueden negar que sus fantasías están pobladas por gente, ¡y uno de ellos puedo ser yo, con sombrero hongo y todo lo demás!

Con esto hemos cerrado el círculo de nuestra contradicción: si yo asumo que soy la única realidad, resulta que yo soy parte de la imaginación de algún otro que, a su vez, asume que él es la única realidad. Esta paradoja se resuelve fácilmente, por supuesto, postulando la realidad del mundo en el que alegremente florecemos.

Habiendo restablecido la realidad, podría resultar interesante subrayar que la realidad aparece como un marco de referencia consistente para al menos dos observadores. Esto se vuelve particularmente trasparente, si nos damos cuenta de que mi "demostración" fue moldeada exactamente sobre el "principio de relatividad", que esencialmente establece que si una

hipótesis que es aplicable a un conjunto de objetos se sostiene para un objeto y se sostiene para otro objeto y se sostiene, entonces, para ambos objetos simultáneamente, será entonces aceptable para todos los objetos del conjunto. Escrito en términos de lógica simbólica, tenemos:

$$(Ex) [H(a) \& H(x) \rightarrow H(a + x)] \rightarrow (x) H(x) \quad [1]$$

Copérnico podría haber usado este argumento en su favor, señalando que si nosotros afirmamos la existencia de un sistema geocéntrico $[H(a)]$, los venusinos, por ejemplo, podrían insistir en un sistema venucéntrico $[H(x)]$. Pero dado que no podemos ser ambas cosas, centrales y epicicloides al mismo tiempo $[H(a + x)]$, algo debe estar errado en un sistema planetocéntrico.

Sin embargo, no deberíamos pasar por alto que la expresión antedicha, (H) no es una tautología, por tanto, debe ser una expresión plena de sentido. (Esto fue observado por Wittgenstein [2], si bien él aplicó esta consideración al principio de la inducción matemática. Sin embargo, la estrecha relación entre la inducción y el principio de relatividad parecería ser evidente. Me atrevería incluso a decir que el principio de la inducción matemática es el principio de relatividad expresado en la teoría de los números.) Lo que esta expresión hace es establecer un modo en el que podemos hablar acerca de la existencia de un ambiente.

Antes de estar en condiciones de retornar a mi pregunta original acerca de cuánto orden puede un sistema autoorganizador asimilar de su ambiente, tengo que demostrar que en nuestro ambiente hay cierta estructura. Esto puede hacerse muy fácilmente, en verdad, señalando que obviamente nosotros no estamos aún en el espantoso estado de "muerte térmica" de Boltzmann. De allí que actualmente la entropía aún aumenta, lo cual significa que debe de haber algún orden —al menos ahora— porque si no, no podríamos perderlo.

Permítanme resumir brevemente los puntos que he señalado hasta ahora:

- 1) Por sistema autoorganizador entiendo aquella parte de un sistema que consume energía y orden de su ambiente.
- 2) Hay una realidad ambiental en el sentido sugerido por la aceptación del principio de relatividad.
- 3) El ambiente tiene estructura.

Vamos ahora a ocuparnos de nuestros sistemas autoorganizadores. Lo que esperamos es que esos sistemas incrementen su orden interno. Para

poder describir este proceso sería bueno, en primer lugar, que fuéramos capaces de definir qué entendemos por "interno" y, en segundo lugar, que tuviéramos alguna medida del orden.

El primer problema surge siempre que tenemos que vérmolas con sistemas que no vienen envueltos en una piel. En tales casos definir el límite cerrado de nuestro sistema implica una decisión propia. Pero esto puede traer problemas porque si especificamos intuitivamente una cierta región del espacio como el lugar apropiado para encontrar a nuestro sistema autoorganizador, puede suceder que esta región no muestre en absoluto propiedades autoorganizadoras, y nos veamos forzados a hacer otra elección esperando, esta vez, tener más suerte. Este es el tipo de dificultad que se encuentra, por ejemplo, en relación con el problema de la "localización de funciones" en la corteza cerebral.

Por supuesto podemos dar vuelta el argumento y decir que definimos nuestro límite en cualquier instante dado como siendo la envoltura de aquella parte del espacio que muestra el deseado incremento del orden. Pero en este caso también encontramos problemas, porque no conozco ningún artefacto capaz de indicar si está conectado a una región autodes-organizadora o a una región autoorganizadora, proveyéndonos de ese modo con una definición operacional sólida.

Otra dificultad puede surgir de la posibilidad de que estas regiones autoorganizadoras pueden no solamente moverse en el espacio y cambiar de forma, sino también aparecer y desaparecer espontáneamente aquí y allá, requiriendo entonces que el "ordenómetro" no solamente persiga a estos sistemas tan elusivos, sino también que detecte el lugar de su formación.

Con esta pequeña digresión quería solamente señalar que tenemos que ser muy cuidadosos al aplicar la palabra "interior" en este contexto porque, aun habiendo establecido la posición del observador, él puede pasar un mal rato tratando de establecer qué es lo que ve.

Permítanme ahora volver al otro punto que mencioné anteriormente, a saber, el de tratar de encontrar una adecuada medida del orden. Mi opinión personal es que con este término queremos describir dos situaciones diferentes. En primer lugar, podemos querer dar cuenta de relaciones aparentes entre elementos de un conjunto que impondrían ciertas restricciones con respecto a los posibles ordenamientos de los elementos de este sistema. A medida que la organización del sistema crece, más y más relaciones de este tipo se vuelven aparentes. En segundo lugar, me parece que orden tiene una connotación relativa, más que absoluta, con respecto al máximo desorden capaz de ser desplegado por los elementos del conjunto. Esto sugiere que sería conveniente si la medida del orden asumiera valores entre cero y uno, dando cuenta en el primer caso del máximo

desorden y, en el segundo caso, del máximo orden. De este modo podemos eliminar a la "neguentropía" como medida del orden, porque la neguentropía siempre asume valores finitos para sistemas que están en completo desorden. Sin embargo, lo que Shannon [3] definió como "redundancia" parecería estar hecho a medida para describir al orden tal como a mí me gusta pensar en él. Si usamos la definición de Shannon de redundancia tenemos:

$$R = 1 - \frac{H}{H_m} \quad [2]$$

donde H/H_m es la razón entre la entropía H de una fuente de información y el valor máximo H_m que podría tener mientras esté restringida a los mismos símbolos. Shannon llama a esta razón "entropía relativa". Es claro que esta expresión satisface los requerimientos para ser una medida del orden tal como yo lo enuncié anteriormente. Si el sistema está en su máximo desorden $H = H_m$, R se vuelve cero; mientras que, si los elementos del sistema están ordenados de un modo tal que, dado un elemento, la posición de todos los otros elementos se halla determinada, la entropía —o el grado de incerteza— desaparece, y R se vuelve uno, indicando orden perfecto.

Lo que esperamos de un sistema autoorganizador es, por supuesto, que dado cierto valor inicial de orden en el sistema, este orden va a aumentar a medida que pasa el tiempo. Basándonos en nuestra expresión [2] podemos ya establecer el criterio para que un sistema sea autoorganizador, a saber, el incremento de cambio debe ser positivo:

$$\frac{\delta R}{\delta t} > 0 \quad [3]$$

Si diferenciamos a la ecuación [2] con respecto al tiempo y usamos la desigualdad [3], tenemos:

$$\frac{\delta R}{\delta t} = \frac{H_m (\delta H / \delta t) - H (\delta H_m / \delta t)}{H_m^2} \quad [4]$$

Desde el momento que $H_m^2 > 0$, bajo cualquier condición (a menos que partamos de sistemas que sólo pueden ser pensados como estando siempre en perfecto orden: $H_m = 0$), encontramos la condición para que un sistema pueda ser considerado autoorganizador expresada en términos de entropías:

$$H \cdot \frac{\delta H_m}{\delta t} > H_m \frac{\delta H}{\delta t} \quad [5]$$

Para poder ver el significado de esta expresión permítanme discutir brevemente dos casos especiales, a saber, aquellos en que se asume que, en cada caso, alguno de los términos, o H ó H_m permanece constante.

(a) $H_m = \text{constante}$

Consideremos en primer lugar el caso en que H_m , la entropía máxima posible del sistema, permanece constante, porque es el caso que se tiene presente en general cuando hablamos de sistemas autoorganizadores. Si se supone que H_m permanece constante la derivada temporal de H_m desaparece y tenemos, a partir de la expresión [5]:

$$\text{para } \frac{\delta H_m}{\delta t} = 0 \dots\dots \frac{\delta H}{\delta t} < 0 \quad [6]$$

Esta simple ecuación dice que, a medida que el tiempo pasa, la entropía del sistema debe aumentar. Esto ya lo sabíamos, pero ahora podemos preguntarnos: ¿cómo es que esto puede pasar? Dado que la entropía del sistema depende de la distribución de probabilidades de los elementos a ser encontrados en ciertos estados distinguibles, es claro que esta distribución de probabilidades debe cambiar de modo tal que H se reduzca. Podemos llegar a visualizar esto, así como el modo en que esto puede realizarse, prestando atención a los factores que determinan la distribución de probabilidades. Uno de estos factores podría ser que nuestros elementos posean ciertas propiedades que hicieran más o menos probable que un elemento pueda ser encontrado en un cierto estado. Asumamos, por ejemplo, que el estado considerado es "estar en un agujero de un cierto tamaño". La probabilidad de ser encontrados en ese estado de los elementos más grandes que el agujero es, claramente, cero. De ahí que, si los elementos son lentamente inflados como pequeños globos, la distribución de probabilidad va a cambiar en forma constante. Otro factor que inflencie la distribución de probabilidad podría ser que nuestros elementos posean algunas otras propiedades que determinen las probabilidades condicionales de un elemento de ser encontrado en ciertos estados, dado el estado de otros elementos en el sistema. Nuevamente, un cambio en estas probabilidades condicionales cambiará la distribución de probabilidades y, por tanto, la entropía del sistema. Dado que todos estos cambios ocurren

internamente voy a hacer responsable de estos cambios a un "demonio interno". El sería quien, por ejemplo, se mantiene ocupado inflando los pequeños globos y cambiando de ese modo la distribución de probabilidad, o desviando las probabilidades condicionales al establecer lazos entre los elementos de modo tal que H disminuya. Dado que tenemos cierta familiaridad con la tarca de este demonio, voy a dejarlo por un momento para ocuparme de otro, al discutir el segundo caso especial que mencioné anteriormente, a saber, cuando se supone que H permanece constante.

$$(b) H = \text{constante}$$

Si suponemos que la entropía del sistema permanece constante, su derivada temporal desaparecerá y tendremos, a partir de la ecuación [5]:

$$\text{para } \frac{\delta H}{\delta t} = 0 \dots\dots \frac{\delta H_m}{\delta t} < 0 \quad [7]$$

Así es como obtenemos este peculiar resultado: de acuerdo con nuestra previa definición de orden, podríamos estar frente a un sistema autoorganizador si su máximo desorden posible estuviera aumentando. A primera vista, pareciera que lograr esto podría resultar un asunto más que trivial, porque uno puede fácilmente imaginar simples procesos en los que se satisface esta condición. Tomemos como un simple ejemplo un sistema compuesto de N elementos capaces de asumir ciertos estados observables. En la mayor parte de los casos puede lograrse una distribución de probabilidad para el número de elementos en estos estados, tal que H se maximiza y se obtiene una expresión para H_m . Dado que la entropía (o cantidad de información) está ligada al logaritmo de las probabilidades, no es demasiado difícil demostrar que las expresiones para H_m usualmente siguen la forma general:

$$H_m = C_1 + C_2 \log_2 N$$

Esto sugiere inmediatamente un modo de incrementar H_m , a saber, tan sólo aumentando el número de elementos constituyentes del sistema; en otras palabras, un sistema que crece incorporando nuevos elementos incrementará su entropía máxima y, dado que esto satisface el criterio para que un sistema sea autoorganizador (ecuación 7) debemos, con toda

justicia, reconocer a este sistema como un miembro de la distinguida familia de los sistemas autoorganizadores.

Podría argumentarse que si el mero agregado de elementos a un sistema lo vuelve un sistema autoorganizador, tirar arena en un cubo haría del cubo un sistema autoorganizador. Sin embargo —para decirlo suavemente— esto no parecería ajustarse a nuestra intuitiva estima por los miembros de nuestra distinguida familia. Y con razón, porque este argumento ignora la premisa de la cual se derivó este argumento, a saber, que durante el proceso de agregar nuevos elementos al sistema la entropía H del sistema debe mantenerse constante. En el caso del cubo lleno de arena, ésta podría llegar a ser una ardua tarea, que podría teóricamente ser realizada, por ejemplo, ubicando las partículas recién admitidas exactamente en el mismo orden con respecto a ciertos estados distinguibles como ser, digamos, posición, dirección, etcétera, iguales a aquellos presentes en el instante de admisión de las recién llegadas. Es claro que esta tarea de incrementar H_m manteniendo constante a H requiere habilidades sobrehumanas y así es que, para realizarla, debemos emplear otro demonio al que llamaré el “demonio externo”, cuyo trabajo consiste en admitir-en-el-sistema sólo aquellos elementos cuyo estado satisface, al menos, la condición de mantener la entropía interna constante. Como es notorio, este demonio es un pariente cercano del demonio de Maxwell, con la única diferencia de que hoy en día estos sujetos ya no son lo que eran porque, antes de 1927 [4], ellos podían observar un agujero arbitrariamente pequeño a través del cual debía pasar el recién llegado y podían, entonces, calcular su momento con una agudeza arbitrariamente alta. Hoy en día, en cambio, demonios que observaran con precisión un agujero dado serían incapaces de hacer un cálculo confiable del momento, y viceversa. Ellos están, lamentablemente, restringidos por el principio de incertidumbre de Heisenberg.

Habiendo discutido los dos casos especiales en los que, en cada caso, sólo un demonio está trabajando mientras que el otro está inmovilizado, voy ahora a describir brevemente la situación general en la cual ambos demonios se hallan en libertad, volviendo así a nuestra ecuación general [5] que expresaba el criterio para que un sistema pudiera ser considerado autoorganizador en términos de las entropías H y H_m . Esta ecuación puede ser repetida aquí, por razones de conveniencia, indicando al mismo tiempo las tareas de los dos demonios D_i y D_e :

$$\begin{array}{ccccccc}
 H & \times & \frac{\delta H_m}{\delta t} & > & H_m & \times & \frac{\delta H}{\delta t} & [5] \\
 | & & | & & | & & | \\
 \text{Resultados} & & \text{Esfuerzos} & & \text{Resultados} & & \text{Esfuerzos} \\
 \text{de } D_i & & \text{de } D_e & & \text{de } D_e & & \text{de } D_i
 \end{array}$$

A partir de esta ecuación podemos ahora ver fácilmente que, si se les permite a ambos demonios trabajar juntos, ellos tendrán una vida desproporcionadamente más fácil que cuando sólo se les permitía trabajar por separado. En primer lugar, no es necesario que D_i esté siempre disminuyendo la entropía instantánea H , o que D_e esté siempre aumentando la entropía máxima posible H_m ; sólo es necesario que el producto de los resultados de D_i con los esfuerzos de D_e sea más grande que el producto de los resultados de D_e con los esfuerzos de D_i . En segundo lugar, si H ó H_m es grande, D_e ó D_i pueden, respectivamente, tomar las cosas con calma, porque sus esfuerzos se verán multiplicados por los factores apropiados. Esto demuestra, de un modo relevante, la interdependencia de estos demonios. Porque si D_i estuviera muy ocupado en lograr una gran H , D_e podría permitirse estar perezoso, porque sus esfuerzos se verían multiplicados por los resultados de D_i , y viceversa. Al mismo tiempo, si D_e se mantuviera perezoso demasiado tiempo, D_i no tendría sobre qué construir y su resultado disminuiría, forzando a D_e a retomar su actividad para evitar que el sistema deje de ser un sistema autoorganizador.

Existe también, además del acoplamiento entrópico de los dos demonios, una interacción energética entre ambos causada por los requerimientos de energía del demonio interno que se supone realiza los cambios en la distribución de probabilidad de los elementos componentes del sistema. Esto, como podemos recordar por nuestro ejemplo anterior en el cual alguien tenía que inflar los pequeños globos, requiere alguna energía. Desde el momento en que esta energía ha sido tomada del ambiente, afectará las actividades del demonio externo que puede llegar a encontrarse con un problema cuando intente suplir al sistema con la entropía-elegida que pueda reunir de un ambiente energéticamente consumido.

Para concluir la breve exposición de mi demonología, un simple diagrama puede ilustrar la doble ligazón entre el demonio interno y el demonio externo, que los hace entrópica (H) y energéticamente (E) interdependientes.

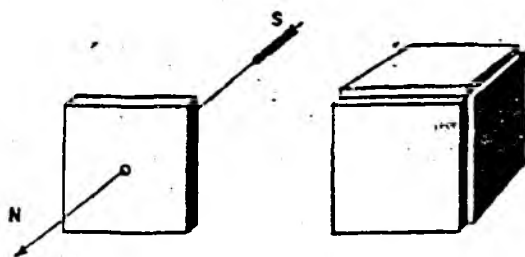
Para cualquiera que quiera acercarse a este tema desde el punto de vista de un físico, y que esté condicionado a pensar en términos de termodinámica y mecánica estadística, es imposible no referirse a la pequeña y hermosa monografía de Erwin Schrodinger *¿Qué es la vida?* [5]. Aquellos que estén familiarizados con este libro recordarán que Schrodinger admira particularmente dos hechos destacables de los organismos vivientes. Uno es el orden increíblemente elevado de los genes, los "guiones del código hereditario", como él los llama, y el otro es la maravillosa estabilidad de estas unidades organizadas cuyas delicadas estructuras permanecen casi inalteradas a pesar de su exposición a la agitación térmica al ser sumergidas —por ejemplo, en el caso de los mamíferos— en un termostato a 310 grados Kelvin.

En el curso de su absorbente discusión, Schrodinger nos llama la atención acerca de dos "mecanismos" básicos diferentes a través de los cuales pueden producirse eventos ordenados: "El mecanismo estadístico que produce orden a partir del desorden y ... el (otro) que produce orden a partir del orden".

Mientras que el primer mecanismo, el principio del "orden a partir del desorden" se refiere meramente a "leyes estadísticas" o, como dice Schrodinger, al "magnífico orden de la ley física exacta que proviene del desorden atómico y molecular", el segundo mecanismo, el principio del "orden a partir del orden" es, de nuevo en sus palabras: "la verdadera clave para la comprensión de la vida". Ya previamente en su libro Schrodinger desarrolla este principio muy claramente y declara: "Un organismo se nutre de entropía negativa". Pienso que mis demonios estarían de acuerdo con eso, y yo también. Sin embargo, releendo recientemente el pequeño libro de Schrodinger me preguntaba cómo era posible que hubiera escapado a su perspicaz mirada lo que yo consideraría una "segunda clave" para la comprensión de la vida o —es justo decirlo— de los sistemas autoorganizadores. Aunque el principio que tengo "in mente" podría, a primera vista, ser confundido con el principio de "orden a partir del desorden" de Schrodinger, no tiene en realidad nada en común con él. Así es que, para subrayar la diferencia entre ambos, llamaré al principio que voy a introducir ahora principio del "orden a partir del ruido". Por tanto, en mi restaurante los sistemas autoorganizadores no se alimentan solamente de orden sino que también encuentran ruido en el menú.

Permítanme explicar brevemente qué significa decir que un sistema autoorganizador se alimenta de ruido, usando un ejemplo casi trivial, aunque divertido.

Supongamos que consigo un gran pliego de material permanentemente magnetizado que está fuertemente magnetizado en forma perpendicular a la superficie, y que recorto de este pliego un gran número de pequeños cuadrados (figura 3a).



(a) Cuadrado magnetizado

(b) Cubo, familia I

Figura 3

Luego pego estos pequeños cuadrados a todas las superficies de pequeños cubos hechos de material liviano, no magnético, del mismo tamaño que los cuadrados (figura 3b). De acuerdo a qué lados de los cubos elijamos para que tengan el polo norte magnético apuntando para el lado de afuera (familia I), podemos producir diez tipos diferentes de familias de cubos, tal como se indica en la figura 4.

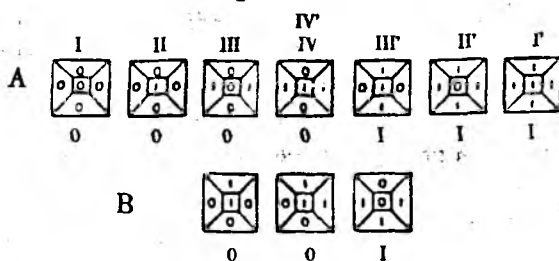


Figura 4. Diez familias diferentes de cubos.

Supongamos ahora que tomo un gran número de cubos, digamos, de la familia I, que se caracteriza por tener todos los lados con el polo norte apuntando hacia afuera (o de la familia I', con todos los polos sur), los pongo en una gran caja que está también llena de pequeñas bolitas de vidrio, de modo tal que hago deslizarse a los cubos por fricción, y empiezo a sacudir la caja. Por cierto nada demasiado espectacular va a pasar: desde el momento en que los cubos se repelen unos a otros, tenderán a distribuirse en el espacio disponible de modo tal que ninguno de ellos se acerque demasiado a algún otro cubo. Si al poner los cubos en la caja no se siguió ningún principio ordenador, la entropía del sistema permanecerá constante o, como máximo, aumentará una pequeña cantidad.

Supongamos ahora, para hacer este juego un poco más divertido, que reúno ahora una población de cubos en la cual sólo la mitad de los elementos son miembros de la familia I (o I'), mientras que la otra mitad

son miembros de la familia II (o II'), caracterizada por tener sólo un lado de diferente magnetismo apuntando hacia afuera. Si esta población es puesta en mi caja y continuo sacudiéndola, es claro que aquellos cubos con sólo un polo diferente apuntando hacia afuera tenderán, con una probabilidad aplastante, a emparejarse con miembros de la otra familia, hasta que mis cubos estén casi totalmente emparejados. Dado que las probabilidades condicionales de encontrar un miembro de la familia II, dado el lugar de un miembro de la familia I, han aumentado mucho, la entropía del sistema ha disminuido, de ahí que tengamos más orden después de sacudir la caja que antes. Es fácil demostrar que en este caso la cantidad de orden en nuestro sistema ascendió de cero a

$$R_{\infty} = \frac{1}{\log_2(en)}$$

si uno comenzó con una densidad de población de n cubos por unidad de volumen.

Les garantizo que este aumento en el orden no es para nada extraño, especialmente si la densidad de población es alta. Tomemos entonces una

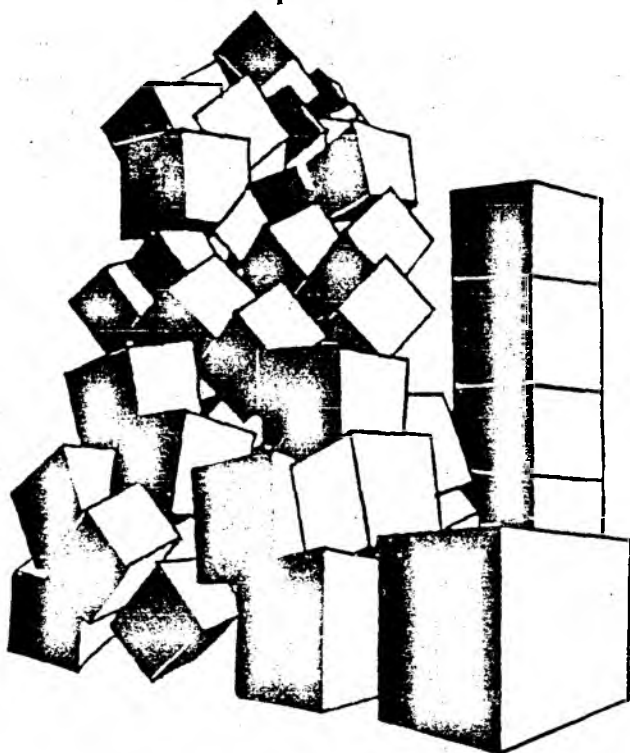


Figura 5. Antes.

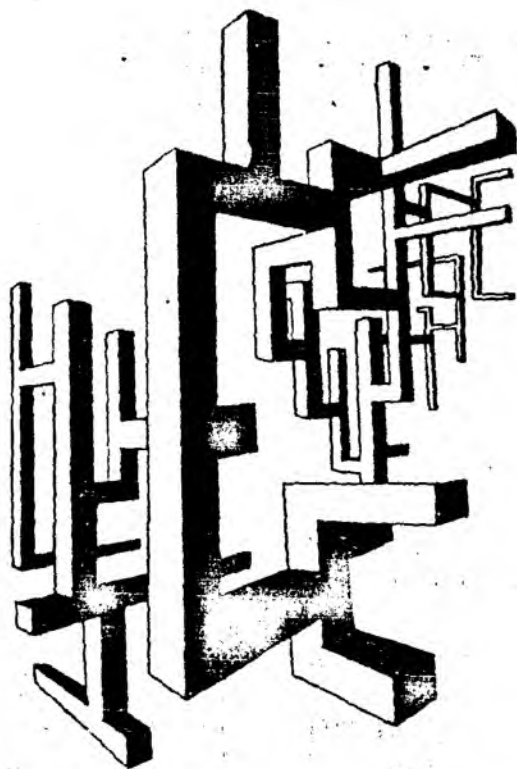


Figura 6. Después.

población formada enteramente por miembros de la familia IV B, caracterizada por polaridades opuestas de los dos pares de aquellos tres lados que se juntan en dos puntas opuestas. Ponemos estos cubos en mi caja y la sacudimos. Luego de un cierto tiempo abrimos la caja y en vez de ver un montón de cubos apilados en algún lugar de la caja (figura 5), ustedes no creerán lo que ven sus ojos pero surgirá una estructura increíblemente ordenada que, me imagino, pasaría el examen para ser exhibida en una muestra de arte surrealista (figura 6).

Si ustedes no hubieran sabido acerca del truco de las superficies magnéticas y me hubieran preguntado qué es lo que puso a los cubos en ese orden tan notable, yo hubiera mantenido mi cara seria y hubiera contestado: sacudirlos, por supuesto, y unos pequeños demonios en la caja.

Con este ejemplo espero haber ilustrado de manera suficiente el principio al que llamé del "orden a partir del ruido", porque el sistema no

fue alimentado con ningún orden, sino tan sólo con barata energía no dirigida; sin embargo, gracias a los pequeños demonios en la caja, sólo fueron seleccionados, a largo plazo, aquellos componentes del ruido que contribuían al aumento del orden en el sistema. La ocurrencia de una mutación, por ejemplo, sería una analogía pertinente si las gámetas fueran los sistemas considerados.

Así es como yo nombraría dos mecanismos como claves importantes para la comprensión de los sistemas autoorganizadores, uno al que llamaría el principio del "orden a partir del orden", como sugirió Schrodinger, y otro al que llamo principio del "orden a partir del ruido". Ambos requieren la cooperación de nuestros demonios, que son creados junto con los elementos de nuestro sistema, y se manifiestan en algunas de las propiedades estructurales intrínsecas de estos elementos.

Podría ser acusado de haber presentado un caso casi trivial con la intención de desarrollar mi principio del orden a partir del ruido. Estoy de acuerdo. Sin embargo, estoy convencido de que si no hubiera confesado mi pequeño truco de las superficies magnetizadas, hubiera mantenido una posición mucho más sólida. Por tanto, estoy muy agradecido a los patrocinadores de esta conferencia por haber invitado al Dr. Auerbach [6] que más adelante nos contará acerca de sus hermosos experimentos *in vitro* sobre la reorganización de células en órganos predeterminados después de que las células han sido completamente separadas y mezcladas. Si el Dr. Auerbach llegara a conocer el truco a través del cual eso sucede, espero que no lo revele. Porque si él permaneciera silencioso, yo podría recuperar mi tesis de que sin tener algún conocimiento de los mecanismos comprometidos, mi ejemplo no era, después de todo, tan trivial, y los sistemas autoorganizadores siguen siendo aún cosas maravillosas.

Referencias bibliográficas

- [1] G. Pask: "The natural history of networks", en M. C. Yovits y S. Cameron (comps.): *Self-Organizing Systems*, Pergamon Press, Londres, pág. 232 (1960).
- [2] L. Wittgenstein: *Tractatus Logico-Philosophicus*, párrafo 6.31, Humanities Publishing House, Nueva York (1956).
- [3] C. Shannon y W. Weaver: *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, Illinois, pág. 25 (1949).
- [4] W. Heisenberg: *Z. Phys.* 43, 172 (1927).
- [5] E. Schrodinger: *What is Life?*, MacMillan, Nueva York, págs. 72, 80, 82 (1947).
- [6] R. Auerbach: "Organization and reorganization of embryonic cells", en M. C. Yovits y S. Cameron (comps.): *Self-Organizing Systems*, Pergamon Press, Londres, pág. 101.

Pensamientos sobre el conocimiento*

Proyectar nuestra propia imagen sobre objetos o funciones de objetos del mundo exterior es una práctica muy común. Llamaré a esta proyección "antropomorfización". Desde el momento en que cada uno de nosotros tiene un conocimiento directo de sí mismo, el camino más directo para comprender a X es encontrar un mapeo a través del cual podamos vernos a nosotros mismos representados por X. Esto puede demostrarse bellamente dándole nombres de partes de nuestro cuerpo a cosas que tengan similitudes estructurales o funcionales con esas partes: la "cabeza" de un clavo, las "mandíbulas" de una prensa de carpintero, los "dientes" de un engranaje, los "labios" de una pinza, el "sexo" de los enchufes eléctricos, las "patas" de una silla, etcétera.

Los surrealistas, siempre tan agudos para observar las ambivalencias de nuestros procesos cognitivos, traían esos procesos a nuestra atención contrastando aquellas ambivalencias con un trasfondo de consistencias semánticas: las "patas" de una silla (figura 1) [1], una "cómoda"*** (figura 2). [2] ***

* Este artículo es una adaptación de otro presentado el 2 de mayo de 1969 en un Simposio sobre Estudios Cognitivos e Investigación en Inteligencia Artificial, patrocinado por la Fundación Wenner-Green para la Investigación Antropológica y realizado en el Centro de Educación Continua de la Universidad de Chicago en Chicago, Illinois. Fue publicado originalmente con el título "Thoughts and Notes on Cognition" en Paul Garvin (comp.), *Cognition: A Multiple View*, Spartan Books, Nueva York, págs. 25-48 (1970).

El artículo original se denomina "Pensamientos y notas sobre el conocimiento". Para esta edición hemos eliminado las notas por dos motivos: en primer lugar, su contenido está formulado esencialmente en forma matemática ardua para el estudioso de las ciencias sociales a quien esta edición está principalmente dirigida; en segundo lugar, el contenido de dichas notas fue posteriormente elaborado, presentado más extensamente y formulado en términos matemáticamente más sencillos así como en términos más cualitativos en "Notas para una epistemología de los objetos vivientes", incluido en esta edición.

** El término inglés para cómoda: "chest of drawers", significa textualmente "órax de cajones", de ahí, el juego con la ambigüedad semántica, de otro modo incomprensible en este caso [T.]

*** Me siento profundamente en deuda con Humberto Maturana, Gotthard Gunther

A comienzos de siglo, los psicólogos de animales tenían serias dificultades para superar los antropomorfismos funcionales de una zoología poblada por animales romantizados con características humanas: el perro "fiel", el caballo "valiente", el "orgulloso" león, el "astuto" zorro, etcétera. Konrad Lorenz, el gran ornitólogo, fue expulsado de Viena cuando sugirió, imprudentemente, controlar la superpoblada, subalimentada y tuberculosa población de palomas mensajeras de la ciudad importando halcones que cayeran sobre los nidos de palomas en busca de los huevos. El buen corazón de los vieneses no pudo tolerar la idea de un "infanticidio de palomas". Lo que hicieron, en cambio, fue alimentar a las palomas el doble de lo que lo hacían anteriormente. Cuando Lorenz señaló que el resultado de esto sería el doble de palomas mensajeras subalimentadas y tuberculosas, ituvo que irse, y rápido!

Por supuesto que, en principio, no hay nada malo con las antropomorfizaciones que, en la mayoría de los casos, sirven como algoritmos útiles para determinar la conducta. Para vérselas con un zorro es una ventaja saber que es "astuto", es decir, que es un reto para el cerebro más que para los músculos.

Hoy que la mayoría de nosotros se mudó a las grandes ciudades, hemos perdido contacto con el mundo animal y muebles de acero con ciertas propiedades funcionales, los ordenadores, se están volviendo objetos de nuestro cariño y, en consecuencia, es a ellas que se les otorgan epítetos romantizadores. Sin embargo, dado que hoy en día vivimos en una era de ciencia y de tecnología más que de emoción y sentimentalismo, los cariñosos epítetos para nuestras máquinas no hacen referencia al carácter sino al intelecto. Aunque es posible y hasta, tal vez, apropiado, hablar acerca de un "orgulloso sistema IBM 360-50", de el "valiente 1800", o del "astuto PDP 8", nunca he visto a nadie que use este estilo de lenguaje. En lugar de ello, romantizamos lo que parecerían ser las funciones intelectuales de las máquinas. Hablamos acerca de sus "memorias", decimos que estas máquinas acumulan y reciben "información", "resuelven problemas", "demuestran teoremas", etcétera. Aparentemente nos las estamos viendo con tipos bien inteligentes, y ha habido incluso intentos de diseñar un CIA, un "cociente de inteligencia artificial", para así trasladar con eficacia y autoridad a este nuevo campo de la "inteligencia artificial" las falsas concepciones que son, incluso hoy, muy populares entre algunos prominentes conductistas.

[3] y Ross Ashby por sus incansables esfuerzos para iluminarme en relación con la vida, la lógica y los grandes sistemas, y con Lebbens Woods por proporcionarme reproducciones de pinturas que ilustran mis concepciones mejor de lo que yo pudiera hacerlo sólo con palabras. Sin embargo, si hay aún errores de exposición o de presentación, es a mí a quien debería culparse y no a estos amigos que tan generosamente han contribuido con su tiempo.

Parecería que, mientras nuestra relación intelectual con estas máquinas espera ser clarificada, en la esfera emocional estamos actuando correctamente. Quisiera hacer este comentario como una nota al pie a las encantadoras observaciones de Madeleine Mathiot acerca de los diferentes grados de "temeridad" asociados a los géneros referenciales "ello", "él" y "ella". Ella ha desarrollado un sistema de ubicación lógico trivalente en el cual el inhumano "ello" no transmite ninguna referencia a la temeridad, ya sea por la negativa (ausencia), ni por la afirmativa (presencia), mientras que los humanos "él" y "ella" transmiten una referencia a la temeridad, refiriéndose el masculino "él" a su presencia y el femenino "ella", por supuesto, a su ausencia.

Cuando se construyó la ILLIAC II en la Universidad de Illinois en los años cincuenta, el género referencial usado por todos nosotros era "ello". El grupo que trabaja ahora con el ordenador ILLIAC III promete que "él" estará pronto operando. Pero la ILLIAC IV alcanza dimensiones muy diferentes. Los planificadores dicen que cuando "ella" esté conectada, se duplicará el poder computacional mundial.

Digamos nuevamente que estos antropomorfismos están muy bien en tanto nos ayudan a establecer buenas relaciones de trabajo con esos instrumentos. Considerando que la mayor parte de la gente que conozco en nuestro departamento de computación está compuesta por hombres heterosexuales, resulta claro que prefieren pasar los días y las noches trabajando con una "ella" que con un "ello".

Sin embargo, durante la última década, aproximadamente, sucedió algo extraño y angustiante, a saber, que no sólo los ingenieros que trabajaban con estos sistemas comenzaron a creer que esas funciones mentales, cuyos nombres fueron primero metafóricamente aplicados a algunas operaciones de las máquinas, estaban realmente residiendo en esas máquinas, sino que también algunos biólogos —tentados por la ausencia de una teoría comprensiva de las operaciones mentales— comenzaron a creer que algunas operaciones de las máquinas que, desafortunadamente, llevaban los nombres de ciertos procesos mentales eran realmente isomorfismos funcionales de esas operaciones. Así es como, por ejemplo, en la búsqueda de una base fisiológica para la memoria, trataron de encontrar mecanismos neurales que fueran análogos a los mecanismos electromagnéticos o electrodinámicos que "congelan" a las configuraciones temporales (cintas magnéticas, cilindros o bobinas) o espaciales (hologramas) del campo electromagnético, de modo tal que puedan ser revisadas en cualquier momento ulterior.

La ilusión que da por garantizado un isomorfismo funcional entre diferentes procesos que fueran llamados con el mismo nombre está tan sólidamente establecida, tanto en ingeniería como en biología, que aquel

que siguiera el ejemplo de Lorenz y tratara ahora de "desantropomorfizar" a las máquinas y de "desmaquinizar" al hombre, estaría predispuesto a encontrar antagonismos similares a aquellos que Lorenz encontró cuando comenzó a "animalizar" a los animales.

Al mismo tiempo, resulta muy comprensible esta resistencia a adoptar un marco conceptual en el cual facultades mentales superiores, aparentemente distinguibles, como por ejemplo: "aprender", "recordar", "percibir", "evocar", "predecir", etcétera, son vistas como manifestaciones varias de un fenómeno único más inclusivo, a saber, el "conocimiento". Tal adopción significaría abandonar la confortable posición en la cual estas facultades pueden ser tratadas aisladamente y así reducidas a mecanismos más bien triviales. La memoria, por ejemplo, contemplada aisladamente se reduce a "registrar", aprender a "cambiar", percepción a "captación", etcétera. En otras palabras, al separar estas funciones de la totalidad de los procesos cognitivos, hemos abandonado el problema original y buscamos ahora mecanismos que implementen funciones enteramente diferentes que pueden o no tener algún parecido con algunos procesos que son, como señaló Maturana, útiles para el mantenimiento de la integridad del organismo como una unidad funcional.

Tal vez los siguientes tres ejemplos puedan explicitar más claramente este punto.

Voy a empezar con la "memoria". Cuando los ingenieros hablan acerca de la "memoria" de un ordenador no se refieren, en realidad, a la memoria de un ordenador, sino que se refieren a artefactos o sistemas de artefactos que registran señales eléctricas que puedan ser recuperadas posteriormente, cuando sea necesario. De allí que estos artefactos son depósitos o sistemas de almacenamiento con las características de todo depósito, a saber, la conservación de la calidad de aquello que es depositado en cierto momento y es luego recuperado en un momento posterior. El contenido de estos depósitos es un registro o disco y, en los tiempos de confusión presemántica, ése era también el nombre dado a esos delgados discos negros que reproducían la música grabada en ellos. Puedo imaginarme los enormes ojos de la vendedora de una casa de música a quien se le pidiera, la "memoria" de la Quinta Sinfonía de Beethoven. Ella podría llegar a mandar al cliente a la librería vecina. Y con razón, porque las memorias de experiencias pasadas no reproducen las causas de esas experiencias sino que —cambiando los dominios cualitativos— transforman, a través de un conjunto de procesos complejos, estas experiencias en expresiones lingüísticas u otras formas de conducta simbólica o intencional. Cuando alguien me pregunta sobre el contenido de mi desayuno, no produzco huevos revueltos, solamente digo "huevos revueltos". Es claro que la "memoria" de un ordenador no tiene, ni intentó nunca tener, nada

que ver con tales transformaciones. Sin embargo, esto no significa que yo no crea que estas máquinas puedan, eventualmente, escribir sus propias memorias. Pero para lograrlo debemos aún resolver algunos problemas epistemológicos antes de que podamos ocuparnos de diseñar el apropiado *hardware* y el apropiado *software*.

Si hablar de "memoria" es una metáfora equívoca para artefactos de registro, también lo es el epíteto "resolvidoras de problemas" aplicado a nuestras máquinas ordenadoras. Por supuesto no son "resolvidoras" de problemas porque, en primer lugar, ellas no tienen problemas. Es a nuestros problemas que ellas nos ayudan a resolver tal como hace cualquier instrumento útil como, digamos, un martillo, que podría ser llamado "resolvidor de problemas" por clavar clavos en una tabla. El peligro de este sutil desvío semántico a través del cual se desvía la responsabilidad de la acción del hombre a la máquina, yace en que nos hace perder de vista el problema del conocimiento. Al hacernos creer que el problema consiste en encontrar soluciones a algunos problemas bien definidos, podríamos olvidarnos de preguntarnos en primer lugar qué es lo que constituye un "problema", cuál es su "solución" y —cuando un problema es identificado— qué es lo que nos hace querer solucionarlo.

Otro caso de semántica patológica —que constituye el último ejemplo de mi polémica— es el uso extendido del término "información". Esa pobre cosa es, hoy en día, "procesada", "almacenada", "cortada", etcétera como si fuera carne para hamburguesas. Dado que la historia clínica de esta enfermedad moderna podría llevar fácilmente un volumen, sólo consideraré los así llamados "sistemas de almacenamiento y recuperación de información" que con la forma de algún avanzado sistema de búsqueda y recuperación bibliográfica, o de sistemas de procesamiento de datos basados en computación, o del Centro de Información sobre Recursos Educativos extendido en toda la nación (ERIC), etcétera, han sido seriamente sugeridos como analogías para el modo de trabajar del cerebro.

Por supuesto que estos sistemas no almacenan información, lo que almacenan son libros, cintas, microfichas u otros documentos recuperables que, cuando son mirados por una mente humana pueden dar lugar a la deseada información. Llamar a estas colecciones de documentos "sistemas de almacenamiento y recuperación de información" es equivalente a llamar "sistema de almacenamiento y recuperación de transportes" a un garaje. Al confundir *vehículos* de potencial información con *información*, ponemos nuevamente el problema del conocimiento en la mancha ciega de nuestra visión intelectual, y el problema entonces desaparece. Si el cerebro fuera realmente comparado con uno de estos sistemas de almacenamiento y recuperación de información, y se diferenciara de éstos sólo por la cantidad de almacenamiento posible más que por la calidad del proceso,

tal teoría requeriría un demonio con poderes cognitivos que zumbara a través de ese enorme sistema para extraer de su contenido la información que le es vital al dueño de ese cerebro.

Dificile est satiram non scribere. Obviamente he fallado en vencer esa dificultad y tengo miedo de fallar también en vencer otra, a saber, la de decir ahora qué es realmente el conocimiento. Por el momento tengo incluso dificultades para relatar mis sentimientos sobre la profundidad de nuestro problema, si uno pretende encararlo en toda su extensión. En un grupo como el nuestro hay probablemente tantos modos de verlo como pares de ojos. Yo estoy todavía desconcertado por el misterio de que cuando Juan, un amigo de José, oye los ruidos que están asociados con leer en voz alta los siguientes trazos negros:

ANA ES LA HERMANA DE JOSE

—o simplemente ve esos trazos— sabe que, en verdad, Ana es la hermana de José y, de facto, cambia toda su actitud hacia el mundo, en forma conmensurable con su nuevo discernimiento de una estructura relacional entre elementos de este mundo.

Que yo sepa, todavía no entendemos los “procesos cognitivos” que establecen este discernimiento a partir de ciertas sensaciones. No voy a ocuparme, por el momento, del problema de si estas sensaciones están causadas por una interacción del organismo con objetos del mundo o con su representación simbólica. Porque, si entendí correctamente al doctor Maturana, estos dos problemas, cuando son adecuadamente formulados, se reducen a un solo problema, a saber, el del conocimiento *per se*.

Referencias bibliográficas

[1] A. H. Barr (comp.): *Fantastic Art, Dada, Surrealism* 3ª edición, Nueva York, The Museum of Modern Art, pág. 156 (1947).

[2] M. Jean: *Histoire de la peinture Surrealiste*, Editions du Seuil, París, pág. 284 (1959).

[3] G. Gunther: “Cybernetic Ontology and Transjunctional Operations”, *Self-Organizing Systems*, M.C. Yovits y otros (comps.), Washington D.C., Spartan Books (1962).



Figura 1. "El ultramueble", de Kurt Seligman.

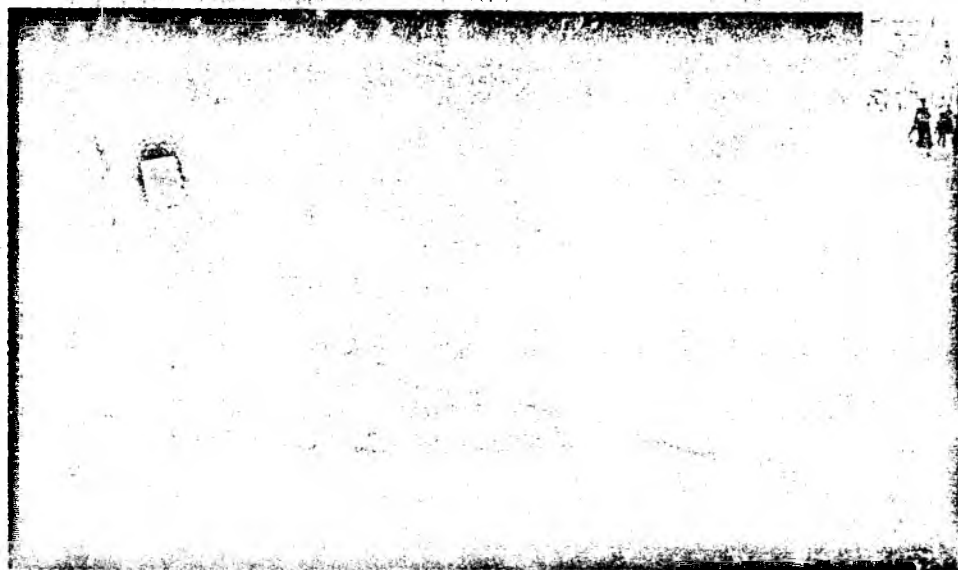


Figura 2. Una de las numerosas figuras con cajones, de Salvador Dalí.

Notas para una epistemología de los objetos vivientes*

I. El problema

Mientras que en el primer cuarto de este siglo los físicos y los cosmólogos se vieron forzados a revisar las nociones básicas que gobiernan a las ciencias naturales, en el último cuarto de siglo los biólogos forzarán una revisión de las nociones básicas que gobiernan a la ciencia en sí misma. Después de esa "primera revolución" estaba claro que el concepto clásico de una "ciencia última", es decir, de una descripción objetiva del mundo en la cual no hubiera sujetos (un "universo sin sujetos"), contenía contradicciones.

Para poder resolver esto se tuvo que dar cuenta de un "observador" (es decir, por lo menos de un sujeto):

- (i) Las observaciones no son absolutas sino relativas al punto de vista de un observador (por ejemplo, su sistema de coordenadas: Einstein);
- (ii) Las observaciones afectan a lo observado de modo tal que impiden toda esperanza del observador en cuanto a poder predecir (por ejemplo, su incerteza es absoluta: Heisenberg).

Después de esto, estamos ahora en posesión de la afirmación de que una descripción (del universo) implica a aquel que describe (que lo observa). Lo que necesitamos ahora es la descripción de "aquel que

* Este artículo es una adaptación de una conferencia dada el 7 de septiembre de 1972, en el *Centre Royaumont pour un Science de L'homme*, Royaumont, Francia, en ocasión del coloquio internacional "L'Unité de l'homme: invariants biologiques et universaux culturels". La versión francesa de esta conferencia fue publicada con el título "Notes pour une épistémologie des objets vivants", en *L'Unité de l'homme: Invariants Biologiques et Universaux Culturels*, Edgar Morin y Massimo Pietelli-Palmarini (comps.), Editions du Seuil, París, págs. 401-471 (1974).

describe" o, dicho de otro modo, necesitamos tener una teoría del observador. Desde el momento que son sólo los organismos vivos quienes pueden ser calificados como observadores, parecería que la tarea de desarrollar tal teoría correspondiera al biólogo. Pero él mismo es un ser vivo, lo cual significa que en su teoría él tiene que dar cuenta no solamente de sí mismo, sino también de su capacidad para escribir esa teoría. Esta es una situación nueva en el discurso científico porque, de acuerdo con el punto de vista tradicional que separaba al observador de sus observaciones, la referencia a este discurso debía ser cuidadosamente evitada. Esa separación no fue en modo alguno establecida por excentricidad o por locura sino porque, en ciertas circunstancias, la inclusión del observador en sus descripciones puede llevar a paradojas, como en el caso de la afirmación "yo soy un mentiroso".

Sin embargo, al mismo tiempo, se hizo claro que esta estrecha restricción no sólo genera problemas éticos asociados a la actividad científica, sino que también impide el estudio de la vida, desde las organizaciones moleculares a las organizaciones sociales, en su pleno contexto. La vida no puede ser estudiada *in vitro*, se la debe explorar *in vivo*.

Contradiendo el problema clásico de la indagación científica que postula en primer lugar un "mundo objetivo" invariante a la descripción (como si hubiera tal cosa), y luego intenta escribir su descripción, sentimos ahora el reto de desarrollar un "mundo subjetivo" invariante a la descripción, es decir, un mundo que incluya al observador: *éste es el problema*.

Sin embargo, de acuerdo con la tradición clásica de la indagación científica que pregunta perpetuamente "¿cómo?" más que "¿qué?", la tarea que nos ocupa pide una epistemología acerca de "¿cómo conocemos?", más que acerca de "¿qué conocemos?".

Las siguientes notas para una epistemología de los objetos vivos se ocupan del "¿cómo?" Podrían servir como una lupa a través de la cual este problema pueda hacerse más visible.

II. Introducción

Las doce proposiciones numeradas 1, 2, 3, 12, de las siguientes 80 notas intentan dar un marco mínimo para crear el contexto dentro del cual los variados conceptos que serán discutidos adquirirán su significado. Ya que la proposición número 12 remite directamente a la número 1, las notas pueden ser leídas circularmente. Sin embargo, comentarios, justificaciones y explicaciones, que se aplican a estas proposiciones, las siguen llevando números después del punto (por ejemplo, "5.423"), refinándose el último dígito ("3"), a la proposición numerada con dígitos anterior al

último dígito ("5.42"), etcétera (por ejemplo, "5.42" se refiere a "5.4", etcétera).

Aunque las notas pueden presentarse en cualquier orden y completarse recorriendo el círculo, pareció preferible cortar el círculo entre las proposiciones "11" y "1", y presentar las notas en secuencia lineal comenzando con la proposición 1.

Ya que el formalismo que utilizamos puede parecer, para algunos, oscureciendo más de lo que revela, una prelectura de las doce proposiciones con comentarios en prosa puede facilitar la lectura de las notas. [T.]

*1. El ambiente es experimentado como si fuera la residencia de objetos, estacionarios, en movimiento o cambiantes.**

Aunque esta proposición parece obvia al mirarla por vez primera, al observarla por segunda vez uno puede preguntarse acerca del significado de un "objeto cambiante". ¿Queremos significar con ello el cambio de apariencia de un mismo objeto, como cuando un cubo es rotado o una persona se da vuelta y los seguimos considerando como siendo el mismo objeto (cubo, persona, etc.), o nos estamos refiriendo a cuando vemos un árbol creciendo, o encontramos a un viejo compañero de escuela después de una o dos décadas, en cuyo caso, son ellos diferentes, son ellos lo mismo, o son ellos diferentes en un sentido y lo mismo en otro? ¿Cuando Circe transforma a hombres en cerdos, o cuando un amigo sufre un golpe severo, qué es invariante y qué cambia en esa metamorfosis? ¿Quién dice que éstas son las mismas personas u objetos?

A partir de los estudios de Piaget [1] y otros [2], sabemos que la "constancia de objeto" es uno de los muchos mecanismos cognitivos que se adquieren en la niñez temprana y de allí que estén sujetos a cuestiones lingüísticas y, por tanto, culturales.

Consecuentemente, con el objeto de darle sentido a términos como "invariantes biológicas", "universales culturales", etc., las propiedades lógicas de "invariancia" y "cambio" deben ser establecidas en primer lugar.

Como lo muestran las notas resultará evidente que éstas son más bien propiedades de las descripciones (representaciones) que de los objetos. De hecho, como se verá, los "objetos" deben su existencia a las propiedades de las representaciones. Con este fin se desarrollan las cuatro proposiciones siguientes.

1.1. "Cambio" presupone invariancia e "invariancia" presupone cambio.

* Las proposiciones aparecen en bastardilla. Las notas aparecen después de cada proposición (por ejemplo: 4.1., 4.1.1., etcétera). [T.]

2. Las propiedades lógicas de "invariancia" y "cambio" pertenecen a las representaciones. Si se ignora esto, surge la paradoja.

Se citan dos paradojas que surgen cuando los conceptos de "invariancia" y "cambio" son definidos en un vacío contextual, indicando la necesidad de una formalización de las representaciones.

2.1. La paradoja de la "invariancia":

LO DISTINTO SIENDO LO MISMO

Pero no tiene sentido escribir $x_1 = x_2$ (¿por qué los índices?).

$Y x = x$ dice algo acerca de "=" pero nada acerca de x .

2.2. La paradoja del "cambio":

LO MISMO SIENDO DISTINTO

Pero no tiene sentido escribir $x \neq x$

3. Formalicemos las representaciones R, S , considerando dos grupos de variables $\{x\}$ y $\{t\}$, tentativamente llamadas "entidades" e "instantes", respectivamente.

Aquí, el "tentativamente" denuncia la dificultad para comenzar a hablar acerca de algo que sólo más tarde cobrará sentido, de modo tal que se pueda entonces comenzar a hablar de ello. Se presentan dos grupos de variables todavía indefinidas con nombres altamente significativos, a saber, "entidades" e "instantes", que sólo más tarde serán justificados.

Este aparente desvío del rigor fue hecho como una concesión a la lucidez. Atacar los nombres plenos de sentido de las variables no cambia el argumento.

En esta proposición están desarrolladas expresiones para representaciones que puedan ser comparadas. Esto nos enreda con la aparente dificultad para comparar una manzana consigo misma, antes y después de ser pelada. Sin embargo, se encuentran pocas dificultades comparando la manzana pelada tal como es *vista ahora* con la manzana sin pelar tal como es *recordada*.

Con el concepto de "comparación", sin embargo, es introducida una operación ("computación") sobre representaciones, que requiere un análisis detallado. Es lo que se hace en la próxima proposición. De aquí en más el término "computación" será constantemente aplicado a todas las operaciones (no necesariamente numéricas) que transforman, modifican,

reordenan, ordenan, etcétera, símbolos (en el sentido "abstracto") o sus manifestaciones físicas (en el sentido "concreto"). Esto es hecho para reforzar el sentimiento de la factibilidad de estas operaciones en la organización estructural y funcional del tejido nervioso espontáneamente desarrollado, o en otras máquinas artificialmente construidas.

3.1. La representación R de una entidad x respecto al instante t_1 es distinta a la representación de esta entidad respecto al instante t_2 :

$$R(x(t_1)) \neq R(x(t_2))$$

3.2. La representación S de un instante t respecto de la entidad x_1 es distinta a la representación de este instante respecto a la entidad x_2 :

$$S(t(x_1)) \neq S(t(x_2))$$

3.3. Sin embargo, el juicio comparativo ("distinta a") no puede ser hecho sin un mecanismo que compute estas distinciones.

3.4. Abreviemos la notación de este modo:

$$R(x_i(t_j)) \rightarrow R_{ij}$$

$$S(t_k(x_l)) \rightarrow S_{kl}$$

$$(i, j, k, l = 1, 2, 3, \dots)$$

4. Contemplemos las relaciones, "Rel", entre representaciones R y S .

Sin embargo, una relación altamente específica es inmediatamente considerada, a saber, la "relación de equivalencia" entre dos representaciones. Debido a las propiedades estructurales de las representaciones, las computaciones necesarias para confirmar o para negar la equivalencia de representaciones no son triviales. De hecho, llevando la cuenta de los caminos computacionales para establecer equivalencia, los "objetos" y los "eventos" emergen como *consecuencias* de ramas de la computación que suelen identificarse como los procesos de abstracción y de memorización.

4'. Contemplemos las relaciones Rel_μ entre representaciones R y S .

$$\text{Rel}_\mu(R_{ij}, S_{kl})$$

$$(\mu = 1, 2, 3, \dots)$$

4.1. Llamemos a la relación que oblitera la distinción $x_i \neq x_l$ y $t_j \neq t_k$ (es decir, $i=l; j=k$) la "relación de equivalencia" y representémosla así:

$$\text{Equ}(R_{ij}, S_{kl})$$

4.1.1. Esta es una representación de una relación entre dos representaciones y se lee:

"La representación R de una entidad x_i respecto al instante t_j es equivalente a la representación S de un instante t_j respecto a la entidad x_i ".

4.1.2. Una metáfora lingüística posible para la representación superior de la relación de equivalencia entre dos representaciones es la equivalencia de "cosa actuando" (en la mayoría de las lenguas indoeuropeas) con "acto coseando" (en algunas lenguas africanas) (dualidad cognitiva). Por ejemplo:

"El caballo galopa" $\leftrightarrow$ "El galope caballea"

4.2. La computación de la relación de equivalencia 4.1. tiene dos ramificaciones:

4.2.1. Una computa equivalencias sólo para x :

$$\text{Equ}(R_{ij}, S_{kl}) = \text{Obj}(x_i)$$

4.2.1.1. Las computaciones a lo largo de esta ramificación de relaciones de equivalencia son llamadas "abstracciones": *Abs.*

4.2.1.2. Los resultados de esta ramificación de computaciones son usualmente llamados "objetos" (entidades), y su invariancia durante variadas transformaciones ($t_j, t_k, \dots$) se indica dándole a cada objeto una designación distinta pero invariante N_i ("Nombre"):

$$\text{Obj}(x_i \rightarrow N_i)$$

4.2.2. La otra ramificación computa equivalencias sólo para t :

$$\text{Equ}(R_{ij}, S_{kl}) \equiv \text{Eve}(t_j)$$

4.2.2.1. Las computaciones a lo largo de esta ramificación de relaciones de equivalencias son llamadas "recuerdos": *Mem.*

4.2.2.2. Los resultados de esta ramificación de computaciones son usualmente llamados "eventos" (instantes), y su invariancia durante variadas transformaciones ($x_i, x_l, \dots$) se indica asociando a cada evento una designación distinta pero invariante T_j ("Tiempo"):

$$\text{Eve } (t_j) \rightarrow T_j$$

4.3. Lo dicho demuestra que los conceptos "objeto", "memoria", "invariancia", "cambio", se generan mutuamente. De aquí se sigue la próxima proposición:

5. *Objetos y eventos no son experiencias primitivas. Objetos y eventos son representaciones de relaciones.*

Desde el momento en que "objetos" y "eventos" no son experiencias primitivas y, por tanto, no se puede pretender que tengan un *status* absoluto (objetivo), sus interrelaciones, el "ambiente", resulta ser una cuestión sumamente personal, cuyas restricciones son factores anatómicos o culturales. Más aun, el postulado de una "realidad externa (objetiva)" desaparece para dar lugar a una realidad que está determinada por operaciones computacionales internas [3].

5.1. Una metáfora gráfica posible para la complementariedad de "objetos" y "eventos" es una grilla ortogonal mutuamente sustentada por ambos (figura 1):

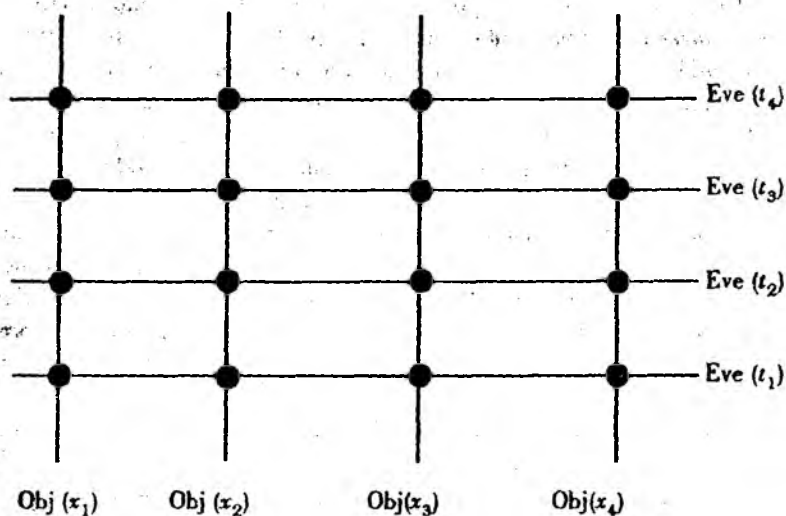


Figura 1. "Objetos" creando "eventos" y viceversa.

5.2. El "ambiente" es la representación de las relaciones entre "objetos" y "eventos":

$$\text{Amb} (\text{Obj}, \text{Eve})$$

5.3. Desde el momento en que la computación de relaciones de equivalencia no es única, los resultados de estas computaciones, a saber, "objetos" y "eventos", tampoco son únicos.

5.3.1. Esto explica la posibilidad de un número arbitrario de taxonomías diferentes, pero internamente consistentes (determinadas por el lenguaje).

5.3.2. Esto explica la posibilidad de un número arbitrario de realidades diferentes, pero internamente consistentes (culturalmente determinadas).

5.4. Dado que la computación de relaciones de equivalencia se realiza a partir de experiencias primitivas, un ambiente externo no es un prerequisite necesario para la computación de una realidad.

6. Operacionalmente, la computación de una relación específica es una representación de esta relación.

Dos pasos de crucial importancia para todo el argumento transmitido en estas notas son dados aquí al mismo tiempo. Uno consiste en tomar una computación como una representación; el otro consiste en introducir, por vez primera, "recursiones". Por recursión se entiende que una función es sustituida, una y otra vez, por su propio argumento. En la proposición número 6 esto se realiza tomando a la computación de una relación entre representaciones nuevamente como una representación.

Si bien tomar a una computación como una representación de una relación puede no generar dificultades conceptuales (la tarjeta perforada de un programa de computación que controla los cálculos de una relación deseada puede servir como una metáfora adecuada), la adopción de expresiones recursivas parecería abrir la puerta para todo tipo de travesura lógica.

Sin embargo, hay maneras de evitar tales travesuras. Una consiste, por ejemplo, en idear una notación que lleve la cuenta del orden de representaciones, por ejemplo, "la representación de una representación de una representación" puede ser considerada una representación de tercer orden, $R^{(3)}$. Lo mismo se aplica a relaciones de orden superior, n : $Rel^{(n)}$.

Después de haber introducido los conceptos de representaciones y de relaciones de orden superior, son definidas sus manifestaciones físicas. Desde el momento en que representaciones y relaciones son computaciones, sus manifestaciones son "ordenadores de propósito especial" llamadas "representadores" y "relacionadores" respectivamente. La distinción

de niveles de computación se mantiene refiriéndose a tales estructuras como representadores (relacionadores) de orden n -avo. Con estos conceptos está ahora abierta la posibilidad de introducir la noción de "organismo".

6'. Operacionalmente, la computación $Cmp (Rel)$ de una relación específica es una representación de esta relación.

$$R = Cmp (Rel)$$

6.1. Una metáfora matemática posible para la equivalencia de una computación con una representación es, por ejemplo, el algoritmo computacional de Wallis para el productor infinito:

$$2 \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \dots$$

Ya que ésta es una de las muchas definiciones posibles de π (3, 14159. . .) y π es un número, podemos tomar a π como una representación (numérica) de esta computación.

6.2. Llamemos a las representaciones de computaciones de relaciones "representaciones de segundo orden". Esto resulta claro cuando se escribe tal representación en su forma completa:

$$R = Cmp (Rel (R_{ij}, S_{kl}))$$

donde R_{ij} y S_{kl} son, por supuesto, "representaciones de primer orden" como las anteriores (3.3.).

6.2.1. En esta notación resulta claro que las representaciones de primer orden pueden ser interpretadas como relaciones de orden cero (observemos los dobles índices de S y de R).

6.2.2. También resulta claro en esta notación que pueden formularse representaciones y relaciones de orden más alto (n -avo).

6.3. Llamemos a un mecanismo físico que computa una representación de n -avo orden (o una relación de n -avo orden) un "representador de n -avo orden" $RP^{(n)}$ (o "relacionador de n -avo orden" $RL^{(n)}$), respectivamente.

6.4. Llamemos a la manifestación física externalizada del resultado de una computación "representación terminal" o "descripción".

6.5. Una metáfora mecánica posible para las nociones de rela-

cionador, relación, objetos y descripciones, podría ser una calculadora mecánica de escritorio (el relacionador), cuya estructura interna (la organización de engranajes y tornillos) es una representación de una relación comúnmente llamada "suma": $\text{Sum}(a, b; c)$. Dados dos objetos: $a = 5$, $b = 7$, computa una representación terminal (una descripción), c , de la relación entre estos dos objetos en forma decádica, digital:

$\text{Sum}(5, 7; 12)$

6.5.1. Por supuesto, una máquina con una representación (estructura) interna diferente de la misma relación $\text{Sum}(a, b; c)$, podría haber producido una representación terminal (descripción) diferente en forma, digamos, de productos primos, a partir de esta relación entre los mismos objetos:

$\text{Sum}(5, 7; 2^2 \cdot 3^1)$

6.6. Otra metáfora mecánica posible para tomar una computación de una relación como una representación de esta relación es un ordenador electrónico con un programa. El programa representa a la relación particular y organiza las partes de la máquina de modo tal que la representación terminal (impresa) del problema considerado coincide con la forma deseada.

6.6.1. Un programa que computa programas es llamado un "metaprograma". En esta terminología una máquina que acepta metaprogramas es un relacionador de segundo orden.

6.7. Estas metáforas subrayan un punto anteriormente señalado (5.3.), a saber, que las computaciones de representaciones de objetos y de eventos no son únicas.

6.8. Estas metáforas también sugieren que mi tejido nervioso que, por ejemplo, computa una representación terminal con la forma de la expresión siguiente: "Estos son las gafas de mi abuela", no se parece ni a mi abuela, ni a sus gafas; ni hay allí "rastros" que pudieran ser encontrados de ninguno de ellos (así como no hay rastros de "12" en los engranajes y los tornillos de una calculadora de escritorio, o rastros de números en un programa de ordenador). Más aun, mi expresión: "Estos son las gafas de mi abuela", no debería ser confundida con las gafas de mi abuela, ni con el programa que computa esta expresión, ni con la representación (manifestación física) de ese programa.

6.8.1. Sin embargo, una relación entre la expresión, los

objetos y los algoritmos que computan a ambos es, en sí misma, computable (véase 9.4.).

7. *Un organismo viviente es un relacionador de tercer orden que computa las relaciones que mantienen la integridad del organismo.*

Todo el poder de las expresiones recursivas se aplica ahora a una definición recursiva de los organismos vivientes, propuesta en primer lugar por H. R. Maturana (4, 5) y desarrollada luego por él mismo y por F. Varela con su concepto de "autopoiesis" [6].

Como consecuencia directa del formalismo y de los conceptos que fueron desarrollados en proposiciones anteriores es ahora posible dar cuenta de una interacción entre la representación interna que un organismo tiene de sí mismo y la que tiene de otro organismo. Esto da lugar a una teoría de la comunicación basada en un "lenguaje" puramente connotativo. Una sorprendente propiedad de tal teoría es descrita ahora en la octava proposición.

7'. Un organismo viviente Ω es un relacionador de tercer orden ($\Omega = RL^{(3)}$) que computa las relaciones que mantienen la integridad del organismo:

$$\Omega \text{ Equ } [R (\Omega (\text{Obj})), S (\text{Eve } (\Omega))]$$

Esta expresión es recursiva en Ω .

7.1. Un organismo se tiene a sí mismo como objeto fundamental.

7.2. Un organismo que puede computar una representación de esta relación es autoconsciente.

7.3. Entre las representaciones internas de la computación de objetos $\text{Obj}(x_i)$ en un organismo Ω puede haber una representación $\text{Obj}(\Omega^*)$ de otro organismo Ω^* . Inversamente, podemos tener en Ω^* una representación $\text{Obj}^*(\Omega)$ que computa a Ω .

7.3.1. Ambas representaciones son recursivas en Ω, Ω^* respectivamente. Por ejemplo, para Ω :

$$\text{Obj}^{(n)}(\Omega^{*(n-1)}(\text{Obj}^{*(n-1)}(\Omega^{(n-2)}(\text{Obj}^{(n-2)}(\dots \Omega^*))))))$$

7.3.2. Esta expresión resulta ser el núcleo de una teoría de la comunicación.

8. Un formalismo necesario y suficiente para una teoría de la comunicación no debe contener símbolos primarios que representen comunicables (es decir, símbolos, palabras, mensajes, etcétera).

Por más ultrajante que pueda resultar, a primera vista, esta proposición, resultará obvio sin embargo, vista con más detenimiento, que una teoría de la comunicación resultará culpable de dar definiciones circulares si asume como dados a los comunicables, en su intento de demostrar la comunicación.

El cálculo de las funciones recursivas evita esta dificultad, y el poder de tales expresiones es ejemplificado por el pronombre personal reflexivo (infinitamente recursivo) "yo". Por supuesto que la magia semántica de tales recursiones infinitas ha sido largamente conocida, a juzgar por la expresión "Yo soy el que soy" [7].

8.1. Esto es así porque si una "teoría" de la comunicación contuviera, primariamente, comunicables, no sería una teoría sino una tecnología de la comunicación, que da por garantizada la comunicación.

8.2. La actividad nerviosa de un organismo no puede ser compartida por otro organismo.

8.2.1. Esto sugiere que, en verdad, nada es (no puede ser) "comunicado".

8.3. Ya que la expresión en 7.3.1. puede volverse cíclica (cuando $\text{Obj}^{(k)} = \text{Obj}^{(k-2i)}$), sugiere desarrollar una teoría teleológica de la comunicación en la cual la meta estipulada sea mantener al $\text{Obj} (\Omega^*)$ invariante a pesar de las perturbaciones provenientes de Ω^* .

8.3.1. Resulta claro que en tal teoría preguntas tales como: "¿Ve usted el color de este objeto tal como lo veo yo?", se vuelven irrelevantes.

8.4. Comunicación es la interpretación que un observador hace de la interacción entre dos organismos Ω_1, Ω_2 .

8.4.1. Sean los $\text{Evs}_1 \equiv \text{y } \text{Evs} (\Omega_1)$
y $\text{Evs}_2 \equiv \text{Evs} (\Omega_2)$

secuencias de eventos $\text{Eve} (t_j)$, ($j = 1, 2, 3, \dots$) con respecto a dos organismos Ω_1 y Ω_2 respectivamente; y sea Com una representación (interna) de un observador de la relación entre estas secuencias de eventos:

$OB (\text{Com} (\text{Evs}_1, \text{Evs}_2))$

8.4.2. Ya que Ω_1 o Ω_2 o ambos pueden ser observadores ($\Omega_1 = OB_1$; $\Omega_2 = OB_2$), la expresión anterior puede volverse recursiva en Ω_1 o en Ω_2 o en ambos.

8.4.3. Esto demuestra que "comunicación" es una representación (interna) de una relación entre (una representación interna de) uno mismo con algún otro.

$$R(\Omega^{(n+1)}, \text{Com}(\Omega^{(n)}, \Omega^*))$$

Abreviemos esto así:

$$C(\Omega^{(n)}, \Omega^*)$$

En este formalismo el pronombre personal reflexivo "yo" aparece como el operador recursivo (infinitamente aplicado):

$$\text{Equ}[\Omega^{(n+1)} C(\Omega^{(n)}, \Omega^{(n)})]$$

o, en palabras:

"Yo soy la relación observada entre yo mismo y la observación de mí mismo."

8.4.6. "Yo" es un relacionador (y representador) de orden infinito.

9. Las representaciones terminales (descripciones) hechas por un organismo se manifiestan en sus movimientos; consecuentemente, la estructura lógica de las descripciones surge de la estructura lógica de los movimientos.

Los dos aspectos fundamentales de la estructura lógica de las descripciones, a saber, su sentido (afirmación o negación) y su valor de verdad (verdadero o falso), aparecen residiendo en la estructura lógica del movimiento: acercamiento y alejamiento con respecto al primer aspecto, y funcionamiento o falta de funcionamiento del reflejo condicionado respecto al segundo.

Ahora es posible desarrollar una definición exacta para el concepto de "información" asociado a una expresión. "Información" es un concepto relativo que adquiere significado sólo cuando se relaciona con la estructura cognitiva del observador de esa expresión (el "receptor").

9.1. Se sabe que la presencia de un agente perceptible en concentración débil puede hacer que un organismo se mueva hacia él (acercamiento). Sin embargo, la presencia del mismo agente fuertemente concentrado puede hacer que el organismo se aleje de él (alejamiento).

9.1.1. Es decir que “acercamiento” y “alejamiento” son los precursores del “sí” y del “no”.

9.1.2. Las dos fases de conducta elemental, “acercamiento” y “alejamiento”, establecen el origen operacional de los dos axiomas fundamentales de la lógica bivalente, a saber, la “ley de la contradicción excluida”:

$$\overline{x \ \& \ \bar{x}},$$

en palabras: “no: x y no- x ”;

y la “ley del tercero excluido”:

$$x \vee \bar{x},$$

en palabras: “ x o no- x ”;

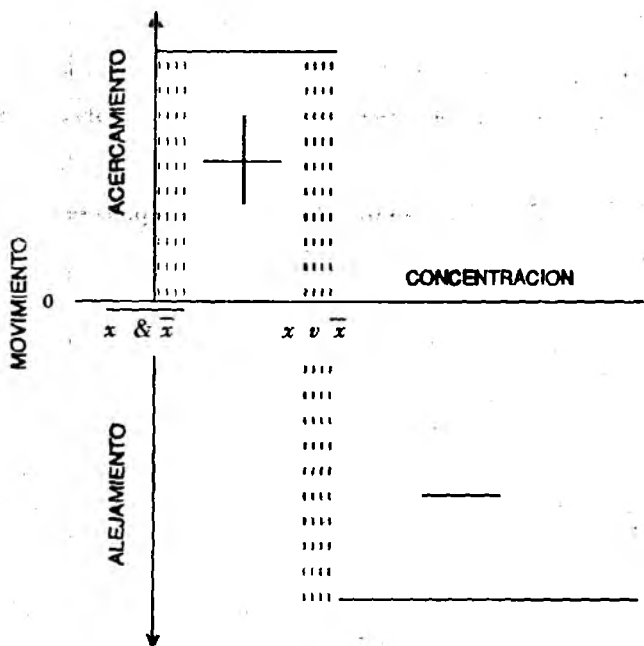


Figura 2. Las leyes de la “contradicción excluida” ($\bar{x} \ \& \ x$) y del “tercero excluido” ($x \vee \bar{x}$) en las zonas intermedias entre no-movimiento ($M = 0$) y acercamiento (+), y entre acercamiento (+) y alejamiento (-) en función de la concentración de un agente perceptible.

9.2. Leemos en la proposición 6.0621 del *Tractatus de Wittgenstein* [8]: "... es importante que los signos " p " y " $\text{no-}p$ " pueden significarlo mismo. Porque demuestra que nada en la realidad corresponde al signo " no ".

La ocurrencia de la negación en una proposición no es suficiente para caracterizar su sentido ($\text{no-no-}p = p$).

9.2.1. Ya que nada en el ambiente corresponde a la negación, la negación así como otras "partículas lógicas" (inclusión, alternancia, implicancia, etcétera) deben surgir dentro del mismo organismo.

9.3. Más allá de ser lógicamente afirmativas o negativas, las descripciones pueden ser verdaderas o falsas.

9.3.1. Leemos en Susana Langer, *Philosophy in a New Key* [9]:

"El uso de los signos es la verdadera primera manifestación de la mente. Surge tan precozmente en la historia biológica como el famoso 'reflejo condicionado', por el cual algo concomitante a un estímulo toma la función-estímulo. Lo concomitante se vuelve un signo de la condición a la cual la reacción resultó realmente apropiada. Este es el verdadero comienzo de la mentalidad, porque aquí está el lugar del nacimiento del error, y con él de la verdad."

9.3.2. Así es como, no sólo el sentido (sí o no) de las descripciones, sino también sus valores de verdad (verdadero o falso) están asociados al movimiento (conducta).

9.4. Sea D^* la representación terminal hecha por su organismo Ω^* , y sea ella observada por un organismo Ω ; sea la representación interna en Ω de esta descripción D (Ω, D^*); y, finalmente, sea la representación interna de su ambiente en Ω, A (Ω, A). Entonces, tenemos:

El dominio de las relaciones entre D y A que son computables por Ω representa la "información ganada por Ω observando a Ω^* :"

$$\text{Inf}(\Omega, D^*) = \text{Dominio } \text{Rel}_{\mu}(D, E)$$

$$(\mu = 1, 2, 3, \dots m)$$

9.4.1. El logaritmo (de base 2) del número m de relaciones Rel_{μ} computables por Ω (o el valor medio negativo de las probabilidades logarítmicas de su ocurrencia $-\log_2 p_i = \sum p_i \log_2 p_i$; $i = 1 \rightarrow m$) es la "cantidad de información, H " de la descripción D^* con respecto a Ω :

$$H(D^*, \Omega) = \log_2 m$$

$$(\text{o } H(D^*, \Omega) = -\sum p_i \log_2 p_i)$$

9.4.2. Esto demuestra que "información" es un concepto relativo. Y también lo es H .

9.5. Leemos en un artículo de Jerzy Konorski [10]:

"... No es, como hubiéramos estado inclinados a pensar de acuerdo con nuestra introspección, que la recepción de información y su utilización son dos poderes diferentes que pueden combinarse entre sí de cualquier modo; al contrario, la información y su utilización constituyen inseparablemente, de hecho, un solo proceso."

10. *La información asociada a una descripción depende de la habilidad de un observador para extraer inferencias de esta descripción.*

La lógica clásica distingue dos formas de inferencia: deductiva e inductiva [11]. Mientras que, en principio, es posible hacer inferencias deductivas infalibles ("necesidad") es, en principio, imposible hacer inferencias inductivas infalibles ("azar"). Consecuentemente, azar y necesidad son conceptos que no se aplican al mundo, sino a nuestros intentos de crearlo (de crear una descripción de él).

10.1 La "necesidad" surge de la habilidad para hacer deducciones infalibles.

10.2. El "azar" surge de la inhabilidad para hacer inducciones infalibles.

11. *El ambiente no contiene información; el ambiente es como es.*

12. *Volvamos a la proposición número 1.*

Referencias bibliográficas

[1] J. Piaget: *The Construction of Reality in the Child*, Basic Books, Nueva York (1954).

[2] K. Witz y J. Easley: "Cognitive Deep Structure and Science Education", en *Final Report, Analysis of Cognitive Behavior in Children*, Curriculum Laboratory, University of Illinois, Urbana (1972).

[3] C. Castaneda: *A Separate Reality*, Simon and Schuster, Nueva York (1971).

[4] H. Maturana: "Neurophysiology of Cognition", en *Cognition: A Multiple View*, P. Garvin (comp.), Spartan Books, Nueva York, págs. 3-23 (1970).

[5] H. Maturana: *Biology of Cognition*, BCL Report N° 9.0, Biological Computer Laboratory, Department of Electrical Engineering, University of Illinois, Urbana, 95 págs. (1970).

[6] H. Maturana y F. Varela: *Autopoiesis*, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago (1972).

[7] Exodo, 3, 14.

[8] L. Wittgenstein: *Tractatus Logico Philosophicus*, Humanities Press, Nueva York (1961).

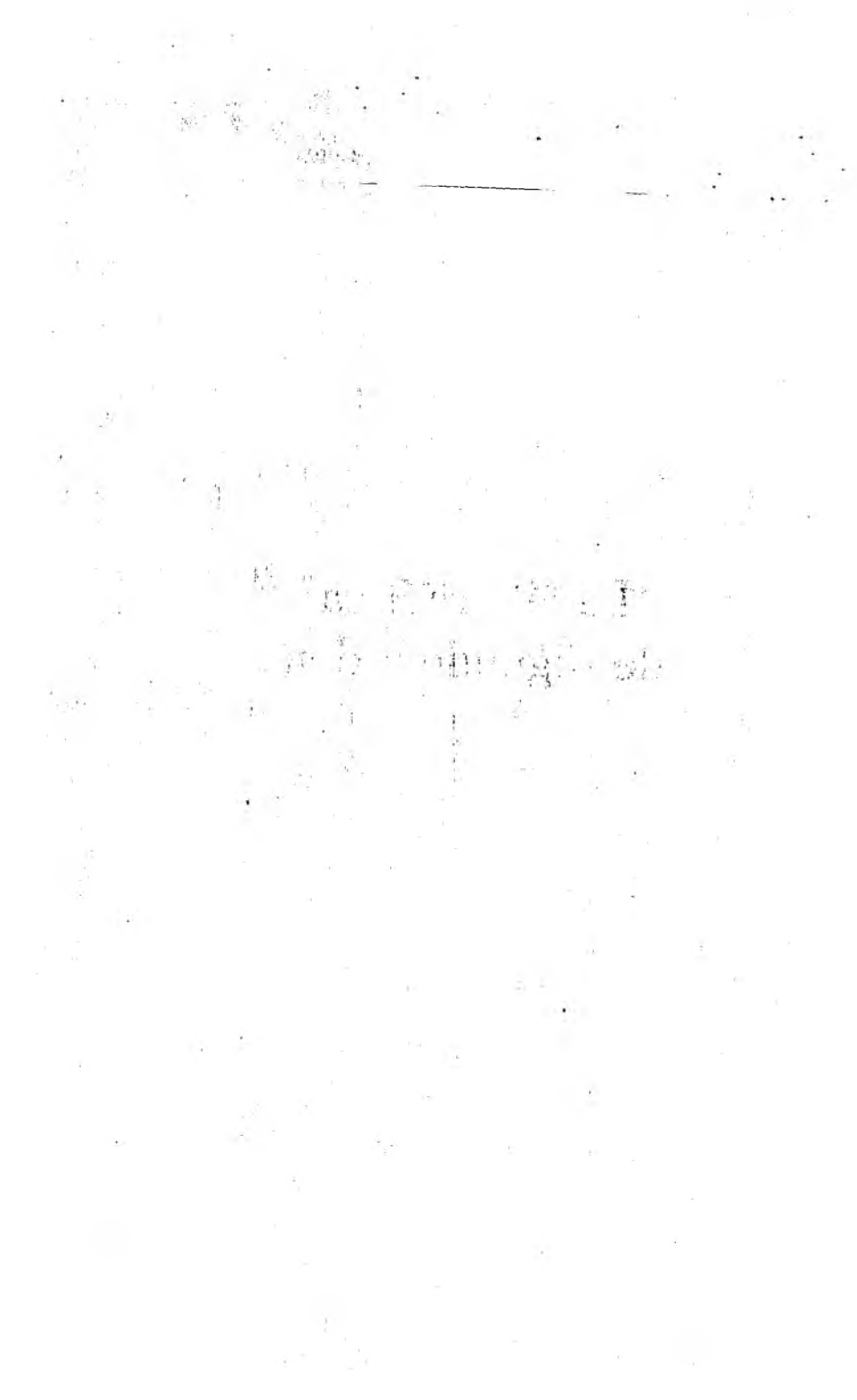
[9] S. Langer: *Philosophy in a New Key*, New American Library, Nueva York (1951).

[10] J. Konorski: "The Role of Central Factors in Differentiation", en *Information Processing in the Nervous System*, R. W. Gerard y J. W. Duff (comps.), Excerpta Medica Foundation, Amsterdam, 3, págs. 318-329 (1962).

[11] Aristóteles: *Metaphysica*, Vol. VIII de *The Works of Aristotle*, W. D. Ross (comp. trad.), The Clarendon Press, Oxford (1908).

II

La cibernética de segundo orden



Comentario introductorio

Marcelo Pakman

"Cibernética de la cibernética" es la presentación original de von Foerster de la noción de una cibernética de segundo orden. Es, por así decirlo, el "manifiesto constructivista", que en la década siguiente influiría tan profundamente en el campo de la terapia familiar (así como en otros campos de las ciencias sociales y las prácticas que vienen asociadas a ellas). Vemos aquí emerger los fundamentos para una teoría del observador, y es a partir de allí que podemos entender la profunda influencia en el campo de la terapia, porque ¿qué problema podría considerarse más central para el terapeuta que el de ser al mismo tiempo un participante y un observador? Alguien que intenta hacer descripciones y operar desde adentro de aquello sobre lo cual quiere operar, y a lo cual quiere describir, está predispuesto a considerar una teoría que intenta dar cuenta de esta condición ineludible de la ciencias y prácticas sociales.

Von Foerster define claramente cómo tal teoría del observador debe, por necesidad, ser una teoría social y lingüística. Pero al decir eso no está desentendiéndose de lo biológico. Recordemos que su instrumento conceptual, basado en las nociones de información-organización, le permite, justamente, eludir las dicotomías entre lo físico y biológico, por una parte, y lo social, lingüístico y cultural, por la otra. Al mismo tiempo, y debido al uso mismo de esas nociones puente (información-organización), lo biológico no implica, en este caso, una versión reduccionista de lo social.

Es importante recordar lo antedicho por dos razones:

—En primer lugar, porque el terapeuta, con suma frecuencia, ha aprendido a temer la sola mención de lo biológico, a la cual identifica con una imagen estereotipada de la psiquiatría que reduce lo humano a las vicisitudes de los neurotransmisores cerebrales. Para el ciberneta, la noción de organización se encarna tanto en las interacciones químicas cerebrales como en las interacciones lingüísticas y, una vez establecida esa continuidad, ha tratado de caracterizar las diferencias entre unas y otras (pero sin dar por garantizada una dicotomía cartesiana originaria entre ambas).

—En segundo lugar, ha comenzado a circular, últimamente, una distinción en el campo del constructivismo que empieza a poblar la bibliografía sobre terapia familiar, campo tan proclive (como otros en las disciplinas sociales), a la generación de cismas, grupos, territorios (por razones que van de lo conceptual a lo político, en porcentajes diversos). Dicha distinción traza una frontera entre el llamado “constructivismo biológico” (con diversas variantes: el constructivismo de von Foerster, el “traer a la mano” de Humberto Maturana, el “constructivismo radical” de Ernst von Glasersfeld), y el “constructivismo social” o “construccionismo”. Esta distinción, si bien fecunda en algunos aspectos (ya que muestra intereses diversos en los aspectos más corporales, “duros”, “biológicos”, en un caso; o lingüísticos, sociales, “blandos”, en el otro), parece olvidar sin embargo, el que fue núcleo central de la revolución cibernética: la generación de un lenguaje interdisciplinario, basado en la noción de información-organización, que permitía trascender la distinción cartesiana y fundar una nueva disciplina de la mente.

En todo caso, resulta interesante revisar artículos que, como el que nos ocupa, tienen carácter fundacional, sobre todo en una disciplina como la terapia familiar que ha evolucionado como un campo en el que es valorado el cambio, la novedad, a diferencia de, por ejemplo, el psicoanálisis, en cuya evolución social se ha valorizado, en cambio, la ortodoxia, la conexión con las fuentes, la coherencia con las raíces. Una indagación en estos dos estilos de desarrollo de las ideas pertenece, de hecho, al campo de la ecología de las ideas. Dicho sea de paso, un ejercicio de exploración de esos dos tipos básicos de evolución, ortodoxo y heterodoxo, resulta apasionante también en el caso de los sistemas familiares, y muchas veces encontraremos representaciones claras de esos estilos en los mitos familiares. Consecuentemente, las crisis pueden reconstruirse en términos diferentes si lo que se desarrolla en la terapia es una narrativa en la que surge un contexto estilístico familiar ortodoxo (donde la crisis aparece como solución al problema de no poder mantener la viabilidad de ciertas descripciones, pautas de acción, etcétera) o heterodoxo (donde la crisis aparece como una solución a las restricciones para generar nuevas “aventuras”, narrativas o conductuales).

Desde el comienzo von Foerster plantea que una teoría del observador puede comenzar por una meditación más tautológica que lógica. Esa meditación tautológica es, en sí misma, una metáfora de lo que será la práctica básica de una terapia de segundo orden: promover el verse a sí mismo como un modo de trascender las limitaciones del propio mirar. Esto se aplica tanto a terapeutas como a pacientes, porque es difícil concebir al terapeuta siendo eficaz en la operación antedicha, si no usa la interacción terapéutica para realizar esa operación sobre sí mismo, trascendiendo las

limitaciones de su propio mirar, a través de la mirada de los demás. Es en esa danza de autoobservaciones mediadas por los otros que pacientes, terapeutas, supervisores, sistemas sociales más amplios pertinentes a la interacción en curso, emergen como una organización autoecológica encarnando ese evento social que llamamos terapia familiar.

Von Foerster provee otra metáfora feliz para el campo terapéutico cuando dice que la cibernética de segundo orden viene a tratar de solucionar el impasse que se produce en la resolución de problemas sociales y recomienda, como metodología, moverse desde la resolución de problemas a un cambio en el planteo o percepción de los problemas, no basado ahora en el trípode causación - deducción - objetividad. Si mirar las limitaciones del propio mirar a través del mirar ajeno es el objetivo nuclear de una terapia de segundo orden, cuestionar la percepción de los problemas en términos de causación, deducción y objetividad, es la estrategia nuclear para la realización de su objetivo.

La aplicación de la estrategia antedicha presupone el cuestionar la trampa de reducir las observaciones de nuestros pacientes a una pauta general en donde incluirlas, pauta que se transforma en causa, y de la cual la narrativa del paciente, su conducta, su vida finalmente, devienen meros ejemplos (se deducen de la pauta general); todo esto en un contexto y con un lenguaje donde se afirma a esas pautas como verdades objetivas, independientes del terapeuta y hasta de los pacientes mismos.

Recordemos que Gregory Bateson proponía que el modo de pensar típicamente sistémico, como alternativa a la deducción o a la inducción, era la abducción. En la abducción (operación propuesta por Ch. S. Peirce) no se va de lo general a lo particular (como en la deducción), ni de lo particular a lo general (como en la inducción), sino que se circula dentro del mismo nivel lógico. Es decir que mis "explicaciones" terapéuticas no proponen a las narrativas y acciones del paciente como un caso particular de una pauta general, ni generan reglas generales a partir de ellas. Lo que hacen es agregar narrativas y sugerir acciones que se hallan en un mismo nivel que las del paciente, no se atribuyen carácter fundante de ninguna naturaleza, y lo que pretenden es complejizar ese mundo de narrativas-acciones dando lugar a la aparición de posibles nuevas alternativas de acción.

Al mismo tiempo, y en consonancia con lo dicho en el párrafo anterior, al indagar las propiedades como si fueran parte del observador y no del sistema observado (otra fértil estrategia terapéutica), el lenguaje del terapeuta cambia. No es ya el lenguaje de estilo oracular del terapeuta como lector privilegiado de lo que es oculto para el sujeto (no más oculto que lo que una observación del paciente puede ser para el terapeuta), sino el lenguaje de aquel que se define como autor de sus observaciones ("yo pienso que" en lugar de "pareciera que aquí lo que pasa"). Nuestros pacientes no

ven su propia espalda, su propio mirar... y nosotros tampoco. Es a partir de la articulación de esas dos cegueras parciales en la conciencia de ellas mismas, que surge un mirar más abarcativo como emergencia del diálogo terapéutico.]

Sin embargo, no concluyamos a partir de allí que proponemos acá una simetría ingenua entre terapeuta y paciente. Hay una asimetría que tiene que ver con el hecho de que uno de los protagonistas del encuentro terapéutico tiene una intención que no tiene el otro, y en virtud de esa intención (ayudar en la solución de problemas en la vida social, mental, etcétera) es parte de una comunidad que genera un lenguaje y un nivel de metadiscusión orientado a la generación de modos de optimizar esa ayuda, lo cual le permite ocupar una posición de responsabilidad, a ese respecto, en la relación terapéutica. Pero lo que se cuestiona aquí es que esa asimetría sea sinónimo de un privilegio para definir lo que va a ser considerado como "realidad". ¿No será lo que llamamos "poder" el nombre de un contexto que permite que algunos de los miembros de un sistema definan qué va a ser validado como "realidad" para todos los miembros del sistema?

[Con la cibernética de segundo orden la terapia se vuelve en sí misma una práctica epistemológica, una indagación mutua en las condiciones de nuestro conocer el mundo. No es concebible que dicha práctica no sea, al mismo tiempo, un operar ético (donde se promueve la generación de un contexto en el que cada miembro del sistema puede definir sus propios propósitos, y no imponer propósitos para los demás), y estético (donde resistir a la sofocación de la experiencia humana trivializándola en pautas generales, permite revalorizar sus aspectos únicos, originales).

"A propósito de epistemología" es, una vez más, un artículo cuyo desarrollo, más allá de su contenido, resulta una metáfora eficaz para una práctica terapéutica constructivista. Siguiendo la tradición de los metalógos batesonianos, von Foerster no sólo habla acerca de una epistemología constructivista, sino que estructura el artículo como un ejercicio de epistemología constructivista. De allí que el trabajo resulte un ejemplo de indagación de segundo orden en la cual, en vez de definir y poner límites (restando así ambigüedad al lenguaje), se crea "un contexto semántico-filosófico" en el cual lo estudiado puede ser visto en sus múltiples facetas, en sus posibles interpretaciones, en su rica ambigüedad.

Una vez más von Foerster expone la trampa de la "causalidad", ahora citando, entre otros, a Wittgenstein, que concebía a nuestra creencia en la causalidad como una "superstición" (porque o no encontramos una causa para nuestra creencia en la causalidad, en cuyo caso el pensamiento causal fracasa, o la encontramos, en cuyo caso la adherencia a esa causalidad se relativiza, porque responde a algo exterior a ella misma). ¿Cuánto arte

terapéutico consiste, justamente, en esta habilidad para metaposicionarse constantemente, y abrirse sin fin a nuevos determinantes, condicionamientos, posibilidades? Es en el ejercicio de este metaposicionarse que la terapia se vuelve, como dijimos antes, una práctica epistemológica.

Von Foerster dijo cierta vez que hubiera preferido el término "ontogenetismo" en lugar de "constructivismo", porque para todo aquel interesado en asumir una perspectiva donde se busca indagar, al decir de Quine, "¿qué tipo de cosas estamos implicando como existentes al creer en una teoría dada?", resulta inevitable preguntarse *cómo es que emergió esa creencia? ¿y cómo esa teoría?*; es decir, resulta inevitable pensar en términos de génesis, de proceso. Ante toda definición, descripción, observación, el terapeuta de segundo orden se preguntará por el proceso que generó dicha definición, descripción, observación. Esto implica, naturalmente, asumir que hay otras alternativas posibles, al menos potencialmente. Esta indagación en términos de proceso es en sí misma una estrategia nuclear para la búsqueda de aquella metaposición que mencionamos anteriormente.

Una vulgata constructivista ha difundido que lo que se propone en una terapia de segundo orden es una especie de ingenua invención ex-nihilo de realidades, que el terapeuta "introducirla" en el sistema familiar. Una teoría del observador requiere, por necesidad, un ejercicio de autorreferencia. Dicho ejercicio no implica en modo alguno que las nuevas narraciones, observaciones, que emergen en la interacción terapéutica, sean viables, o que estemos aquí en un paraíso más allá de la verdad o falsedad. Es la pertinencia del operar terapéutico en tanto capaz de hacer ese ejercicio autorreferencial, descubriendo a nuestro mundo experiencial como un mundo biológico y socialmente construido, la que hará de una terapia de segundo orden un proceso eficaz.

Pero, *cómo* entender la pertinencia de las nuevas descripciones, narrativas, que surgen en el sistema terapéutico? Tenemos tres tipos de parámetros a considerar al evaluar la pertinencia de una construcción de la realidad:

1. Un parámetro pragmático: si entendemos el "conocer como acción eficaz en un cierto dominio" (como lo definió Humberto Maturana), y la información como "aquella diferencia que hace una diferencia" (como la definió Gregory Bateson), toda construcción de la realidad es pertinente si abre nuevas posibilidades de acción eficaz y si genera una diferencia observable en el operar del sujeto, en el dominio que ha sido consensualmente acordado como problemático. Si el paciente "entiende" algo nuevo, eso debe generar acciones diferentes, que deben poder ser observadas en interacciones con él.

2. *Un parámetro ético: la nueva construcción de la realidad debería respetar la autonomía (subjetividad en el caso de los seres humanos, y función ecológica en el caso de los organismos no humanos) de todos los miembros pertinentes del sistema. Dada la complejidad de los sistemas vivientes, esta condición nunca está del todo garantizada, ni siquiera en el caso de contar con las mejores intenciones. Una conciencia de esta limitación llevará a estar siempre atento a la búsqueda de nuevas informaciones acerca de consecuencias antiéticas (en el sentido antedicho) de nuestro operar, para ser incluidas en tanto reguladores para el funcionar futuro del sistema.*

3. *Un parámetro estético: si entendemos el sentimiento humano como la cualidad estética primaria de nuestra experiencia, toda construcción pertinente de la realidad debe incluir un movimiento del malestar hacia el bienestar para los miembros del sistema en el dominio consensualmente acordado como problemático, o en dominios asociados que surjan como relevantes en el curso de la interacción terapéutica. Ese movimiento será, por necesidad, inestable, y nuevos malestares aparecerán impulsando a la búsqueda sin fin de nuevas narraciones que den cuenta de nuestro estar en el mundo.*

Es este juego complejo de una pragmática, una ética y una estética el que define los límites posibles de una terapia familiar entendida como la construcción de una autoprofecía que, justamente, sea a la vez pragmática, ética y estética. Tal terapia podría aspirar a ser la encarnación, en un terreno específico, de una labor comprometida con el destino social, es decir, una labor ecológica.

Cibernética de la cibernética*

Ha sido mi costumbre en conferencias previas de la Sociedad Norteamericana de Cibernética, abrir mis consideraciones presentando teoremas que, debido a la generosidad de Stafford Beer, han sido llamados los "teoremas número 1 y número 2 de Heinz von Foerster". Todo eso es ahora historia [1; 2]. Sin embargo, basándose en una tradición de dos ejemplos, se podría esperar con razón, que yo abriera las consideraciones presentes nuevamente con un teorema. Así lo haré en realidad, pero esta vez no llevará mi nombre. Este teorema puede identificarse como perteneciente a Humberto Maturana [3], el neurofisiólogo chileno que hace unos años nos fascinó con su presentación sobre la "autopoyesis", la organización de los seres vivientes.

He aquí la proposición de Maturana, a la que ahora bautizaré "teorema número 1 de Humberto Maturana":

"Todo lo dicho es dicho por un observador"

Si bien a primera vista es posible pasar por alto la profundidad que se esconde detrás de la simplicidad de esta proposición, quisiera recordar la admonición del clérigo oriental en su presentación en esta misma conferencia. El dijo: "Es sorprendente cuánto puede ser dicho por una tautología". Por supuesto que lo dijo en abierto desafío a la proclama del lógico de que una tautología no dice nada.

Yo quisiera agregar al teorema de Maturana un corolario que, con toda modestia, llamaré el "corolario número 1 de Heinz von Foerster":

"Todo lo dicho es dicho a un observador"

* Este artículo está basado en una presentación en la Universidad de Pennsylvania en 1974, durante la conferencia organizada por la Sociedad Norteamericana de Cibernética juntamente con tres facultades de la Universidad de Pennsylvania. Fue luego publicado en Krippendorff, K. (comp.), *Communication and Control in Society*, Nueva York, Gordon and Breach, 1979.

Con estas dos proposiciones se ha establecido una conexión no trivial entre tres conceptos. Primero, el concepto de un *observador* caracterizado por ser capaz de hacer descripciones. Y esto es a causa del teorema número 1, porque evidentemente lo que un observador dice es una descripción. El segundo concepto es el del *lenguaje*. El teorema número 1 y el corolario número 1 conectan a dos observadores a través del lenguaje. Pero con esta conexión, a su vez, hemos establecido el tercer concepto que deseo considerar, a saber, el de *sociedad*: los dos observadores constituyen el núcleo elemental de una sociedad. Tres conceptos están entonces conectados de un modo triádico, cada uno con los otros. Esos conceptos son: primero, los observadores; segundo, el lenguaje que usan; y tercero, la sociedad que forman al usar ese lenguaje. Esta interrelación puede ser comparada, tal vez, con aquella entre el pollo, el huevo y el gallo. No podemos decir quién fue primero, ni quién fue último. Necesitamos a los tres para tener a los tres. Podría ser ventajoso tener *in mente* esta relación triádica cerrada para poder apreciar lo que sigue.

No tengo duda alguna de que ustedes comparten conmigo la convicción de que los problemas centrales de la actualidad son problemas sociales. Al mismo tiempo, podemos ver que el gigantesco aparato conceptual destinado a resolver problemas que evolucionó en nuestra cultura occidental, resulta contraproducente no sólo para resolver, sino esencialmente para percibir problemas sociales. Una raíz de esa, nuestra mancha ciega cognitiva, que nos inhabilita para percibir problemas sociales, es el paradigma explicativo tradicional que descansa sobre dos operaciones: una es la *causación*, la otra es la *deducción*. En este sentido es interesante observar que a algo que no puede ser explicado —es decir, para lo cual o no podemos señalar una causa, o no tenemos una razón— no deseamos verlo. En otras palabras, algo que no puede ser explicado no puede ser visto. De esto nos convence una y otra vez don Juan, un indio yaqui, mentor de Carlos Castaneda [4; 5; 6; 7].

Resulta claro que en sus esfuerzos por enseñar, don Juan pretende rellenar con nuevas percepciones una mancha ciega cognitiva en la visión de Castaneda; él quiere hacerlo “ver”. Esto resulta doblemente difícil porque, en primer lugar, Castaneda expulsa ciertas experiencias, considerándolas “ilusiones”, cuando no tiene explicaciones para ellas; y en segundo lugar, debido a una propiedad peculiar de la estructura lógica del fenómeno “mancha ciega”: nosotros no percibimos nuestra mancha ciega como si fuera, por ejemplo, una mancha negra cerca del centro de nuestro campo visual. Es decir que nosotros no vemos que tenemos una mancha ciega. En otras palabras, no vemos que no vemos. Llamaré a este fenómeno una deficiencia de segundo orden, y diré que el único modo de sobreponerse a tales deficiencias es a través de terapias de segundo orden.

La popularidad de los libros de Carlos Castaneda me sugiere que sus puntos de vista están siendo comprendidos: nuevos paradigmas emergen. Uso aquí el término "paradigma" en el sentido de Thomas Kuhn [8], que quiere indicar con este término un estereotipo o modelo, específico de una cultura o de un lenguaje, para ligar descripciones semánticamente. Thomas Kuhn argumenta que hay un gran cambio en los paradigmas cuando el que está en boga comienza a fallar, muestra inconsistencias o contradicciones. Sin embargo, puedo citar al menos dos ejemplos en los cuales no es la emergencia de una deficiencia en el paradigma dominante sino el hecho de ser verdaderamente irreprochable, lo que causa su rechazo. Uno de estos ejemplos es la visión novedosa de Copérnico de un sistema planetario heliocéntrico, que él tuvo en una época en la cual el sistema geocéntrico ptolemaico estaba en su cúspide en cuanto a la agudeza de sus predicciones. El otro ejemplo que puedo presentar es el generado actualmente por algunos de nosotros que no podemos proseguir más el camino irreprochable, pero estéril, que explora las propiedades observadas como si residieran en los objetos, y empezamos a explorar esas mismas propiedades vistas ahora como si residieran en el observador de esos objetos. Consideremos, por ejemplo, la "obscenidad". Sucede, con intervalos aperiódicos, un ritual llevado a cabo por los supremos jueces de esta tierra, a través del cual intentan establecer, de una vez por todas, una lista de todas las propiedades que definen a un objeto o a un acto obsceno. Dado que la obscenidad no es una propiedad que reside en las cosas (porque si le mostramos al señor X una pintura y la llama obscena, sabemos mucho del señor X pero muy poco acerca de la pintura), cuando nuestros legisladores lleguen finalmente a su imaginaria lista sabremos mucho de ellos, pero sus leyes serán peligrosamente faltas de sentido.

Con esto llego ahora a otra raíz de nuestra mancha ciega cognitiva, una ilusión peculiar de nuestra tradición occidental, a saber, la noción de "objetividad":

"Las propiedades del observador no deben entrar en la descripción de sus observaciones."

Pero yo me pregunto, ¿cómo sería posible hacer, en principio, una descripción, si el observador no tuviera propiedades que permiten que una descripción sea hecha? De allí que yo digo, con toda modestia, que proclamar objetividad no tiene sentido! Uno podría verse tentado a negar la "objetividad", y proclamar ahora la "subjetividad". Pero recordemos que si una proposición sin sentido es negada, el resultado es nuevamente una proposición sin sentido! Sin embargo, la falta de sentido de estas proposiciones, ya sea en su forma afirmativa como en la negativa, no puede ser vista dentro del marco conceptual en el cual estas proposiciones han sido

proclamadas. Si ésta es la situación, ¿qué podemos hacer? Debemos hacer una nueva pregunta:

“¿Cuáles son las propiedades de un observador?”

Me gustaría subrayar la peculiar lógica que subyace a esta pregunta. Cualquiera que sean las propiedades a las que lleguemos, somos nosotros, ustedes y yo, los que tenemos que hacer esta observación, es decir, tenemos que observar nuestra propia observación y, en última instancia, dar cuenta de nuestro propio dar cuenta. No estamos así abriendo la puerta para la travesura lógica representada por las proposiciones que se refieren a sí mismas (“Yo soy un mentiroso”), que con tanto éxito han sido excluidas por la teoría de los tipos de Russell, para que no vuelvan a molestarnos? Sí y no.

Me resulta de lo más gratificante decir que los pilares conceptuales esenciales para una teoría del observador ya han sido contruidos. Uno de ellos es un cálculo de las recursiones infinitas [9]; el otro es un cálculo de la autorreferencia [10]. Con ayuda de estos cálculos somos ahora capaces de introducir rigurosamente un marco conceptual que se ocupa del *observar* y no sólo de lo observado.

Propuse antes que debía inventarse una terapia de segundo orden para ocuparse de las disfunciones de segundo orden. Yo digo que podemos considerar a la cibernética de los sistemas observados como una cibernética de primer orden; mientras que la cibernética de segundo orden es la cibernética de los sistemas observantes. Esto está de acuerdo con otra formulación hecha por Gordon Pask [11], quien distingue también dos órdenes de análisis. Uno en el cual el observador entra en el sistema estipulando el propósito *del sistema*. Podemos llamar a esto una “estipulación de primer orden”. En una “estipulación de segundo orden” el observador entra en el sistema estipulando *su propio propósito*.

A partir de todo lo dicho, parecería claro que la cibernética social debiera ser una cibernética de segundo orden —una cibernética de la cibernética— de modo tal que el observador que entra en el sistema pueda estipular su propio propósito: él es autónomo. Si no lo hacemos así, algún otro determinará un propósito para nosotros. Más aun, si no lo hacemos así, les daríamos excusas a aquellos que quieren transferir la responsabilidad de sus propias acciones a algún otro: “Yo no soy responsable de mis acciones, yo sólo cumplo órdenes”. Finalmente, si no reconocemos la autonomía de cada uno, podríamos transformarnos en una sociedad que procura honrar las realizaciones y olvidarse de sus responsabilidades.

Me siento muy agradecido a los organizadores de y a los presentadores durante esta conferencia que me permitió ver a la cibernética en el contexto de la responsabilidad social. Me dirijo a darles un fuerte apretón de manos. Muchas gracias.

Referencias bibliográficas

- [1] S. Beer: *Platform for Change*; 327, Nueva York, Wiley, 1975.
- [2] H. von Foerster: "Responsibility of Competence", *Journal of Cybernetics*, 2, N° 2, 1-6, 1972.
- [3] H. Maturana: "Neurophysiology of Cognition", en Garvin, P. (comp.), *Cognition, A Multiple View*, 3-23, Nueva York, Spartan Books, 1970.
- [4] C. Castaneda: *The Teachings of Don Juan: A Yaqui Way of Knowledge*, Nueva York, Ballantine, 1969.
- [5] C. Castaneda: *A Separate Reality*, Nueva York, Simon and Schuster, 1971.
- [6] C. Castaneda: *Journey to Ixtlan*, Nueva York, Simon and Schuster, 1972.
- [7] C. Castaneda: *Tales of Power*, Nueva York, Simon and Schuster, 1974.
- [8] T. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1962.
- [9] P. E. Weston y H. von Foerster: "Artificial Intelligence and Machines that Understand", en H. Eyring, C. H. Christensen y H. S. Johnston (comps.), *Annual Review of Physical Chemistry*, 24, págs. 358-378, Palo Alto, Annual Review Inc., 1973.
- [10] F. Varela: "A Calculus for Self-Reference", *International Journal of General Systems*, 2, N° 2, págs. 1-25, 1975.
- [11] G. Pask: "The Meaning of Cybernetics in the Behavioral Sciences (the Cybernetics of Behavior and Cognition: extending the meaning of 'Goal')", en J. Rose (comp.), *Progress in Cybernetics*, vol. 1, págs. 15-44, Nueva York, Gordon and Breach, 1969.

A propósito de epistemologías*

Un lenguaje ganado es un lenguaje perdido.

—HERBERT BRUN [1]

La palabra *epistemología* ha sido últimamente usada, sobreusada y abusada en escritos y discusiones acerca de cuestiones de las que se ocupa esta publicación. El poder referencial de esta palabra parece haberse evaporado totalmente. Puede hoy en día referirse tanto a pisos a prueba de agua como a que la causalidad sea circular o lineal. Una "episto-cháchara" parásita parece haberse instalado. Si la palabra en todo su sentido original fuera a caer víctima de esta parasitosis, la terapia familiar y, de hecho, toda la práctica terapéutica, perdería una estrategia conceptual, un método analítico, un curso de acción cognitivo que podría servir de guía para lograr esclarecimiento, comprensión y nuevas perspectivas para generar ayuda para aquellos que la buscan.

Held y Pols [2] también reconocen el peligro de esta polución semántica y sugieren un modo de aclarar la confusión acerca de los diferentes usos de la palabra "epistemología". Su método de clarificación consiste en definir, es decir, en poner límites. Abundancia de citas de trabajadores en esta área es presentada y tomada como base para trazar distinciones apropiadas.

En lo que sigue, quisiera crear un contexto, un ambiente semántico-filosófico, en el cual la palabra "epistemología" pueda ser vista ocupando un nicho particular. Para limitar a un mínimo la descripción de ese ambiente, sin dejarlo colapsar en un trivio,** consideraré tan sólo cuatro temas de interés filosófico, a saber: metafísica, ontología, epistemología y ontogenética.

* Este artículo fue publicado originalmente en *Family Process*, 24, N° 4, págs. 517-520 (1985).

** En la Edad Media se llamaba trivio al conjunto formado por la gramática, la retórica y la dialéctica. [T.]

Metafísica

La fabulosa Enciclopedia de filosofía [3] empieza su artículo de 3.000 palabras sobre la "naturaleza de la metafísica" con la frase: "Casi todo en metafísica es controvertido y, por tanto, no es sorprendente que haya poco acuerdo entre aquellos que se llaman a sí mismos metafísicos acerca de qué es aquello de lo que están tratando de ocuparse" (pág. 300). Voy a evitar esta disyuntiva tomando, por el momento, la ruta histórica. Como "todo escolar sabe" [4], fue Aristóteles quien acuñó este neologismo cuando después ("meta", en griego) de haber escrito acerca de meteorología, de los cielos, de los animales; y acerca de cómo ellos se mueven; acerca de ir y de venir, etcétera; y, por supuesto, acerca de física, se puso finalmente a escribir acerca de qué se trata todo esto ("meta ta physika"). El comenzó su ensayo de 30.000 palabras sobre metafísica (en la traducción al inglés (1908) de Ross [5] de una traducción al alemán (1895) de W. Christ del griego (6, pág. vii)) con la frase:

Por naturaleza todos los hombres desean conocer. (980^a)

Las feministas podrían quejarse de que, nuevamente, se supone que solamente los hombres son los que "por naturaleza desean conocer". Sin embargo, el original griego *anthropos* incluye ambos géneros, si bien torpemente, en tanto "ser humano". Más aun, hay en griego varias expresiones para "conocer", por ejemplo, *gnosis*, *episteme*, etcétera, con diferentes matices de significado.

Gnosis, que es la usada en este caso, expresa un "buscar conocer", una "indagación", incluida una "indagación judicial", de allí la elección del traductor por "deseo de conocer". Así es como en la primera línea de Aristóteles podría muy bien haberse leído:

Por naturaleza todos los seres humanos son curiosos.

La metafísica de Aristóteles recomienda principios, fundamentos, líneas directivas para indagaciones con éxito. Para él, la noción de causación parecería ser central y crucial; él distingue cuatro casos de causación: la formal, la material, la eficiente y la final.

Todos estos casos siguen el mismo esquema inferencial, en el cual un efecto está ligado a una causa a través de una regla de transformación. Sin embargo, en el caso de la causa eficiente, la regla de transformación es usualmente interpretada como una "ley de la naturaleza", con la causa precediendo al efecto, y en el caso de la causa final, la secuencia temporal de causa y efecto se invierte: una acción *ahora* es causada por una meta en

el futuro —un propósito— siendo el agente impulsor el deseo o la obediencia.

La *causa finalis* parecería ser en la metafísica de Aristóteles el verdadero primer principio: “Todo *sirve* a un propósito”.

Kant, por otra parte, consideraba qué tal primer principio debía ser la *causa efficientis*: “Todo lo que sucede *tiene* una causa”.

Permítanme agregar a las posiciones de Aristóteles y de Kant la opinión de Ludwig Wittgenstein [7] sobre estas cuestiones (proposición 5.1361 de su *Tractatus Logico-Philosophicus*): “La creencia en la causalidad es la superstición” (pág.79).

Resulta claro que esta excursión por la metafísica no dice demasiado acerca de la causación, pero dice algo acerca de los metafísicos Aristóteles, Kant y Wittgenstein.

Ontología

“Yo soy” es, en griego, *eimi*, con el infinitivo *einai* “ser” (latín *esse*) y el participio presente *on* “siendo”. *Ontología* es la ciencia, la teoría, el estudio, etcétera, del ser, o el conjunto de indagaciones acerca de “lo que es”. En el siglo XVII, cuando esta noción y aquel término surgieron, se pensaba que el “lo” era, por supuesto, Dios. Dado que una de las ocupaciones de un teólogo era (y aún es) demostrar la existencia de Dios, la ontología fue, en sus primeros estadios, una preocupación teológica con un tema central: el argumento ontológico de la existencia de Dios. Una de las formas que tomó este argumento fue la inferencia de la existencia a partir del concepto: si uno puede concebir un ser perfecto, entonces debe existir!

Aunque Kant, Schopenhauer y otros aclararon esta confusión semántico-sintáctica, todavía persiste de un modo diferente. Un cambio en este argumento que tuvo lugar durante los últimos 150 ó 200 años fue un desplazamiento del “lo”, que dejó de referirse a Dios, para pasar a referirse al mundo: la meta de la ontología es explicar la naturaleza del mundo tal como es.

Por supuesto que hay ontólogos que ven su trabajo de un modo diferente, por ejemplo, Heidegger [8], que considera la diada “ser” y “nada” como el tema central de la ontología, o Quine [9], que considera la existencia en una teoría dada. Esencialmente, sin embargo, la ontología se transformó, para muchos ontologistas, en un *esencialismo* (en tanto opuesto a un *existencialismo*, acerca del cual diré algunas palabras más adelante), es decir, cómo explicar la esencia del mundo. Para tratar de hacer esto, debe postularse un mundo; de otro modo, no habría nada que explicar. Existe, consecuentemente, el peligro de que una ontología se desvíe hacia un realismo ingenuo; hay un mundo allí afuera, independiente de nosotros

que podemos o no observarlo. La pregunta: "¿Está la luna allí cuando nadie la mira?" será contestada por los realistas ingenuos (y muy probablemente también por los ontólogos) con un confiado "¡por supuesto!" [10]. Observen nuevamente que esto no dice demasiado acerca de la luna pero, siguiendo a Quine, dice algo acerca de los ontólogos.

Epistemología

El término *epistemología* deriva directamente del griego. Con el prefijo *epi*, que significa "arriba" o "encima", e *histamein*, "permanecer", podría ser traducido textualmente como "permanecer encima" o como "permanecer más arriba" (*upper-standing*). Los angloparlantes prefieren, aparentemente, ver las cosas desde abajo; de ahí que en vez de hablar de "permanecer más arriba" (*upper-standing*), prefieran hablar de "permanecer abajo" (*understanding* = comprender). La versión alemana de esta facultad cognitiva resulta desconcertante, a saber, *ver-stehen*. *Stehen* es, por supuesto, "permanecer", pero con el significado del prefijo *ver*, introduciendo un sentido de separación, pérdida, acción adversa, agotamiento, cambio, inversión, etcétera; *ver-stehen* puede ser entendido más correctamente como "no-permanecer".

Aunque en el original griego los lazos semánticos de "permanecer más arriba" (*upper-standing*) tienen que ver con destreza y práctica, es decir, con competencias motrices, tanto la expresión alemana como la inglesa, es decir, "no permanecer" (*un-standing*) y "permanecer abajo" (*under-standing*) tienen lazos más cercanos con *gnosis*, es decir, con competencias mentales: *Erkenntnis* y conocimiento. Esto resulta evidente en la interpretación habitual de *epistemología* como *Erkenntnis-theorie* y "teoría del conocimiento" o, como yo preferiría llamarla, una "teoría del conocer", una "teoría del comprender". Sin embargo, desde el momento en que una teoría de algo sirve para producir una comprensión de ese algo, yo pienso que las epistemologías tratan de conocer al conocer.

Para una apreciación plena de las peculiares, sorprendentes, e importantes propiedades lógicas de los conceptos que pueden aplicarse a sí mismos (conceptos *autológicos* o de *segundo orden*), debo remitirme a la bibliografía. Sin embargo, quiero llamar la atención acerca del carácter autorreferencial de estos conceptos como una señal de alarma para aquellos que recuerden que se creía que la autorreferencia era la semilla de la paradoja. Sin embargo, hay soluciones estables, libres de paradoja, para expresiones autorreferenciales, si se reconoce la naturaleza recursiva del problema al hallar tal situación.

La siguiente frase es un ejemplo: *

Esta frase tiene. letras.

Nadie debería desalentarse de buscar una respuesta viable para esta proposición autorreferencial.

Problemas de similar estructura lógica han sido conocidos, y resueltos, en matemáticas, desde hace aproximadamente un siglo. A partir de David Hilbert [11], las soluciones para estos problemas se llaman *valores-Eigen* o *funciones-Eigen*, siendo que el término alemán *Eigen* significa "propio", "de sí mismo", "especial", etcétera. Volviendo al problema de encontrar una solución para una teoría del conocer, para una epistemología, dicha teoría debe poder dar cuenta de sí misma o, si usamos el lenguaje de Hilbert, debe ser una *teoría-Eigen*.

Jean Piaget enlaza el conocimiento con la experiencia a través de la acción [12]: "No hay ningún conocimiento basado solamente en percepciones, porque éstas están siempre dirigidas y acompañadas por esquemas de acción. El conocimiento, por tanto, proviene de la acción" (pág. 23). Así es como si "teoría del conocer" es sinónimo de "epistemología", también lo es "teoría del experimentar". De hecho, la yuxtaposición ortodoxa de ontología y epistemología permite afirmar que la ontología explica la naturaleza del mundo, mientras que la epistemología explica la naturaleza de nuestro experimentar el mundo.

Si bien uno no puede más que prevenir al ontólogo para que no caiga en la trampa del realismo ingenuo, uno puede evitarle totalmente al epistemólogo caer en la trampa eliminando las dos últimas palabras de la frase anterior: las epistemologías explican la naturaleza de nuestras experiencias.

Por tanto:

La experiencia es la causa.

El mundo es la consecuencia.

La epistemología es la regla de transformación.

* El ejemplo del original inglés es una complicada frase autorreferencial tomada por Foerster de D. R. Hofstadter, "Metamagical Themas", *Scientific American*, 246: 16-28 (1982). La frase en inglés es:

Only the fool would take trouble to verify that this sentence was composed of ten a's, three b's, four c's, four d's, forty-six e's, sixteen f's, four g's, thirteen h's, fifteen i's, two k's, nine l's, four m's, twenty-five n's, twenty-four o's, five p's, sixteen r's, forty-one s's, thirty-seven t's, ten u's, eight v's, eight w's, four x's, eleven y's, twenty-seven commas, twenty-three apostrophes, seven hyphens, and, last but not least, a single!"

Dado que la frase no tiene sentido traducida al español, la he remplazado por un ejemplo que Foerster suele usar para ilustrar el mismo punto, a saber, que hay soluciones libres de paradoja (es decir, o verdaderas o falsas) para afirmaciones autorreferenciales. [T.]

Ontogenética

Ontogénesis se refiere a un proceso, y *ontogenética* a la ciencia; la teoría, el estudio, etcétera, de este proceso. Por supuesto está implicado el proceso de “devenir” expresado a través de la combinación de una referencia al “ser”, *onto* (como en *ontología*) con otra referencia al “origen”, “nacimiento”, “creación”, la *génesis* griega. El verbo latino equivalente es *ex-sistere*, “surgir”, “provenir”, “aparecer”, que incluye *ex-*, “afuera”, y *sistere*, “permanecer”, análogo al griego *histamein* (como en *epistemología*). Cercano al latín “permanecer afuera” (*out-stand*) es el término alemán *ent-stehen*, con el prefijo *ent-*, que tiene el sabor de un desarrollarse.

Por otra parte, cuando los romanos hablaban de *génesis*, se referían a una constelación que presidía al propio nacimiento, y cuando se usa, en inglés, *existencia*, el significado ha degenerado de un devenir dinámico a un ser estático. Por supuesto, es más confortable ser un ser humano que un devenir humano. En el primer caso, nuestra humanidad está garantizada hagamos lo que hagamos; en el segundo caso, uno debe justificar su propia humanidad a cada instante. Esto es lo que Frankl, Sartre, Jaspers y otros “devenidores” tenían, muy probablemente, *in mente* cuando hablaban de existencialismo.

Inexplicables ontológicos pueden resultar ser necesidades ontogénéticas. El ombligo es una broma ontológica, una travesura, un enigma barroco en nuestra propia barriga. Ontogenéticamente, sin embargo, no seríamos viables sin él. Evolucionistas y creacionistas buscan por igual una explicación ontogenética para un fenómeno de otro modo inexplicable: ¡aquí estamos!

“¿Qué es el lenguaje?” es una pregunta que puede considerarse respondida por haber sido formulada. Yo me imagino que todos los conceptos autológicos se volverán sobre sí mismos cuando los abordemos ontológicamente pero podrían revelar su naturaleza cuando son aprehendidos ontogenéticamente [13]: “¿De dónde viene el lenguaje?”.

Nuestro sistema nervioso computa invariantes a partir de estímulos perpetuamente cambiantes; actuamos como si el futuro fuera equivalente al pasado; y estamos insertos en una cultura que favorece la permanencia. Tal vez sea por esto que hay tan pocas voces que hablen acerca de “devenir”, “comenzar” y “cambiar” [14]. He aquí al menos una [15]:

Nada es nunca lo mismo, como dicen que era.

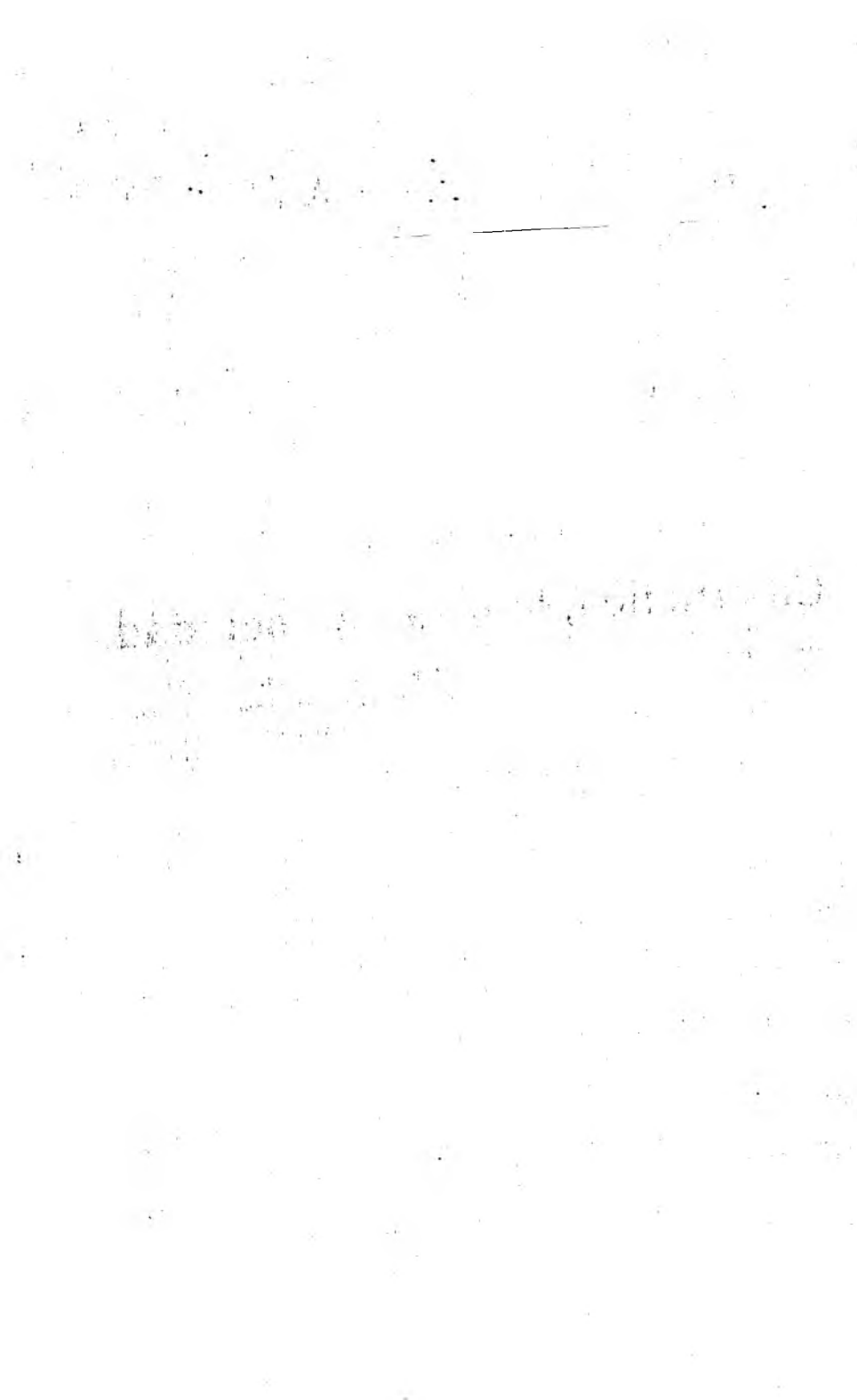
Es lo que no he visto nunca antes lo que reconozco (pág. iv).

Referencias bibliográficas

- [1] H. Brun: "Futility 1964", en *Compositions*, Non Sequitur Records, Champaign, Ill., Side Six (1983).
- [2] B. P. Held y E. Pols: "The Confusion about Epistemology and Epistemology and What to do About It", *Family Process* 24, 4 (1985).
- [3] P. Edwards: *The Encyclopedia of Philosophy*, N. York, MacMillan (1987).
- [4] G. Bateson: *Mind and Nature, A Necessary Unity*, N. York, Dutton (1979).
- [5] Aristóteles: *Metafísica, las obras de Aristóteles*, vol. 8, 1ª ed., trad. de W. D. Ross, Oxford, The Clarendon Press (1908).
- [6] W. D. Ross: "Preface", *The Works of Aristotle*, vol. 8, 1ª ed., *op. cit.*
- [7] L. Wittgenstein: *Tractatus Logico-Philosophicus*, Nueva York, The Humanities Press (1961).
- [8] M. Heidegger: *Existence and Being*, trad. de D. Scott, R. Hall, y A. Crick, Chicago, University of Chicago Press (1949).
- [9] W.V.O. Quine: *From a Logical Point of View*, Cambridge, Harvard University Press (1953).
- [10] N. D. Mermin: "Is the Moon there when nobody looks? Reality and the quantum theory", *Physics Today*, 38: 38-47 (1985).
- [11] D. Hilbert: *Foundations of Geometry*, 2ª ed., La Salle, Ill. (1971).
- [12] J. Piaget: "The Psychogenesis of Knowledge and Its Epistemological Significance", en Piatelli-Palmarini, M. (comp.), *Language and Learning: The Debate Between Jean Piaget and Noam Chomsky*, Cambridge, Harvard University Press (1980).
- [13] H. M. Maturana: "Biology of Language: The Epistemology of Reality", en G. A. Miller y E. Lenneberg, (comps.), *Psychology and Biology of Language and Thought*, Nueva York, Academic Press (1978).
- [14] H. von Foerster: "Notes pour un épistémologie des objets vivants", en E. Morin y M. Piatelli-Palmarini (comps.), *L'Unité de l'homme*, París, Editions du Seuil. Versión inglesa: "Notes on an Epistemology on Living Things", en H. von Foerster, *Observing Systems*, Seaside, California, Intersystems Publications (1984). Incluido en este volumen como capítulo 3.
- [15] D. Arbus y M. Israel: *Dicne Arbus*, Millerton, N. Y. An Aperture Monograph (1972).
- [16] H. von Foerster: "Formalisation de certain aspects de l'équilibration de structures cognitives", en B. Inhelder, R. García, y Voneche (comps.), *Epistémologie Génétique et Equilibration*, Neuchâtel, Delachaux et Niestle (1977). Versión inglesa: "Objects: Tokens for (Eigen-) Behaviors", H. von Foerster: *Observing Systems*, Seaside, California, Intersystems Publications (1984).
- [17] D. R. Hofstadter: "Metamagical themes", *Scientific American*, 246: 16-28 (1982).
- [18] L. Loefgren: "Autology of time", *International Journal of General Systems*, 10: 5-14 (1984).
- [19] F. J. G. Varela: "A calculus for self-reference", *International Journal of General Systems*, 2: 5-24 (1972).

III

Cibernética, lenguaje y sociedad



Comentario introductorio

Marcelo Pakman

Los tres artículos de la Parte III aplican el enfoque de la cibernética de segundo orden, presentado en la parte anterior, a problemáticas diversas que tocan, como veremos, el campo de intereses del terapeuta familiar.

→ “Desorden/orden: ¿descubrimiento o invención?” es un análisis de propiedades que son comúnmente entendidas como atributos de los sistemas que estudiamos, en términos que permiten entenderlas como productos de la interacción del observador con lo observado. En términos más cercanos al terapeuta familiar, la pregunta que se responde aquí sería: ¿son las regularidades o pautas (o la falta de ellas) atributos que descubrimos en las familias con las que trabajamos, o son ellas inventadas en nuestra interacción con ellas, y son parte, entonces, del dominio descriptivo que co-generamos pacientes y terapeutas? ✦

Von Foerster encuadra su respuesta en la tradición de Gregory Bateson, que tan consciente fue a través de toda su obra de distinguir el dominio de nuestras explicaciones (reconociéndolas como tales) sin “cosificarlas” en propiedades de lo observado. Este enfoque es caracterizado aquí como “epistemológico”, porque en el momento en que dejamos de considerar que las nociones que usamos son propiedad o atributo de los sistemas observados, para concebirlas como producto emergente de la interacción entre nosotros y el sistema observado (que es a su vez un sistema observador como nosotros), nos movemos de la ontología a la epistemología, de los sistemas observados a nuestro conocimiento de ellos. ✦

Más aun, la noción misma de sistema es otra de tales nociones que surge en la descripción. Los sistemas no traen adherido un cartel diciendo “esto es un sistema”. Qué va a ser considerado como elemento del sistema “familia” debe ser definido también (incluyendo aquí la propia definición familiar). Una de las decisiones terapéuticas es definir quiénes habrán de ser incluidos en el sistema terapéutico. Lo dicho implica que una familia no “es” un sistema, sino que puede ser entendida en términos de sistema, y emerge como tal sólo en la medida que un observador la piensa en esos términos, y ese pensar guía sus interacciones con los miembros de ese grupo. ✦

Desorden, orden, organización, complejidad, etcétera, son sucesivamente analizados como dependientes del observador. Una vez argumentada esta posición, von Foerster presenta una hipótesis fundamental. (todas estas nociones tienen que ver con una actividad computante por parte de un observador operador que es quien genera las distinciones que configuran un orden; o fracasa en generarlas, siendo el desorden la manifestación de dicho fracaso; o genera más orden en este dominio y menos en aquél (estableciendo comparaciones); o compara órdenes diferentes que permiten decir aquí hay más complejidad que allí.) Pero lo más fascinante en la emergencia de estas nociones es que ellas son dependientes del lenguaje usado por el observador que, en verdad, no es nunca "un" observador, sino una comunidad de observadores en interacción. Es ese lenguaje el que da el marco de referencia que permite crear distinciones donde no las había, más o menos complejidad en tal o cual dominio, de acuerdo con las necesidades o metas establecidas, etcétera.

La empresa terapéutica puede así ser entendida como un proceso de generación de un cambio de lenguaje, como marco de referencia para la posibilidad de emergencia de nuevos ordenamientos (y desordenamientos), manifestos en nuevas acciones en los dominios acordados como problemáticos. Por acciones entendemos aquí conductas de todo tipo, incluidas ese tipo particular de acciones que consisten en emisiones sonoras que remiten a otras acciones (e incluso a sí mismas), es decir, esos ruidos con significado consensual a los que llamamos lenguaje.

Particularmente interesante resulta también jugar con la noción de que lo que llamamos "crisis", "confusión", tiene que ver con la falta de un lenguaje que permita un ordenamiento diferente del mundo experiencial. La noción misma de temporalidad es construida de un modo semejante, o es incluso construida como "inexistente", lo cual permite entender de un modo novedoso eso que llamamos "urgencia" en el campo de la psicoterapia. En cualquiera de estos casos, una vez que todas estas nociones son ubicadas en el dominio cognitivo, como von Foerster señala, se vuelven pasibles de cambio a través de una elección del lenguaje adecuado, lenguaje que será co-generado en el sistema terapéutico.

[El lenguaje no es un instrumento que describe lo que sucede en la familia, sino el nombre de un contexto que construye lo que sucede, y es una elección en el dominio cognitivo.] Buena parte de la terapia familiar es el proceso de negociación y generación de nuevos lenguajes, usando para ello la ambigüedad propia de todo lenguaje, tan frecuentemente "congelada" cuando una conducta ha sido construida como síntoma. En tales circunstancias los significados se vuelven unívocos y, paralelamente, los cursos de acción se restringen.

Von Foerster subraya la ética implícita en la noción de elección de un

lenguaje. (Constructivismo no implica "vender" una realidad alterna al paciente, sino generar conjuntamente lenguajes alternos.) Lo que sí se plantea como problemático es cómo operar esa transformación de lenguajes cuando, con mucha frecuencia, la "epistemología" de los miembros de la familia no coincide con la del terapeuta. ¿Es aquí u.+. escindible "enseñar" epistemología a nuestros pacientes? ¿Hasta qué punto es posible evitar hacerlo? Si lo hiciéramos caeríamos en lo que, manifestamente, queremos evitar, a saber, validar algunas visiones del mundo como "realidades". Más aun, ¿cómo operar cuando la "epistemología" de algunos miembros de la familia valida ciertas visiones del mundo y no otras? Una versión no ingenua del constructivismo no podrá pasar por alto estas problemáticas. Como en el caso de toda teoría, nuevas problemáticas emergen (o viejas problemáticas reaparecen). El constructivismo no da (y no se debería esperar que dé) respuestas finales a problemas básicos del conocer y de las interacciones humanas, pero es un paso en el intento de incorporar nuevos reguladores que permitan enfrentar dichos problemas. (En términos foersterianos, no permite ver pero sí tomar conciencia de ciertas cegueras. No garantiza una ética, pero da nuevos elementos para su construcción.)

El imperativo ético que von Foerster propone aquí puede ser incorporado por el terapeuta como un nivel de reflexión permanente: ¿está mi intervención aumentando el número de alternativas para todo los participantes en este sistema (incluido yo mismo)? ¿Qué nuevo campo de libertades mutuas hemos generado en nuestra interacción? ¿Qué nuevo campo de restricciones hemos generado para el futuro?

"Conocer y dejar conocer" plantea, desde el título mismo, una visión novedosa sobre el conocimiento, que para el terapeuta podríamos expresar en los siguientes términos: Cada vez que alcancemos un nuevo entendimiento acerca de una familia, ¿qué oportunidades para el entendimiento de cada uno de sus miembros estamos permitiendo o restringiendo? Las relaciones entre conocer y dejar conocer son complejas. Muchas veces el conocimiento de alguien, lo que alguien sabe, resulta un obstáculo para el conocimiento del otro. En este sentido, podríamos postular que en un sistema familiar o terapéutico, sus miembros han aprendido algo si, y sólo si, ese nuevo discernimiento abre un espacio para el conocimiento de los demás miembros del sistema. La pregunta es aquí: ¿qué es lo que mi conocimiento te permite saber a ti? y viceversa.

El artículo, orientado originalmente a responder a ciertas problemáticas de los bibliotecarios, menciona ciertas presiones económicas, políticas, sociales y legales a las que ellos están expuestos. La articulación de la respuesta excede ampliamente el campo de aplicación original y se muestra particularmente fértil para el campo terapéutico.

Von Foerster menciona también lo que él califica como una "disfunción social", consistente en la falta de interacción entre especialistas en diversos campos. Semejantes presiones y parecida disfunción aquejan hoy el campo de la salud mental. Diferentes especialistas y agencias están, con mucha frecuencia, involucrados en el tratamiento de las familias y cada uno de ellos se encuentra en un cruce de caminos entre sistemas operando con diferentes lenguajes, objetivos, metodologías, etcétera. En tal contexto la terapia dista mucho de ser lo que cada uno de esos especialistas (psiquiatras, psicólogos, terapeutas familiares e individuales, médicos clínicos y pediatras, cortes, sistemas diversos de adopción, sistemas prepagos de salud, compañías aseguradoras, etcétera) consideraría su campo ideal de operación. De hecho el "paciente" que cada uno de estos operadores construye no es el mismo, y tensiones crecientes suelen hacer evidente que el foco, a poco de andar, se desplaza y se torna necesaria una "terapia de la terapia".

Para tratar al paciente, es el sistema terapéutico el que requiere ser tratado. La metodología consiste, para von Foerster, en generar un lenguaje que transforme al "monólogo en diálogo", y esto sólo sucede cuando el lenguaje es un "instrumento de coherencia social". Cuando estamos en el terreno de la interacción "monológica" lo que cada uno entiende, sabe, conoce, es una afirmación sobre el ser de las cosas, y el propio ser de cada uno se da por garantizado e independiente de lo que cada uno entiende. El camino está abierto así para lo que Humberto Maturana llama "el argumento que obliga". En la interacción dialógica se vuelve aparente que "ser es conocer". Que cada uno construye en sociedad un mundo donde luego habitamos y, más aun, que lo que cada uno "es" se define y construye al mismo tiempo. De allí que el cambio cognitivo implique cambio en el ser, en la identidad y, viceversa, el cambio en la identidad conlleve un nuevo contexto social, familiar, lingüístico.

La terapia de segundo orden es un instrumento particularmente eficaz para que el terapeuta se vuelva un facilitador de diálogos entre esos diferentes lenguajes involucrados. En relación con las estrategias (en el sentido de modos de operar con lo impredecible, no en el de imponer una estructura) a ser utilizadas en la tarea de facilitar el diálogo entre lenguajes diferentes, resulta interesante considerar la distinción que von Foerster toma de Gordon Pask entre dos estilos de aprendizaje diferentes: el de los "holistas" y el de los "serialistas". Los primeros aprenden afrontando los problemas "in toto" y preguntándose qué hacer con él. Los segundos lo desmontan en partes, lo analizan, se preguntan acerca de su estructura, función, etcétera. Por supuesto, aparecen bloqueos en el mutuo aprendizaje cuando estilos diferentes tratan de interactuar sin dar cuenta de esta diferencia. En el campo de la terapia todo terapeuta podría reconocer con facilidad cómo los holistas acusarán a las operaciones de los serialistas como faltas de una meta clara,

no conducentes, "lentas", perdidas en aspectos irrelevantes, etcétera, en última instancia de "no cambiar" en la medida en que no siguen los presupuestos holistas acerca de lo que es cambiar; los serialistas, a su vez, acusarán a los holistas de estar simplificando el problema, de encurarlo superficialmente, de cubrirlo con pseudosoluciones, en última instancia de "no querer realmente cambiar", en la medida en que no siguen sus propios presupuestos acerca del cambio. Una terapia de segundo orden operará con estas fuentes de malentendidos, generando descripciones más abarcativas que incluyan a ambos estilos en un acuerdo que dé lugar a un problema compartido.

No menos importante es la noción de convivencialidad que von Foerster toma de Iván Illich. Los miembros de un grupo conviven cuando la propia voz de cada uno de ellos cambia a través de la voz de los demás, regulando la tendencia a estructurar su conducta en la negación de la visión ajena.

El último artículo de la Parte III, "Principios de autoorganización en un contexto socioadministrativo", es la presentación más detallada, en esta colección, de la noción de valor Eigen, "valor propio de un sistema", entendido como aquella operación, conducta, etcétera, que emerge a partir de las interacciones entre los miembros de un sistema, operando unos sobre otros sin intervención de factores de información ajenos al sistema. Es decir, son emergencias propias del sistema funcionando como una organización informacionalmente cerrada sobre sí misma, en clausura.

De acuerdo con la noción anterior el terapeuta no es alguien que "hace algo sobre la familia", sino que es un cultivador y orientador de los procesos autoorganizacionales que ocurren en el sistema que el terapeuta co-forma con la familia. Toda descripción sistémica sobre la familia en cuestión es, entonces, una emergencia de la relación terapéutica, así como lo son las descripciones que surjan sobre esa misma interacción terapéutica. Al mismo tiempo, el concepto de operaciones propias de un sistema implica que no todas esas operaciones resultan eficaces. Sólo algunas de ellas lo son: las que cumplen con ciertos requisitos o restricciones impuestas por el hecho de ser emergencias de un funcionamiento en clausura. Dicho de otro modo, sólo resulta una operación propia del sistema verdadera aquella que pasa la prueba de la autorreferencia. Si en el campo matemático esto resulta evidente, no lo es tanto qué debemos considerar como operación "verdadera" en el campo de la interacción social.

Para expresarlo en términos de nuestra disciplina: ¿cómo sabemos que un relato que ha emergido del operar en clausura del sistema terapeuta-familia es un relato "verdadero"? El pasaje del campo matemático al campo social debe aquí ser "negociado". Quizá no podamos aquí hablar de narración "verdadera", sino de narración eficaz, ética y estética, como lo dijimos

en el comentario a la Parte II. Agreguemos ahora que para que un relato sea capaz de pasar la prueba de la autorreferencia debe cumplir con una condición propuesta por von Foerster: debe tratar de hacer lo que dice. El terapeuta ha de hacer lo que dice, y ha de hacerlo en el marco del sistema en el cual está operando: si propone disolver ambigüedades, lo hará en su interacción con la familia a la cual le propone tal estrategia, ritualizará la interacción en el mismo sentido en que propone un ritual, propondrá, en general, un contexto de interacción paralelo al que ejecutará en su operar terapéutico, se hará a sí mismo con curiosidad genuina las preguntas que hace a los otros miembros del sistema, etcétera. En este caso, las narrativas que emerjan como propias del sistema terapéutico tendrán una coherencia interna que será sólo afirmada, negada, negociada, en interacciones ulteriores que, a su vez, se reintroducirán en la narrativa haciendo de ésta una operación recursiva.

Negociación es, justamente, el término que von Foerster propone como manifestación del operar recursivo que hace de un sistema un fenómeno autoorganizado. Negociación es intento de resolución de un problema común entendiendo que, por supuesto, que va a ser construido como problema común requiere también negociación, así como tanto otros núcleos en torno de los cuales precipitan las narrativas que surgen de la interacción terapéutica: diagnóstico, síntoma, participantes, temas pertinentes e impertinentes, etcétera.

Von Foerster propone, por último, cuestionar nuestro propio pensamiento terapéutico, en tanto esquema inferencial, en tanto "máquina trivial", lo cual nos permitiría operar de modos menos predictibles y más adecuados al proceso histórico particular del que somos parte. Un terapeuta obediente a su "voz interior" enfrentará, sin duda, un verdadero desafío en el contexto de una salud mental administrada aún, en gran medida, como una operación de control social.

Desorden/orden: ¿descubrimiento o invención?*

Este es un gran simposio. Estoy disfrutando cada minuto de él. Sin embargo, siento que hay una ausencia, y esa ausencia está dada por el hecho de que Gregory Bateson no está con nosotros. La razón por la cual yo, en particular, estoy triste de que él no esté entre nosotros, no es solamente que él hubiera disfrutado tremendamente de estar acá y que ustedes hubieran disfrutado asimismo de su presencia, sino también que yo necesitaría su ayuda para afrontar una de las preguntas que se han vuelto continuamente recurrentes durante esta conferencia. He aquí la pregunta: *¿Son los estados de orden y desorden, estados de las cosas que han sido descubiertos, o que son inventados?*

Lo que intento decir es que son inventados. Necesitaré toda la ayuda que pueda reunir para defender esta posición, y para ello es que invoco la presencia del espíritu de Gregory Bateson, para que esté a mi lado y me ayude ahora en mi defensa. Voy a pedirle a él que nos entregue una de sus tan encantadoras viñetas, de esas que pretenden ser diálogos entre una hija y un padre ficticios (yo no creo que estas ficciones sean tan ficticias, en realidad). El llamaba a estos diálogos *Metálogos* y voy ahora a recordar uno de ellos haciendo, por mi parte, algunos comentarios. Hay uno que se llama: *Metálogo: ¿Qué es un instinto?*. Comienza con la hija preguntándole al padre: "Papito, ¿qué es un instinto?". Ahora bien, si mi hija o mi hijo me hubieran preguntado: "Papito, ¿qué es un instinto?", lo más probable es que yo hubiera caído en la trampa de darle una definición lexicográfica, aprendida. Por ejemplo, yo le hubiera dicho: "Un instinto, mi querida, es la conducta innata de los animales, que no es aprendida, que tiene cierta complejidad, etcétera", o bien algo parecido. Sin embargo, Bateson no cayó en esa trampa, y como respuesta a "papito, ¿qué es un instinto?", dijo: "Un instinto, mi querida, es un principio explicativo".

* Este artículo fue publicado en: Paysley Livingston (comp.): *Disorder and Order*, Proceedings of the Stanford International Symposium (September 14-16, 1981), Anna Libri, Saratoga, 1984, 177-189.

Eso no fue suficiente para ella, que inmediatamente preguntó: "¿Pero qué es lo que explica?"

Y él respondió. (¡presten atención a esto!): "Cualquier cosa, casi cualquier cosa, cualquier cosa que quieras explicar".

Ahora bien, es importante darse cuenta de que algo que explica "cualquier cosa que quieras explicar", no explica nada. Pero la hija inmediatamente siente algo y dice: "No seas tonto. ¡No explica la gravedad!".

Y el padre dice: "No, porque nadie quiere que un instinto explique la gravedad. Si quisieran, la explicaría. Podríamos decir, simplemente: 'La luna tiene un instinto cuya fuerza varía inversamente con el cuadrado de la distancia'...".

La hija dice entonces: "Pero papito, eso no tiene sentido".

—Por cierto que no, pero fuiste tú la que mencionó al instinto, no yo.

—Muy bien, pero ¿qué es entonces lo que explica la noción de gravedad?,

—Nada, mi querida, porque la gravedad es un principio explicativo.

—Oh —dice la hija—, ¿quieres decir que no se puede usar un principio explicativo para explicar otro? ¿Nunca?

El padre dice: "Casi nunca. Eso es lo que Newton quería decir cuando dijo: '*Hypotheses non fingo*'".

"¿Y eso qué significa, por favor?", pregunta la hija. (Ahora quisiera llamar la atención acerca del hecho de que, cuando el padre da su respuesta, todo lo que dice está en el dominio descriptivo. Está siempre asociado con afirmar o con indicar.)

Nuevamente, la hija dice: "¿Qué quiere decir eso?"

El padre: "Bien, tú sabes lo que son las hipótesis. Toda afirmación que conecta dos afirmaciones descriptivas entre sí, es una hipótesis. Si tú dices que hubo luna llena el primero de febrero, y otra luna llena el primero de marzo, y conectas estas dos afirmaciones de algún modo, la afirmación que las une es una hipótesis".

—Sí, y sé lo que significa *non*. ¿Pero qué es *fingo*?

—Bien, *fingo*, en latín tardío, significa "hago". Da lugar a un sustantivo verbal, *fictio*, del que procede nuestra palabra "ficción".

—Papá, ¿quieres decir que Isaac Newton pensaba que todas las hipótesis están construidas, como los cuentos?

El padre: "Así es, precisamente".

—¿Pero no descubrió él la gravedad? ¿Con la manzana?

—No querida. ¡La inventó!

Lo que he hecho con este diálogo batesoniano es, por así decir, armar un contexto para lo que sigue. Mi plan original era hacer algunas consideraciones históricas con respecto a las nociones de desorden y orden; sin embargo, durante el desarrollo de esta conferencia comprendí que debía cambiar mi objetivo. Hubo dos elementos que me persuadieron a hacer esto: en primer lugar, comprendí que teníamos el inmenso placer de tener aquí a Michel Serres, que es uno de los más eminentes historiadores y que puede, por supuesto, presentar cualquier tema histórico mucho mejor de lo que yo pudiera inventarlo; el segundo punto es que yo no soy el último orador, y desde el momento en que siento que esta conferencia tiene significado histórico y que lo que yo digo hoy va ser borrado mañana, me siento muy feliz de que, en su sabiduría, los organizadores de esta conferencia hayan puesto a Michel Serres como último orador; más aun, espero que él satisfaga el requerimiento de Edgar Morin de que el observador se incluya a sí mismo en la observación, porque él sería también, entonces, un contribuyente a la historia de esta conferencia.

¿A qué debería entonces referirme, si no me voy a referir a la historia? Lo que haré es ir de lo histórico a lo epistemológico, porque me parece que muchas de las preguntas que han sido hechas a lo largo de esta conferencia tienen una raíz epistemológica. Sin embargo, tocaré dos puntos en los cuales haré referencia a eventos históricos con respecto a las nociones de desorden y de orden, y eso sucederá cuando nuestro tema toque a una cierta rama de la poesía, conocida como termodinámica. Voy a discutir estos puntos porque he observado que, una y otra vez durante este simposio, nociones que se desarrollaron a partir de una interacción entre gente del campo científico (por ejemplo, los termodinamistas y otros), una *jerga*, un lenguaje, una significación, evolucionaron hacia el modo en que están siendo usados aquí, de una manera un poco libre, y yo quisiera recordarles en qué contexto surgieron estas nociones. Después de hacer estos breves contactos con la historia, tan sólo para adquirir mejores perspectivas, trataré de mostrar que las nociones de desorden, orden y organización, están ligadas conceptualmente a una noción general de computación. Esto me dará una base para, en primer lugar, hablar en términos cuantitativos del

orden y de la complejidad, a partir de allí de aquellos procesos por los cuales el orden o la complejidad, aumenta o disminuye; pero en segundo lugar —y ésta es la justificación fundamental para ligar estas nociones a la de computación— para mostrar que estas mediciones dependen totalmente del marco de referencia elegido (que resulta ser el lenguaje), en el cual son llevadas a cabo estas computaciones. (En otras palabras, la cantidad de orden, o de complejidad, está inevitablemente ligada al lenguaje en el cual hablamos acerca de esos fenómenos. Es decir que, cambiando el lenguaje, se crean diferentes órdenes y complejidades, y éste es el punto fundamental que quisiera subrayar.)

Desde el momento en que se nos permite una libre elección del lenguaje que podemos usar, nos hemos desplazado hacia un dominio cognitivo, y yo quiero reflexionar sobre dos tipos de conocimiento a los cuales ya me referí en mi exposición introductoria, a saber, el problema de distinguir si los estados que llamamos “desorden y orden” son estados de las cosas descubiertos o inventados. Cuando tomo posición por la *inven*ción, se hace claro que aquel que inventa se hace responsable, por supuesto, de su invención. En el momento en que surge la noción de responsabilidad, tenemos la noción de *ética*. Voy, entonces, a desarrollar la noción fundamental de una ética que contradice los principios ordenadores que intentan organizar al otro con el mandamiento: “Tú debes”, y la remplace por el principio organizacional, que implica organizarse a sí mismo con el mandamiento: “Yo debo”. Con estas consideraciones he dado un breve resumen de mi presentación. ¡Ahora puedo empezar con el desarrollo!

En primer lugar, quisiera que ustedes retrocedieran conmigo hasta el año 1850. Ese es aproximadamente el momento en que la Primera Ley de la Termodinámica fue bien establecida, en que comprendimos el principio de conservación de la energía, y en que la Segunda Ley de la Termodinámica estaba siendo concebida. Lo que era observado e intrigaba mucho a la gente por aquella época era un interesante experimento. Observemos la siguiente fascinante situación. Consideremos dos envases, o recipientes, del mismo tamaño. Uno está caliente, y el otro frío. Ahora tomemos estos dos envases, pongámoslos juntos, fusionándolos por así decir, y observemos lo que pasa. Espontáneamente, sin que hagamos nada de nuestra parte, el recipiente frío se pone más caliente y el más caliente se pone más frío. Ahora bien, podríamos preguntarnos: “Muy bien. ¿Y con eso qué?” Pero si le decimos “¿y con eso qué?” a todo, no veremos nada.

Los ingenieros, que estaban trabajando con máquinas de vapor, máquinas térmicas, etcétera (y como Prigogine ha dicho con tanta propiedad, la termodinámica era una ciencia ingenieril), se preguntaban acerca de la eficiencia de estas máquinas. Ellos sabían muy bien que, si uno tiene un recipiente caliente y uno frío, uno puede poner entre ellos una máquina

térmica que hará algún trabajo para nosotros, taladrando, bombeando, tironeando, etcétera. Pero ellos también sabían que, cuanto más pequeña la diferencia de temperatura entre los dos recipientes, menor es la posibilidad de mantener en funcionamiento a una máquina térmica; esto significa que la posibilidad de transformar calor en trabajo se hace cada vez menor en la medida en que las temperaturas de los dos recipientes se van igualando.

Cuando Clausius pensó muy cuidadosamente acerca de esta cuestión, se dio cuenta de lo que estaba pasando: con la disminución de la diferencia de temperatura, la convertibilidad, el cambio, la transformación de energía térmica en trabajo, se vuelve cada vez menos factible. Entonces quiso darle a esta posibilidad de ser capaz de cambiar, o transformar, calor en trabajo un nombre apropiado y atractivo. En esa época era muy popular usar el griego para crear neologismos. Así es como él buscó en su diccionario los términos griegos para “cambiar” y para “transformar”. Y encontró la palabra *trope*. “Ajá” —se dijo—, pero a mí me gustaría hablar del *no cambio*, porque cuanto más avanzan los procesos en cuestión, menos puede transformarse calor en trabajo.” Ahora bien, desafortunadamente, o tenía un diccionario miserable, o no hablaba griego demasiado bien, o tenía amigos que no entendían nada acerca de lo que él hablaba. En vez de llamarlo *utroptía*, ya que *ou* es la palabra griega para *no*, como en “utopía” (ningún lugar) —y *utroptía* es como él debiera haber llamado al nuevo concepto— lo llamó “entropía”, porque pensó que *en* es lo mismo que *in* en latín, y, por tanto, significa “no”. He aquí la razón por la cual estamos atrapados en una terminología errónea. ¡Y lo que es peor aun es que nadie la revisó! ¡Una situación increíble! Por tanto, en la jerga adecuada, cuando los dos recipientes se juntan, la *utroptía* de ambos aumenta, porque la posibilidad de cambiar, de transformar calor en trabajo, se hace cada vez menor.

Un par de años más tarde, dos caballeros, uno en Escocia, el otro en Austria, uno en Edimburgo, el otro en Viena, uno llamado Clerk Maxwell, y el otro llamado Ludwig Boltzmann, estaban intrigados por una hipótesis fascinante, una hipótesis tal falta de cordura, que la mayoría de los colegas de la comunidad académica rechazaban hasta la posibilidad de hablar acerca de ella. Ellos contemplaban la idea de pensar en la materia como si no fuera infinitamente divisible, de modo tal que, a un cierto nivel de subdivisión, toda subdivisión ulterior fuera imposible. Es decir que, uno se encontraría con pequeños trozos de masa. En latín, “masa” se dice *moles* y para referirse a una cosa pequeña se usa el sufijo diminutivo *-cula*, con lo cual obtenemos las hipotéticas “moléculas”, que no permitirían división ulterior.

Veamos si esta hipótesis tiene algún sentido. Para ponernos en la perspectiva de la época, 1871 o 1872, Boltzmann, que estaba enseñando

en Viena, ocupaba una cátedra de física. La otra cátedra pertenecía a Ernst Mach, cuyo nombre, creo, es bien conocido. Mach asistió a las conferencias de Boltzmann, sentándose en la última fila del gran auditorio de física, y cuando Boltzmann usó la palabra "molécula" en sus conferencias, Mach gritó desde la última fila: "¡Muéstreme una!" Por supuesto, en aquella época uno no podía mostrar una molécula, eran puramente hipotéticas. Sea como fuere, estos dos caballeros, Maxwell y Boltzmann, se ocuparon de tratar de ver si se podía realmente interpretar algunas de las leyes fundamentales de la física, como si la materia estuviera compuesta de partículas elementales, de moléculas. Y tuvieron éxito. Mostraron que tres cantidades fundamentales de la termodinámica podían ser expresadas en términos de propiedades moleculares. Una de ellas es la presión. Podía ser interpretada como un bombardeo de moléculas contra las paredes del recipiente. La energía cinética, o velocidad de las moléculas, determinaría la temperatura. Y luego llegaron a la noción de entropía, o *utropía*, como yo la llamaría, y allí sucedió algo fascinante.

No pudieron explicar la utropía en términos puramente moleculares, y tuvieron que apelar a las funciones cognitivas del observador. Esa es la primera vez que, en el campo de la ciencia, el observador entra en un sistema descriptivo. Para poder reinterpretar la noción de utropía, era necesario hablar de la distinguibilidad entre diferentes estados. Veamos un ejemplo. Consideremos nuevamente los dos recipientes que pueden ser distinguidos por sus diferentes temperaturas: uno está a alta temperatura, y el otro, a baja. Juntémoslos de modo que queden unidos. El más caliente se enfriará y el más frío se calentará lentamente y, a medida que pase el tiempo, la diferencia disminuirá: se "confundirán" cada vez más. Mejor dicho, el observador se "confundirá", porque será incapaz de distinguir entre ambos recipientes, y su confusión aumentará con el aumento de la utropía. Aquí tenemos, entonces, una versión de la segunda ley de la termodinámica: la utropía aumenta con la confusión. O, dicho de otro modo: la entropía aumenta con el desorden.

Darse cuenta de que las leyes fundamentales de la termodinámica, que fueron formuladas originalmente para dar cuenta de una fenomenología macroscópica, tenían a su vez su fundamento en una mecánica microscópica, generó preguntas acerca de la potencialidad y de los límites de estas leyes fundamentales.

Puedo ver a Clerk Maxwell sentado allí, soñando con alguna travesura que le permitiera derrotar a la segunda ley de la termodinámica: "Mmm, si yo tengo dos recipientes a la misma temperatura, ¿qué tendría que pasar entre ellos para que, sin interferencia externa alguna, uno se vuelva más caliente, mientras el otro se vuelve más frío?" O, dicho de otro modo, para permitir que el orden (discriminabilidad) emerja del desorden (indiscri-

minabilidad), por ejemplo, reduciendo la entropía del sistema. Maxwell aportó, en verdad, una propuesta encantadora inventando un demonio que operaría de acuerdo con una regla bien definida. Este demonio cuidaría una pequeña puerta en la pared que separa ambos recipientes y observaría las moléculas que vinieran volando hacia esa puerta. El abriría la puerta para permitir pasar a una molécula, siempre que una rápida viniera del lado frío o una lenta viniera del lado caliente. En cualquier otro caso él mantendría la puerta cerrada. Obviamente, con esta maniobra, él pondría el recipiente frío más frío (porque perdería todas sus moléculas "calientes"), y al recipiente caliente más caliente (porque perdería todas sus moléculas "frías"), contrariando así, aparentemente, a la segunda ley de la termodinámica. Así es que Maxwell inventó a su famoso demonio, cuyo nombre es, por supuesto, "demonio de Maxwell", y por bastante tiempo se pensó que él había derrotado, realmente, a la segunda ley. (Más tarde, sin embargo, se demostró,—pero eso es más bien irrelevante para mi historia—que la segunda ley de la termodinámica se sostiene; en verdad, aun cuando el demonio esté trabajando. Porque para que el demonio pueda juzgar si las moléculas son rápidas o lentas, él necesita, por supuesto, un rayo de luz que le permita ver a las moléculas; pero un rayo de luz necesita una batería, y las baterías se gastan, y con ello se desvanece la esperanza de haber derrotado a la segunda ley de la termodinámica!)

Pero hay otro punto que me gustaría resaltar con respecto a este demonio, y es que él representa la incorporación, por excelencia, no solamente de cualquier principio que genere distinciones y orden, sino también de una noción general de computación. Uno de los conceptos más generales de computación fue desarrollado, creo yo, en los años treinta por el matemático inglés Alan Turing. El ejemplificó su concepto con la ayuda de una máquina ficticia, un artefacto conceptual, cuyos estados internos son controlados por una de las dos partes externas de la máquina, mientras controlan a la otra parte. La primera parte es una larga cinta (teóricamente infinita) que está subdividida en cuadrados de igual tamaño sobre los cuales pueden ser escritos símbolos borrables tomados de un alfabeto dado (al cual podríamos llamar un "lenguaje"). La otra parte es un cabezal lector/escritor, que detecta el símbolo sobre el cuadrado que está por debajo y, de acuerdo con el estado interno de la máquina, cambia el símbolo o lo deja permanecer como está. Después de hacer esto, se mueve al cuadrado próximo, a izquierda o derecha y, finalmente, cambia su estado interno. Una vez completadas estas operaciones, puede comenzar un nuevo ciclo, con el cabezal leyendo ahora el símbolo sobre un nuevo cuadrado. Turing demostró, en una famosa publicación [1], que esta máquina puede, realmente, computar todos los números computables o, como yo lo diría en relación con nuestro tema, todos los "ordenamientos concebibles".

Lo que yo quisiera demostrar ahora es que esta máquina —cuyo nombre es, por supuesto, “máquina de Turing”— y el demonio de Maxwell son funcionalmente isomórficas o, dicho de otro modo, que la competencia computacional de la máquina y las capacidades ordenadoras del demonio son equivalentes. Mi propósito al traer a colación esta equivalencia es, como podrán recordar de mis comentarios introductorios, asociar las nociones de desorden, orden y complejidad, con medidas que nos permitan hablar acerca de diferentes grados de orden, para decir, por ejemplo: “Acá hay más orden!” o “Allá hay menos orden!” y, al mismo tiempo, observar los procesos que producen estas diferencias de gradación.

Hagamos ahora rápidamente un ejercicio demostrativo comparando las acciones M de la máquina con las acciones D del demonio, durante los cinco pasos de un ciclo completo.

Paso (i): M lee un símbolo, D observa una molécula.

Paso (ii): M compara el símbolo con el estado interno, D compara la velocidad de la molécula con un valor interno.

Paso (iii): M opera sobre el símbolo y la cinta, D sobre la apertura, abriéndola o cerrándola.

Paso (iv): M cambia sus estados internos, D su valor interno.

Paso (v): M y D vuelven a (i).

Conocer esta equivalencia nos coloca en condiciones de transformar cualquier problema de ordenamiento en un problema de computación. Consideremos, por ejemplo, un ordenamiento arbitrario A , y su representación sobre la cinta de una máquina de Turing usando un cierto alfabeto (lenguaje). Lo que Turing mostró es que existe otra expresión en la cinta, llamada la “descripción” de A , que usada como la expresión inicial de la cinta, le permitirá a la máquina computar, a partir de ella, el ordenamiento A . Permítanme ahora llamar la atención acerca de tres medidas (números). Una es la longitud $L(A)$ (es decir, el número de cuadrados) de la cinta que es ocupada por el ordenamiento A ; la segunda es la longitud $L(D)$ de la descripción de A (la expresión inicial de la cinta); y la tercera es N , el número de ciclos que la máquina utiliza para computar el ordenamiento A a partir de su descripción D .

Ahora podemos recoger algunos frutos de nuestra inversión intelectual en las nociones de máquinas, demonios, etcétera.

Describiré solamente cuatro:

(i) Orden

Si la expresión inicial de la cinta, la descripción, es corta, y lo que va a ser computado, el ordenamiento, es muy largo ($L(D) < L(A)$), es obvio que, entonces, el ordenamiento tiene mucho orden: unas pocas reglas generarán a A . Supongamos que A es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,, 999999, 1000000. Una descripción posible de este ordenamiento podría ser: *Cada número es igual a su precursor + 1*.

(ii) Desorden

Si la longitud de la descripción se aproxima a la longitud del ordenamiento, es claro que no entendemos a ese ordenamiento, porque la descripción tan sólo iguala al ordenamiento. Supongamos que A es: 0, 5, 4, 2, 9, 8, 6, 7, 3, 1.

Reto a cualquier matemático, o a cualquier mago de los rompecabezas, a encontrar otra regla que no sea: *escriba 0, 5, 4, . . .*, que genere ese ordenamiento.

(iii) Complejidad

Propongo usar a N , el número de ciclos para computar un ordenamiento, como una medida de la complejidad de ese ordenamiento. En otras palabras, sugiero asociar la complejidad de un ordenamiento al tiempo que la máquina demora en computarlo. Por ejemplo, durante esta reunión fue hecha una yuxtaposición molécula/hombre sugiriendo —tal como yo lo entendí— que podemos aprender acerca de las propiedades de los seres humanos a partir de las propiedades conocidas de las moléculas. En lenguaje computacional se hace referencia, usualmente, a tales computaciones llamándolas computaciones *ab ovo* o, en nuestro caso, *ab molecula*. Desde este punto de vista, no puede ser demasiado difícil ver que N , el número de pasos computacionales, será tan largo (siendo, por ejemplo, la edad del universo demasiado corta para acomodar a N), que N se vuelve “transcomputacional”. ¡Eso significa que podemos empezar a olvidarnos de toda la cuestión, porque nunca veremos su final!

(iv) Lenguaje

He dejado que el más elegido de los cuatro frutos sea el último que ustedes degusten, porque es el más crucial en mi relato. Es posible observar que las tres cantidades mencionadas previamente: la longitud de un ordenamiento, la longitud de su descripción y la duración de la computación de ese ordenamiento, cambian drásticamente si cambiamos al alfabeto a por otro, digamos, b . Dicho de otro modo, el grado de desorden o de orden que puede observarse en un ordenamiento depende, de un modo decisivo, del lenguaje (alfabeto) elegido que se usa en esas operaciones. Tomemos como ejemplo mi número de teléfono en Pescadero: es 879-0616. Usemos

otro alfabeto, por ejemplo, el alfabeto binario. En ese lenguaje mi número es 1000011000100001001011000. Si tuvieran dificultades para recordar este número, ¡vuelvan al lenguaje anterior!

Tomemos como otro ejemplo la secuencia de números al azar 0, 5, 4, etcétera, que mencioné anteriormente (punto ii). Sugiero cambiar un alfabeto que usa numerales arábigos por otro que deletrea cada número en español: 0-cero, 5-cinco, 4-cuatro, etcétera, y se tomará evidente que con este alfabeto la "secuencia al azar" anterior se vuelve bien determinada y tiene, en verdad, una descripción muy breve: es "alfabética" (cero, cinco, cuatro, dos, nueve, etcétera).

Aunque podría seguir con una multitud de ejemplos que resaltarían nuevamente los puntos centrales de mi argumento, voy a resumir estos puntos centrales en dos proposiciones, con la esperanza de que los ejemplos precedentes hayan sido suficientes. Número uno: una metáfora computacional nos permite asociar el grado de orden de un ordenamiento con la brevedad de su descripción. Número dos: la longitud de las descripciones depende del lenguaje. De estas dos proposiciones se sigue una tercera, que es mi argumento decisivo: desde el momento en que el lenguaje no es algo que nosotros descubrimos —es nuestra elección, y somos nosotros quienes lo inventamos— desorden y orden ison nuestras invenciones! [2]

Con esta secuencia he completado el círculo que inicié con mi afirmación introductoria de que terminaría de una vez por todas con la pregunta acerca de si desorden y orden son descubrimientos o invenciones nuestras. Creo que mi respuesta es clara.

Permítanme extraer algunas consecuencias epistemológicas de esta posición constructivista, que son inaccesibles a los pretendidos descubridores.

Una de ellas es que las propiedades que se cree que residen en las cosas, resultan ser aquellas del observador. Tomemos, por ejemplo, a las hermanas semánticas del desorden: ruido, impredecibilidad, azar; o a aquéllas del orden: ley, predictibilidad, necesidad. La última de estas dos tríadas, azar y necesidad, ha sido asociada hasta hace muy poco con el trabajo de la naturaleza. Desde un punto de vista constructivista, la necesidad surge de la habilidad para hacer deducciones infalibles, mientras que el azar surge de la incapacidad para hacer inducciones infalibles. Es decir que, necesidad y azar reflejan algunas de nuestras habilidades e incapacidades, y no las de la naturaleza.

Pronto veremos más acerca de esto. Pero por el momento permítanme ocuparme de la pregunta acerca de si existe un fundamento biológico para estas nociones. La respuesta es que sí lo hay y, en verdad, me siento muy feliz de estar rodeado justamente de aquella gente que fue produciendo

exactamente el fundamento que me permite hablar acerca de un organismo en íntima unidad autónoma. La versión original provino de tres neurofilósofos chilenos, que inventaron la idea de autopoiesis. Uno de ellos, Francisco Varela, está sentado aquí; otro es Humberto Maturana, y el tercero es Ricardo Uribe, que ahora está en la Universidad de Illinois. Ellos escribieron el primer artículo en inglés sobre la noción de autopoiesis, y en mi lenguaje computacional yo diría que autopoiesis es aquella organización que computa su propia organización. Espero que Francisco no me traicione mañana y se ocupe de la noción de autopoiesis. La de autopoiesis es una noción que requiere clausura sistémica. Eso significa clausura organizacional, pero no necesariamente termodinámica. Los sistemas autopoieticos son termodinámicamente abiertos, pero organizacionalmente cerrados.

Sin entrar en detalles, me gustaría mencionar que el concepto de clausura se ha vuelto muy popular recientemente en matemáticas gracias a una rama muy desarrollada de ella, a saber, la teoría de las funciones recursivas. Uno de sus temas tiene que ver con las operaciones que operan iterativamente sobre sus propios resultados, es decir, que son operacionalmente cerradas. Algunos de sus resultados están directamente asociados con las nociones de autoorganización, equilibrios estables, inestables, múltiples y dinámicos, así como otros conceptos que encajarían en el tema de nuestro simposio.

Sin embargo, siempre ha habido, tradicionalmente, problemas lógicos asociados con el concepto de clausura, de allí la resistencia, hasta hace poco tiempo, a tomar en cuenta algunos de sus aspectos problemáticos. Consideremos, por ejemplo, la relación de un observador con el sistema que está observando. Bajo clausura, él sería incluido en el sistema que está observando. Pero esto sería un anatema en una ciencia en la cual la regla es la "objetividad". La objetividad demanda que las propiedades del observador no entren en las descripciones de sus observaciones. Esta proscripción se manifiesta cuando enviamos, a cualquier publicación científica, un artículo que contenga una frase como: "He observado que. . ." El editor nos lo devolverá con la corrección: "Puede observarse que. . ." Yo afirmo que este pasaje de la primera persona "yo" al impersonal "se" es una estrategia para evadir la responsabilidad: "se" no puede ser responsable; imás aun, "se" no puede observar!

La aversión a la clausura, en el sentido del observador siendo parte del sistema que observa, puede ir aun más lejos. Puede derivar de una aprehensión ortodoxa en el sentido de que la autorreferencia puede invitar a la paradoja, e invitar a la paradoja es como buscar problemas. Como lo tomarían ustedes si yo hiciera la siguiente declaración autorreferencial: "Yo soy un mentiroso". ¿Estoy diciendo la verdad? Entonces miento. Pero cuando miento, estoy diciendo la verdad. Aparentemente, esta travesura

lógica no tiene lugar en una ciencia que espera construir un fundamento sólido en el cual las afirmaciones son, supuestamente, o verdaderas o falsas.

Sin embargo, permítanme decir que los problemas de la lógica de la autorreferencia han sido manejados muy elegantemente a través de un cálculo de la autorreferencia, cuyo autor (Varela) está sentado a mi lado. ¡Espero que él no me traicione y me ofrezca un poquito de autorreferencia cuando hable mañana!

La teoría social necesita agentes que den cuenta de la coherencia de la estructura social. Tradicionalmente los agentes aparecen en grupos de proscripciones emitidas con cierto sabor dictatorial, en general en la forma: "Tú no debes..." Es claro que todo lo que he dicho esta noche no solamente contradice, sino que también refuta, tales puntos de vista. Las tres columnas sobre las que reposa mi postura: autonomía, responsabilidad, elección, apuntan en la dirección opuesta.

¿Cuál podría ser mi contrapropuesta? Permítanme concluir mi presentación con una proposición que bien puede servir como un imperativo ético constructivista: "Yo debo actuar siempre como para incrementar el número total de alternativas".

Discusión

WATZLAWICK: —Heinz, dirías que hay, además de lo que tú llamas el "imperativo ético", aún otra conclusión para ser extraída: ¿al darte cuenta de que eres el constructor de tu propia realidad, eres entonces libre, y entonces la cuestión de la libertad aparece, de modo tal que hay una cualidad deóntica en lo que estabas diciendo?

VON FOERSTER: —Mi respuesta es: Sí, precisamente.

KARL H. PRIBRAM (Stanford Medical School): —Heinz, estoy de acuerdo con todo lo que dijiste, y con lo que dijo Francisco, pero tengo un problema. Y el problema es que, dado el marco que acabas de "inventar" para nosotros, y que me gusta mucho, ¿por qué es que cuando voy a mi laboratorio, sucede algo que me sorprende? Cuando sé cómo se supone que las cosas van a resultar, y no lo hacen.

VON FOERSTER: —Tú tienes un carácter de gran invención, tú inventas incluso tus sorpresas. Por ejemplo, cuando yo hablaba acerca de los dos compartimientos que son colocados juntos y dije que tenía lugar una cosa muy sorprendente, a saber, que la más caliente se enfriaba, y la fría se calentaba, sentí que eso era dicho aparentemente como una broma; por supuesto, todo el mundo sabe eso, ¿entonces qué? Pero mi esperanza era que ustedes tratarían de ver este fenómeno como si fuera la primera

vez, como si fuera algo fascinante. Permítanme ilustrar este punto. Yo no sé si ustedes recuerdan a Castaneda y su maestro, don Juan. Castaneda quiere aprender acerca de las cosas que suceden en las inmensas extensiones del chaparral mexicano. Don Juan dice: "¿Ves esto. . .?", y Castaneda dice: "¿Qué? Yo no veo nada". A la vez siguiente, don Juan dice: "¡Mira aquí!" Castaneda mira y dice: "No veo absolutamente nada". Don Juan se desespera, porque quiere realmente enseñarle cómo ver. Finalmente don Juan encuentra una solución: "Ahora veo cuál es tu problema. Tú sólo puedes ver las cosas que puedes explicar. Olvídate de explicaciones, y verás". Tú te sorprendes porque abandonas tu preocupación por las explicaciones. Entonces, puedes ver. Espero que continúes sorprendiéndote.

Referencias bibliográficas

[1] "On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem", en *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2, N° 42, págs. 230-65 (1936).

[2] Excepto para los griegos, que creían que eran los dioses quienes inventaron el lenguaje y que nosotros, los humanos, estábamos destinados a descubrirlo.

Conocer y dejar conocer: una teoría aplicada del conocimiento*

Antes de comenzar con mi tema específico, me gustaría hacer algunas consideraciones preliminares.

En primer lugar, quisiera agradecer a la presidenta Marianne Scott por su encantadora introducción y por las generosas palabras que tuvo hacia mí, saltando inmediatamente a ocupar la posición de mi amigo Iván Illich, que iba a hablar ante ustedes pero, desafortunadamente, no pudo hacerlo.

Más aun, me siento muy feliz de que se me permita servir a un amigo no solamente ayudando a llenar el vacío que su ausencia pudiera haber causado, sino también dando un mensaje. Así es que, no en sus palabras sino en las mías, espero, sin embargo, invocar al espíritu illichiano.

Consideración número dos: gracias, nuevamente, a Scott. Tan sólo unos días antes de salir de California para Saskatoon, recibí una de esas cartas "expreso vía aérea", en la cual ella me daba claves enormemente útiles acerca de esta conferencia. Me contaba de vuestras preocupaciones esenciales, de las tremendas presiones económicas, políticas, sociales y legales a las cuales ustedes están expuestos, de las difíciles preguntas respecto de la libertad de y el acceso a la información asociadas, por supuesto, al impacto de la explosiva "tecnología de la información" en vuestra profesión.

Sentí que el punto crucial en su carta era una preocupación que dio lugar al título de esta conferencia: "Compartiendo nuestras especialidades: una oportunidad nacional".

Ella describía la desagradable situación, debida al aumento de la especialización en vuestra profesión, de la existencia de una erosión del lazo que mantiene unidos a todos ustedes.

Consideración número tres: permítanme llamarles la atención acerca del hecho de que esta situación es aun más desagradable porque, cuando

* Este artículo es una adaptación de la conferencia inaugural para la apertura de la 37ª Conferencia Anual de la Canadian Library Association, presentada el viernes 11 de junio de 1982, en Saskatoon, Saskatchewan, Canadá. Fue publicado originalmente en: *Canadian Library Journal*, Vol. 39, N° 5, págs. 47-55 (octubre de 1982).

se erosiona el lazo común, se crea un clima propicio para que haya aun más especialización. Es decir que éste es un caso de causación circular extraordinariamente vicioso.

Sin embargo, permítanme decirles que ustedes no están solos con este padecimiento; lo mismo está pasando en otros campos. De hecho, toda la ciencia está afectada por esta disfunción social que ha asumido ahora proporciones epidémicas. ¿Qué hacer respecto de esto?

¿Qué hacer con un disco intervertebral deslizado fuera de lugar? El penar empieza cuando el disco desplazado pinza algunos nervios generando dolor. El dolor, a su vez, produce espasmos musculares que comprimen los nervios más aun: el dolor aumenta, y así sucesivamente, con crecientes penurias.

Superficialmente uno podría tratar esta cuestión cortando el círculo vicioso en uno o ambos extremos, reduciendo el dolor con analgésicos, reduciendo los espasmos con relajantes musculares. Pero estos remedios no colocarán al disco de nuevo en el lugar apropiado. Es claro que una terapia debe ocuparse del disco en sí mismo.

Un médico con inclinaciones hipocráticas preguntaría: "¿Por qué es que el disco se deslizó al comienzo del proceso? Tal rastro de nuestra civilización y el bibliotecario en el papel de una partera o de un obstetra, ayudando a la gente a dar nacimiento a nuevas ideas, entendimientos e intuiciones.

Esto significa que les hablaré acerca de "dejar conocer" a aquellos que desean conocer; en otras palabras, les hablaré acerca de la aplicación de una teoría del conocimiento. Esto justifica la última parte de mi título que en su forma completa es: "Conocer y dejar conocer: una teoría aplicada del conocimiento".

Así he completado mis consideraciones preliminares y puedo ahora empezar con mi presentación propiamente dicha. Haré esto, nuevamente, en cinco pasos. Primero, quisiera discutir la sociopatología de la cual la especialización acelerada es sólo un síntoma. Segundo, me ocuparé del concepto de conocer desde una posición epistemológica central, y tercero, les contaré algunos encantadores hallazgos acerca del aprender, particularmente acerca del aprender estilos y estrategias. Cuarto, voy a tocar el tema de las potencialidades y de los límites de la nueva tecnología que podría llegar a estar a vuestro servicio, en lugar de estar ustedes al servicio de esa tecnología; finalmente, quisiera invitarlos a ver la biblioteca como un instrumento de convivencia en el sentido de Iván Illich [1] y de Valentina Borremans [2].

Patología

La historia del desarrollo de los criterios que identifican una enfermedad mental específica y diseminada, la esquizofrenia (del griego: *schis-*

ma, dividir; *phren*, mente), es relativamente reciente.* Debido a la similitud entre la característica más prominente de la esquizofrenia, a saber, la ruptura de la integración cognitiva, y la característica más prominente de disfunción social, a saber, la ruptura de la integración social, propongo llamar a esta sociopatología "esquizodemia" (del griego: *schisma*, dividir; *demos*, gente). Las otras características de la esquizofrenia muestran también gran afinidad con aquellas de la esquizodemia. Observemos este fascinante paralelismo.

Mi justificación para hacer este ejercicio es que, si hay una estrategia para liberarse a uno mismo de las garras de una enfermedad que afecta al individuo, sería posible encontrar una estrategia semejante que pudiera ayudar a liberarnos de las garras de una enfermedad que afecta a la sociedad.

En cada uno de los siguientes cuatro puntos voy a mencionar un criterio diagnóstico de esquizofrenia, tal como fue definido por Breuler (i) (ii) (iv) y Meduna-MacCulloch (iii), y luego señalaré la correspondiente situación en la esquizodemia.

(i) *Ruptura de la integración cognitiva*

Si este fenómeno se da en una "sociedad", en vez de darse en un paciente, y en vez de dar por resultado un "patrón de lenguaje esquizofrénico", produce una "jerga profesional", la descripción del fenómeno podría parafrasear la descripción de Scott acerca de lo que aqueja a vuestra profesión o, yo diría, a la ciencia en general.

(ii) *Alienación*

Este tipo de despersonalización puede ser visto en las ciencias a muchos niveles. Superficialmente aparece en el estilo de escritura requerido, en el cual el pronombre de primera persona singular resulta inaceptable, excluyendo a la subjetividad del discurso científico. En el gran esquema de la ciencia natural esta tendencia termina empujando a todos los sujetos fuera de sus modelos del mundo, creando un "universo sin sujeto".

(iii) *Confusión del símbolo con el objeto*

Yo creo que esta confusión está directamente ligada con lo que yo llamé, en el punto cuatro de mis consideraciones preliminares, perversión de la noción de conocimiento, y está relacionada con una errónea concep-

* Ciertos desarrollos no han sido incluidos en este artículo, ya que aparecen en otros artículos de esta misma colección. Por ejemplo, una caracterización de los síntomas diagnósticos de la esquizofrenia y la descripción del enbudo de Nuremberg aparecen en "La percepción del futuro y el futuro de la percepción". Una cita del metálogo "¿Qué es un instinto?" aparece en "Desorden/orden: ¿descubrimiento o invención?" [T.]

ción de la función social de la biblioteca y de sus bibliotecarios. Esa confusión presenta a la biblioteca como un depósito de conocimiento y de información. Sin embargo, una biblioteca no puede almacenar conocimiento e información, sino tan sólo documentos, libros, mapas, microfichas, diapositivas, etcétera. Cuando la gente usa estos materiales se sienten entendidos e informados. Borroneando esta distinción, conocimiento e información pueden aparecer como si fueran mercaderías, a saber, la emergente "industria del conocimiento", los "procesadores de información", etcétera. De este modo los problemas de cómo conocer y cómo dejar conocer son empujados con éxito hacia una mancha ciega cognitiva. Ni siquiera vemos que no vemos.

(iv) *Sensorio claro*

En las interacciones sociales nuestras facultades de percepción, orientación, memoria, etcétera, no están alteradas; nuestro "sensorio claro" resulta claro. Es decir, contestamos por la afirmativa al tercer criterio de Breuler. Esto completa mi descripción "clínica" de la esquizodemia, y ahora tengo que contestar a la pregunta: "¿Qué haremos con todo esto?"

Hasta hace 20 años atrás la esquizofrenia era considerada incurable y proyectar sus síntomas en los de otra enfermedad hubiera bastado para mostrar como incurable a la otra también. Mientras tanto, estudios cuidadosos sobre el comienzo de la enfermedad han indicado que bien podría haber una predisposición orgánica, una latencia para su desarrollo en algunos individuos pero, en muchos casos, hace falta una configuración cultural, social o familiar, que facilite su manifestación. Si esto fuera así, uno podría argüir que un cambio radical en estas configuraciones podría eliminar los núcleos cognitivos alrededor de los cuales la red de disfunciones se conforma al principio, y luego crece y se estabiliza.

Hay una estrategia de cambio radical de circunstancias conocida como "reencuadre". En mi próximo paso, aplicaré esta estrategia como antídoto para la esquizodemia, reencuadrando la noción prevalente acerca del conocimiento.

Conocimiento

Algunas de las nociones actuales sobre la enseñanza, por ejemplo, la noción de información asistida por ordenador, puede ser reconducida hasta precursores respetables como la instrucción asistida por embudo, tal como se presenta en "el embudo de Nuremberg"* [7]. Conocemos las consecuencias de esta tradición: *esquizodemia*!

Permítanme presentar una perspectiva opuesta a la ya dada: la

* Véase antes la nota del traductor en este mismo capítulo. [T.]

posición constructivista. ¿Cómo reconoce uno a un constructivista? Muy fácilmente. Si ustedes le preguntaran a uno de ellos si algo, digamos, una fórmula, una noción, un objeto, el orden, la simetría, una taxonomía, las leyes de la naturaleza, etcétera, se descubrió o se inventó, un constructivista tendería a decir que se inventó. Más aun, si se lo presiona fuertemente, un constructivista diría incluso que el mundo tal como lo conocemos es nuestra invención. Desde el momento en que cualquier cosa que inventamos es de nuestra propia responsabilidad, la posición constructivista contiene la semilla de una ética.

Me doy cuenta de que podría no salirme con la mía fácilmente con semejantes afirmaciones. Por tanto, voy a reunir cuanta ayuda pueda conseguir. Una alternativa sería arrojarles una variedad de literatura que va de la psicología infantil a los fundamentos de las matemáticas (8, 9, 10, 11, 12). Otra alternativa sería darles de probar el gusto del constructivismo. Para esto ustedes podrían leer una encantadora viñeta de Gregory Bateson. El empaquetó una enorme cantidad de epistemología en un espacio mínimo usando el artificio literario de un diálogo entre una hija precoz y su padre. El los llamó "metálogos". El que les propongo leer es: "¿Qué es un instinto?" * [13].

Quisiera que ustedes reflexionaran acerca de si un bibliotecario puede servirse del desvío hecho por el padre en ese "metálogo". Yo considero de gran importancia la transición desde una situación monológica a otra dialógica que allí se muestra, y volveré a esta cuestión más adelante.

Los constructivistas insistirían en que, no solamente nosotros inventamos las leyes de la naturaleza, sino que también construimos nuestras realidades. Permítanme sostener esto con ejemplos, uno tomado de la neurofisiología, el otro de la biología, que pretendo que sean solamente, en el contexto de esta conferencia, señaladores de hacia adónde mirar. Si se sintieran tentados a mirar de más cerca, mi breve lista de lecturas podría permitirles hacerlo indoloramente.

En mi ejemplo neurofisiológico voy a apelar a vuestros recuerdos de la educación secundaria. Puede que ustedes recuerden que todas las células nerviosas, ya sea en el cerebro o distribuidas en la superficie corporal (los receptores sensoriales), consisten esencialmente de un cuerpo celular de uno de cuyos extremos surgen ramificaciones (las dendritas), mientras que del otro emerge un tubo largo, delgado (el axón) que termina en una pequeña protuberancia cercana a la superficie de alguna dendrita de otra (o a veces de la misma) neurona. Sólo las motoneuronas terminan en fibras musculares. Casi todas las células receptoras sensoriales no tienen axones terminando en ellas. Las neuronas están eléctricamente cargadas (alrededor de un décimo de voltio) y, cuando son perturbadas en,

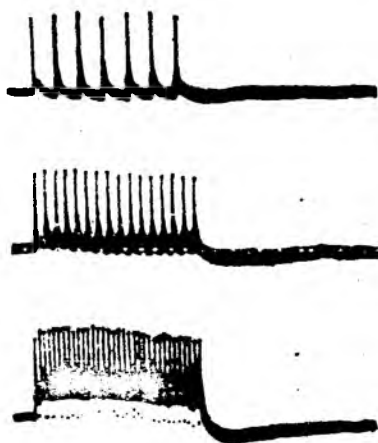
* Véase antes la nota del traductor. [T.]

por ejemplo, la dendrita, envían un breve impulso eléctrico por el axón que, al llegar a su terminación, puede producir uno de dos efectos posibles sobre la neurona en cuestión.

Un efecto posible consiste en iniciar un impulso como el que desencadenó a ese mismo impulso, y el otro consiste en inhibir el efecto de un impulso que llega de otro axón que, en caso contrario, hubiera iniciado otro impulso. Una perturbación sostenida producirá un tren sostenido de impulsos cuya frecuencia será conmensurable con la intensidad de la perturbación. La figura 1 muestra un registro de un tren de impulsos medidos con una sonda eléctrica extraordinariamente pequeña en la vecindad de un axón de un receptor táctil.

En lugar de registrar esta actividad eléctrica mecánicamente uno puede conectarla a un altoparlante y escuchar "el lenguaje de las neuronas". Como ustedes ya se habrán imaginado, lo que uno oye es tan sólo una secuencia de pips uno detrás del otro, ya sea lentamente: "pip-pip-pip-...", o rápidamente: "pippippippippip...", dependiendo de la intensidad de la perturbación que causó esa actividad.

El punto importante de apreciar es que, cualquiera que sea el tipo específico de receptores sensoriales que uno esté escuchando —un receptor de frío-calor, un receptor táctil, células oculares sensibles a la luz, las células de la cóclea del oído interno— todas ellas solamente dan cuenta de la intensidad de su estimulación, sin dar clave alguna respecto del agente físico que causó la actividad. En esto consiste el principio de codificación indiferenciada. En otras palabras, las señales que viajan desde la superficie corporal hasta el cerebro no dicen en su lenguaje "caliente", "frío", "verde", "dulce", etcétera; ellas dicen solamente "mucho aquí", "poco allá", "menos aquí", etcétera, en estos y aquellos puntos de mi cuerpo.



Principio de codificación indiferenciada: actividad de impulsos eléctricos medida con una microsonda en el axón de una neurona sensorial táctil con diferentes presiones. Alta frecuencia corresponde a alta presión. La actividad eléctrica de una célula receptora (y también de todas las células nerviosas) codifica solamente la magnitud de la perturbación que causó esa actividad y no la naturaleza del agente perturbador (sólo se codifica "tanto en este punto de mi cuerpo", pero no "qué").

La inmonumental pregunta que surge entonces es *¿cómo es que el cerebro construye la magnífica riqueza de nuestra experiencia a partir de estos anónimos pips?*

La respuesta a esta pregunta surgió al comprender que la sensación por sí sola es insuficiente para la percepción. Es necesario correlacionar los cambios de sensación con la propia actividad motora, es decir, con nuestros propios movimientos de control, giros de nuestros ojos o nuestra cabeza, cambios de la propia posición, etcétera [15, 16]. Como gusta decir uno de mis amigos, un eminente neurofisiólogo: "Vemos con nuestras piernas", o como dijo otro: "Conducta: el control de la percepción". [17]

Tal vez pudiera ya verse cierta circularidad en esta explicación, a saber, la necesidad de movimientos para la percepción y, por supuesto, la necesidad de la percepción para el control de los movimientos. Es, en realidad, a este círculo sensoriomotor, a su representación matemática, y a los equilibrios dinámicos emergentes que se les ha dado, últimamente, considerable atención [18, 19].

Son estos equilibrios sensoriomotores o, tal vez más estrictamente, estas competencias sensoriomotoras las que, en última instancia, pueden ser asociadas con el conocimiento de un organismo. Menciono esto porque quiero que todos nosotros apreciemos cuán lejos estamos de una epistemología que considera al conocimiento como una mercancía.

Quisiera que ustedes me acompañasen aun un poco más lejos para ver a la noción de conocimiento en el contexto más amplio de la biología. Estoy pensando en el concepto de "autopoyesis", un término acuñado por tres neurofilósofos chilenos (como a ellos les gusta humorísticamente ser llamados): Humberto Maturana, Francisco Varela y Ricardo Uribe [20, 21].

Ellos llevaron la noción de circularidad a sus últimos límites para obtener una versión definitiva de la organización de los objetos vivientes. El término "autopoyesis" deriva de dos términos griegos: *autos* (sí-mismo), y *poiesis*, generar, que es la raíz semántica de poesía. Autopoyesis significa esencialmente un "autogenerarse". Sus autores justifican esta terminología señalando un hecho universal de los organismos vivientes, cuyos componentes están organizados de modo tal que los resultados de sus interacciones producen nuevamente a esos mismos componentes, de allí la "autogeneración", la autopoyesis. Una consecuencia de esta clausura

organizacional es la autonomía, la autodeterminación. Desde el momento que cualquier cosa que una entidad autónoma determine es de su propia responsabilidad, la noción de autopoyesis contiene la semilla para una ética. La autopoyesis se manifiesta en una variedad extraordinariamente amplia de estructuras diferentes, evidente en la variedad de objetos vivientes.

Tal vez, después de todo esto, ustedes podrían preguntarse ¿qué es conocer? Un constructivista respondería: "Es ser". Si, en tanto constructivistas, ustedes se preguntaran a sí mismos: "¿Qué es la memoria?", ustedes dirían: "Yo soy mi memoria".

Aprender

Espero que esté suficientemente claro que enseñar a través del embudo de Nuremberg no serviría, no a causa del embudo, sino a causa del cubo, que no mantendría conocimiento. El otro problema en torno del enseñar se resume usualmente diciendo: "Usted puede llevar a un caballo hasta el agua, pero no puede hacerlo beber".

Todo esto fue visto hace muchos años por Gordon Pask, un hombre al que me siento, en verdad, muy apegado. Lo encontré por primera vez en 1958, en una conferencia internacional sobre cibernética en Namur, Bélgica, y este joven o, tal vez debiera decir, este ingenioso duende, me impresionó con ciertas nociones notoriamente no ortodoxas con respecto a la enseñanza y al aprendizaje. Una noción fundamental entre ellas es la que me gusta llamar "el primer teorema de Pask". Dice así: "Un maestro debe ser un alumno, si no, la enseñanza no puede tener lugar". El maestro debe aprender acerca de las idiosincrasias, los hábitos de aprendizaje, las competencias, las deficiencias, las metas, etcétera, del alumno. Del mismo modo, el estudiante tiene que aprender las idiosincrasias del maestro, una de las cuales puede ser su campo de estudio, digamos, la química orgánica. Un corolario a este teorema es que la situación de enseñanza-aprendizaje es simétrica.

Hace más de 20 años Pask elaboró estas ideas y construyó la primera "máquina de aprender" [22] cuya función complementaria era facilitar la adquisición de una "habilidad intelectual" por parte de su operador. En ese caso era volverse un eficaz operador de tarjetas perforadas para ordenadores. La máquina (que, por supuesto, parecía una máquina perforadora de tarjetas) monitoreaba constantemente la eficacia de su operador y proponía tareas levemente por encima de su estado de competencia presente. Nunca se vio previamente tal rapidez en el aprendizaje y tal euforia experimentada por el observador. No voy a hablar del desarrollo ulterior de

estas máquinas, porque esto pueden hallarlo en la bibliografía [23, 24]. Sin embargo, me gustaría hablar acerca de lo que aprendimos de estas máquinas.

Desde el momento que todo el proceso de interacción entre el estudiante y la máquina, desde los primeros pasos hasta la prueba de desempeño final, eran registrados en la máquina y podían ser inspeccionados, estos sistemas nos daban una oportunidad única para aprender acerca del aprendizaje. Entre las muchas inesperadas y fascinantes cosas que sucedían, les contaré acerca de una que yo encuentro particularmente pertinente para mi tema y de interés para vuestra profesión. Tiene que ver con las estrategias de aprendizaje.

Al inspeccionar un gran número de registros de las máquinas se hizo bien claro que entre los diferentes métodos para comprender el material requerido, empleados por estudiantes bien motivados, emergieron dos estrategias de aprendizaje fundamentalmente diferentes.

En los estadíos tempranos de su estudio Pask llamó a estos dos tipos de estrategias "estibadores" y "enhebradores", pero más tarde les dio los nombres más respetables de "holistas" y "serialistas" [25]. Yo prefiero la terminología más temprana.

Mientras que los esibadores consideran un problema particular como un todo y lo dan vuelta en sus cabezas hasta que ven el primer paso hacia su resolución, los enhebradores desmontan un problema enseguida, y ven cómo podría ser reenhebrado como para obtener la solución deseada. La observación de Pask no se detenía allí. La extensión de su trabajo produjo resultados que son, en mi opinión, muy significativos para la construcción de un programa educativo y aun para la organización de las operaciones de una biblioteca. Lo que él encontró es que el esibador habitual, si se le enseña en el estilo del enhebrador, o el enhebrador al que se le enseña en el estilo de un esibador, no aprenderán nada. Volveré a esto en un momento.

Computación

Me voy a referir ahora a las aplicaciones potenciales de la sorprendente tecnología de los ordenadores para las operaciones de una biblioteca, no solamente debido a las esperanzas de Scott de que yo me referiría a este tema, sino también porque pienso que esta tecnología podría haber sido, y puede aún llegar a ser, instrumental en cuanto a facilitar el proceso que he llamado "dejar conocer".

Esta tecnología sufrió dos descarrilamientos semánticos en algunas de sus nociones básicas durante las últimas décadas. Si pudiéramos

limpiar el campo de los desechos resultantes, yo tendría grandes esperanzas en un matrimonio satisfactorio entre las bibliotecas y la tecnología apropiada.

El primer descarrilamiento tuvo lugar durante la Segunda Guerra Mundial cuando las necesidades de dos campos aparentemente diferentes convergieron. Una era la necesidad de una computación de alta velocidad, la otra la necesidad de transmisión de señales eléctricas de alta fidelidad a través de largas distancias. El problema que ambas necesidades tenían en común era el de la representación. En computación, el problema era como representar un número a través de diferentes revoluciones de la máquina de modo tal que se viera menos afectado por perturbaciones operacionales. En comunicación, similarmente, el problema era como representar un mensaje transmitido por señales de modo tal que se viera menos afectado por el ruido en el canal de transmisión. Como todos ustedes saben, una parte de la solución a estos problemas llevó a usar el sistema de números binarios (0, 1) tanto para las máquinas como para los transmisores. Sin embargo, se podría haber ganado velocidad computacional almacenando resultados intermedios que pudieran ser recuperados posteriormente cuando se los necesitara, y se podría haber ganado fidelidad en la comunicación por métodos ingeniosos de codificación de mensajes en señales. Hasta allí, bien.

Por razones que aún me confunden, fueron los pragmáticos ingenieros y científicos estadounidenses, y no los románticos europeos, los que comenzaron a arrojar arena antropomórfica a la caja de engranajes de las nociones e ideas en evolución. Para nombrar dos de tales casos, la gente en computación empezó a hablar acerca de un sistema de almacenamiento de la máquina como si fuera la memoria del ordenador, y los ingenieros en comunicación empezaron a hablar de señales como si fueran información.

Estoy seguro de que, llegados a este punto, ustedes no tienen dificultad alguna en diagnosticar esta enfermedad: iesquizodemia incipiente! También estoy seguro de que ustedes recordarán los últimos desarrollos de esta confusión, las discusiones aprendidas acerca de la mente en las máquinas, los debates acerca de si los ordenadores pueden o no pensar.

Tal vez éstos fueron los precursores del segundo descarrilamiento que, irónicamente, fue la inversa del primero. Sucedió del siguiente modo. La primera fase fue de antropomorfización: funciones mentales proyectadas sobre las máquinas. Sin embargo, sabíamos cómo funcionaban estas máquinas porque nosotros las construimos y escribimos sus programas. Consecuentemente, hubo una apropiada "mecanomorfización": los conceptos relacionados con programas e ingeniería de ordenadores fueron re proyectados sobre el funcionamiento cerebral y, irápidamente!, supimos cómo funcionaba la mente.

Dentro de la ortodoxa ciencia estadounidense la víctima de este desdichado doble *quid pro quo*, cuyos sufrimientos afectan considerablemente a los bibliotecarios, es el concepto de lenguaje. Este concepto fue modelado más y más sobre aquellos que emergieron de interacciones con ordenadores, los "lenguajes computacionales". Es claro que la sintaxis de estos lenguajes debe ser obedecida minuciosamente, de otro modo, no funciona.

Desafortunadamente, bajo el liderazgo de uno de los más famosos lingüistas de los Estados Unidos, Noam Chomsky [26], el principio lógico-matemático de cumplir con rigurosos requerimientos sintácticos en las así llamadas "fórmulas bien-formadas", fue trasplantado al dominio de los lenguajes naturales y se transformó en un criterio de "competencia lingüística". Este aspecto del lenguaje ignora el papel esencial del lenguaje como medio de comunicación y lo percibe como un fin en sí mismo. Es en esta forma castrada que uno cree que el lenguaje es "lineal", que las preguntas tienen respuestas únicas, que el problema del lenguaje es generar "frases bien-formadas", y otros errores conceptuales que tienen sus raíces en la percepción del lenguaje como un monólogo.

Todos ustedes han experimentado, y están todavía experimentando, las consecuencias de esta posición en los "lenguajes de catálogo", las "estructuras de catálogo de referencia cruzada", los "procedimientos de abstracción", y otros artefactos conceptuales que se supone facilitan vuestro trabajo como si el mismo consistiera en catalogar, hacer referencias cruzadas, abstraer, etcétera. Ustedes saben que yo no creo que ése sea vuestro trabajo. Y aun si fuera tan sólo eso, estoy seguro de que ustedes habrán experimentado esas ayudas como restricciones cuando la colección de elementos excede un tamaño crítico.

Lo que yo afirmo es que, con nuestra preocupación por la sintaxis, podríamos dejar de ver al lenguaje como un instrumento de coherencia social; podríamos dejar de ver su carácter inherentemente dialógico y todas las consecuencias que se siguen de esa perspectiva. Con algunas excepciones [27, 28, 29], los fascinantes problemas computacionales en el dominio semántico o en el contextual fueron ignorados o eludidos. Hace diez o veinte años la excusa para esa omisión era la complejidad de esas tareas.

En verdad, a diferencia de las simples reglas de las concatenaciones sintácticas, las estructuras relacionales semánticas son de una riqueza extraordinaria. Tomemos un "operador semántico", por ejemplo, la preposición "de", y busquemos en el diccionario para nuestro propio conocimiento la multitud de lógicas presididas por este operador "simple". *The American Heritage Dictionary of the English Language* [30], incluye 19 posibilidades operacionales diferentes que, cuando se las sigue dos o tres pasos más adelante, llevan a arborizaciones que incluyen nodos en esta red relacional que se cuentan por millares y aun por millones en otros casos.

Más aun, el camino particular a ser seguido en esta red depende del contexto en el cual estos "operadores" (palabras) han sido enunciados, y el contexto, a su vez, evoluciona solamente en el curso del diálogo, es decir, sólo después que las palabras han sido enunciadas (he allí la "linealidad del lenguaje").

Sin embargo, hace diez o veinte años era cierto que la arquitectura computacional disponible era incapaz de manejar con efectividad computaciones en estructuras relacionales. Esto no es cierto ahora. El desarrollo de milagrosas piezas de ingeniería, que concentran en un "chip" minúsculo una asombrosa diversidad de poder computacional, que puede reunirse en microprocesadores de flexibilidad operacional casi ilimitada, permite la implementación de unidades operacionales conmensurables con la complejidad del tipo de operadores a los que me referí anteriormente.

Cuando me siento optimista puedo imaginarme un desarrollo en el diseño de ordenadores que considere seriamente computaciones semánticas en las cuales las máquinas se adapten al lenguaje del usuario y no el usuario al funcionamiento de las máquinas. Una consecuencia de esta inversión de la situación actual es que la "interface hombre-máquina", que para la mayoría de nosotros es opaca, se vuelve transparente [31].

Cuando me siento pesimista no sólo veo la situación actual extendida y la especialización estimulada, sino que también me doy cuenta de que estos sistemas fueron contruidos por perfectos enhebradores, y exportados para enseñar a los pueblos del Tercer Mundo que son, muy probablemente, perfectos estibadores. Ya saben ustedes lo que ellos van a aprender de nosotros y nosotros de ellos: inada!

Convivencia

Quisiera invitarlos a ver a una biblioteca como un "instrumento de convivencia". Fue Illich, por supuesto, quien me inspiró a usar este término, él inventó esta noción al comienzo de la década de 1970, y la discutió en su importante libro: *Tools for Conviviality* (Instrumentos para la convivencia) [32]. Me he preguntado por qué tanto yo como mi amigo Illich fuimos tan atraídos por la noción de convivencia hasta que busqué en el diccionario y recordé que ambos vinimos originalmente de Viena, Austria. "Jovialidad" [33] *: "Apego a los festejos, la bebida, y la buena compañía. . .", en otras palabras, buena convivencia.

* El término inglés *convivial* puede traducirse como "jovial", pero a través de esta expresión queda, en la concepción de Foerster, claramente ligado a la noción de convivencia, que es la que se quiere destacar. Con el mismo criterio hemos elegido "convivialidad" para "conviviality", que también puede traducirse como "jovialidad" o "buen humor". [T.]

Sin embargo, en *Tools*, Illich profundiza el significado de esta noción:

“Instrumentos de convivencia son aquellos que ofrecen a la persona que los usa la más grande oportunidad de enriquecer a su ambiente con los frutos de su visión. Los instrumentos industriales niegan esta posibilidad a aquellos que los usan y permiten a sus diseñadores determinar el significado y las expectativas de los demás. La mayoría de los instrumentos no pueden ser usados hoy en día de un modo convivencial”.

Y él extiende esta noción a la sociedad:

“Una sociedad convivencial debe ser diseñada como para permitir a todos sus miembros las acciones más autónomas por medio de instrumentos menos controlados por otros y menos orientados por su valor de uso. El crecimiento de instrumentos más allá de cierto punto aumenta la regimentación, la dependencia, la explotación y la impotencia y no puede sino producir valores de intercambio”.

El acceso para mi invitación a ver una biblioteca como un instrumento de convivencia fue facilitado por un libro pequeño, pero extraordinario: *Reference Guide to Convivial Tools* [34]. Fue escrito por Valentina Borremans, colaboradora de Illich por muchos años.

Creo que el mejor modo de describirlo es a través de las palabras de Illich en el prefacio:

“A primera vista éste es tan sólo un libro más sobre libros de referencia. Enlista y describe 858 volúmenes y artículos que, a su vez, enlistan libros sobre alternativas a la sociedad industrial o sobre gente que escribe sobre ese tema. Los siete ensayos que encabezan la lista son como señales en el camino puestas por la autora, a través de las cuales el recién llegado puede reconocer algunos manuales, catálogos, bibliografías o guías comprehensivas para empezar su búsqueda. El índice, al final, hace referencias cruzadas sobre cientos de temas. En conjunto, éste aparece como un libro para ser usado en una biblioteca, pero la biblioteca en la cual podría ser usado, no existe aún: recientemente he revisado las más grandes bibliotecas técnicas de Boston, Berlín, Oxford y Washington, y no pude encontrar en ningún lado ni siquiera la mitad de los instrumentos de referencia que aparecen en este volumen. Esta es la lista por excelencia de los instrumentos de referencia no enlistados: una petición bibliográfica de un nuevo tipo de territorio”. (...) “¿Por qué... son los instrumentos de referencia enlistados en Borremans tan raros? Por cierto esto no tiene nada que ver con escrúpulos, con prejuicios raciales, o con sexismo. Pero sí tiene algo que ver con el inusual proceso a través del cual muchos de estos libros son publicados y distribuidos y con la celeridad con la que aparecieron en la década de 1970. Pero la ausencia de estos instrumentos de investigación

puede deberse en primer lugar al hecho de que ningún sistema de clasificación provee enteramente el número adecuado. La coherencia lógica de la nueva literatura debe ser descubierta antes de que los caminos de referencia en el nuevo campo puedan ser reunidos. En su introducción Borremans muestra cómo esto podría llevarse a cabo."

Valentina Borremans dice:

"Los descubrimientos científicos pueden usarse en por lo menos dos formas. La primera lleva a la especialización de funciones, a la institucionalización de los valores, a la centralización del poder, y transforma a la gente en accesorios de burocracias o de máquinas. La segunda ensancha el rango de competencias, el control y la iniciativa de cada persona, limitados tan sólo por los reclamos de otros individuos por una amplitud semejante de poder y de libertad".

No puedo concebir ningún lugar mejor que una biblioteca para "... ensanchar el rango de competencias de cada persona ...", un verdadero instrumento de convivencia, que permite a sus usuarios ver y conocer a otros no limitados por el tiempo y el espacio. Es un lugar donde uno puede verse a sí mismo a través de los ojos de los otros.

En 1938, cuando los nazis invadieron Austria, el neuropsiquiatra doctor Victor Frankl y su familia fueron arrestados y enviados a campos de concentración. El perdió toda su familia pero sobrevivió y volvió a Viena después que las tropas aliadas abrieron las puertas de los campos.

Desde el momento que él había sufrido el nadir de la experiencia humana, su experiencia en una ciudad aún ocupada por poderes extranjeros fue de inmensa importancia. El ayudó a mucha, mucha gente que sufría profundamente por las experiencias de la guerra. Hubo un caso que le fue llevado. Un hombre y su esposa habían, por maravillosas circunstancias, sobrevivido el holocausto en dos campos de concentración diferentes. Ellos se encontraron nuevamente en Viena y no podían creer que ambos estaban aún vivos. Sin embargo, la mujer falleció, después de estar reunida con su marido por algunos meses, debido a una enfermedad contraída en los campos. Después de ello, el marido desesperó completamente, no quería comer más, se aisló sentándose pasivamente en un rincón. Era claro que se había abandonado. Los amigos querían ayudarlo pero él se negaba. Fue finalmente persuadido de ver a Frankl y conversaron por una hora.

Al final de su interacción Frankl le hizo al hombre la siguiente propuesta: "Suponga que Dios me diera el poder de crear una mujer idéntica a su esposa; ella recordaría todos los detalles de sus conversaciones, conocería todos los chistes y las experiencias que ustedes tuvieron.

Usted no sería capaz de ver la diferencia, por más pruebas a las que usted la sometiera. Usted vería que ella es como su esposa.

¿Querría usted que yo creara tal mujer?" Después de una pausa el hombre dijo: "No". El doctor Frankl dijo: "Muy bien. Gracias". Se separaron. El hombre comenzó a recuperarse.

Cuando escuché aquello le pregunté: "¿Doctor Frankl, qué sucedió? ¿Qué es lo que usted hizo?" Y él dijo: "Es muy claro. Este hombre estaba viéndose a sí mismo a través de los ojos de otro, a través de los ojos de su esposa pero, cuando ella murió, él estaba ciego. Cuando pudo ver que él estaba ciego, pudo ver".

Teniendo esto *in mente*, permítanme parafrasear el tema de nuestra conferencia: ustedes compartirán vuestras especialidades cuando se vean a ustedes mismos a través de los ojos de los otros. ¡Esta es una oportunidad personal!

Referencias bibliográficas

- [1] I. Illich: *Tools for Conviviality*, Perennial Library, Nueva York (1972).
- [2] V. Borremans: *Reference Guide to Convivial Tools*, R. R. Bowker, Nueva York (1979).
- [3] K. L. Kahlbaum: *Die Gruppierung der psychischen Krankheiten und die Einteilung der Seelenstörungen*, Danzig (1863).
- [4] E. Kraepelin: *Psychiatrie*, Abel, Leipzig (1887).
- [5] E. Breuler: "Dementia praecox oder gruppe der schizophrenien", *Handbuch der Psychiatrie*, Leipzig (1911).
- [6] L. J. Meduna y W. S. MacCulloch: "The modern concept of schizophrenia", *The Medical Clinics of North America, Chicago Number*, W. B. Saunders, Filadelfia, págs. 147-164 (1945).
- [7] Publicación humorística impresa en Nuremberg en el siglo XVI.
- [8] G. Pask: "Anti-Hodmānship: A report on the state and prospects of CIA", *Programmed Learning and Ed. Tech.*, Vol. 9, N° 5, págs. 235-244 (1972).
- [9] J. Piaget: *La construction du réel chez l'enfant*, Delachaux et Niestle, Neuchâtel (1937).
- [10] H. von Foerster: "On constructing a reality", *Observing Systems, Intersystems*, Seaside, California (1982).
- [11] E. von Glasersfeld: "Einführung in den radikalen Konstruktivismus", *Die erfundene Wirklichkeit*, R. Piper, Munich (1981).
- [12] G. Stolzenberg: "Can an inquiry into the foundation of mathematics tell us anything interesting about mind?", *Psychology and Biology of Language and Thought*, Academic Press, Nueva York, págs. 221-271 (1978).
- [13] P. Watzlawick: *Die erfundene Wirklichkeit*, R. Piper, Munich (1981).

[14] G. Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, Ballantine Books, Nueva York, págs. 38-60 (1972).

[15] H. Poincaré: "L'Espace et la Géométrie", *Revue de la Métaphysique et de morale*, vol. 3, pág. 631 (1895).

[16] J. Piaget: *Op. cit.*

[17] W. Powers: *Behavior: The Control of Perception*, Aldine, Chicago (1973).

[18] F. Varela: *Principles of Biological Autonomy*, North Holland, Nueva York (1979).

[19] H. von Foerster: "Formalization des Certains Aspects de l'Equilibration de Structures Cognitives", *Epistémology Génétique et Equilibration*, Delachaux et Niestle, Neuchâtel, págs. 76-89 (1977).

[20] F. Varela, H. Maturana y R. Uribe: "Autopoiesis", *Biosystems*, vol. 5, págs. 187-201 (1974).

[21] M. Zeleny: *Autopoiesis*, North-Holland, Nueva York (1981).

[22] G. Pask: "Teaching Machines", *Proceedings: 2nd. International Congress on Cybernetics*, Association Internationale de Cybernétique, Namur, págs. 962-978 (1960).

[23] G. Pask: "A proposed evolutionary model", *Principles of Self-Organization*, Pergamon Press, Londres, págs. 229-254 (1961).

[24] G. Pask: "A cybernetic model for some kinds of learning and mentation", *Cybernetic Problems in Bionics*, Gordon and Breach, Londres, pág. 531-585 (1968).

[25] G. Pask: *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Hutchinson Educational, Londres (1975).

[26] N. Chomsky: *Syntactic Structures*, Mouton, La Haya (1957).

[27] M. Minsky: *Semantic Information Processing*, MIT Press, Cambridge, Mass. (1969).

[28] H. von Foerster: "Computing in the semantic domain", *Annals of the N. Y. Acad. Sc.*, vol. 184, págs. 239-241 (1971).

[29] P. Weston: "To uncover, to deduce, to conclude", *Computer Studies in the Humanities and Verbal Behavior*, vol. 3, N° 2 (agosto 1970).

[30] *The American Heritage Dictionary of the English Language*, Houghton Mifflin, Boston (1969).

[31] H. von Foerster: "Technology: what will it mean to librarians", *Illinois Libraries*, vol. 53, N° 9, págs. 785-803 (1971).

[32] I. Illich: *Op. cit.*

[33] *American Heritage Dictionary*, *Op. cit.*

[34] V. Borremans: *Op. cit.*

Principios de autoorganización en un contexto socioadministrativo*

Apertura

Tengo que confesar que cuando recibí por primera vez la cordial invitación del doctor Probst para participar en una reunión llamada "Administración y autoorganización en sistemas sociales", no estaba muy seguro acerca de mi papel en una reunión de esa índole. No soy un extraño a la noción de autoorganización, pero cuando la consideré en el contexto administrativo y, más aun, en el ambiente de una Sozialwissenschaftler, me sentí perdido. Entiendo tan poco de administración (*management*) que ya en la escuela elemental mis maestros se quejaban de que yo era inmanejable (*unmanageable*). En verdad, tuve que buscar "administración" en mi diccionario [1]. Allí encontré que deriva de "... restringir el movimiento de las manos", y que tiene la misma raíz que "maniatar", es decir, ponerle esposas a alguien: llegado a ese punto estaba preparado para declinar la invitación.

Afortunadamente, no mucho más tarde los organizadores de esta reunión me enviaron un artículo de Malik y Probst intitulado "Administración evolutiva" [2], aparentemente con la idea de darme una clave acerca de qué se trataría esta reunión. Dicho artículo comienza con dos preceptos. Dado que después de leerlos supe que aceptaría la invitación, los leeré para ustedes. El primero es una cita de Peter Drucker quien, como yo, creció en Viena, y cuyos padres eran amigos de los míos:

"Las únicas cosas que evolucionan por sí mismas en una organización son el desorden, la fricción y el mal rendimiento. . ."

No es un mal comienzo para el artículo que se dedica a autoorganización en la administración. El segundo precepto es también de un vienés, el premio Nobel Friedrich von Hayek, que participó en una conferencia

* Este artículo fue publicado originalmente en *Self-organization and Management of Social Systems (Insights, Promises, Doubts, and Questions)*, H. Ulrich y G. J. B. Probst (comps.), Springer-Verlag, Berlín, págs. 2-24 (1984).

sobre los principios de nuestro tema que yo organicé hace casi un cuarto de siglo. He aquí la cita:

“... la única posibilidad de trascender las mentes individuales es confiar en aquellas fuerzas ‘autoorganizativas’ subpersonales que crean orden espontáneo.”

Con estas dos citas mutuamente contradictorias los organizadores de esta reunión me tenían casi atrapado, pero tuvieron un éxito completo una vez que hube terminado todo el artículo. Había cuatro puntos que me gustaban sobremanera:

- (i) Las jerarquías son esqueletos inapropiados para una estructura administrativa;
- (ii) la importancia de la flexibilidad y de la adaptación;
- (iii) limitado control del, y conocimiento en, el sistema;
- (iv) y finalmente, la última línea del artículo, donde se lee:

“En tanto administradores tenemos que... aprender a ser lo que realmente somos: no hacedores y caudillos, sino catalizadores y cultivadores de un sistema autoorganizador en un contexto en evolución”.

Me sentí muy cerca de esta perspectiva, aún a un punto que señalé una vez al final de uno de mis artículos [3]. Lo llamé un “imperativo ético”:

“Actúa siempre como para aumentar el número de alternativas”.

Mi impresión general era que ambos autores estaban en la búsqueda de una epistemología que diera cuenta de la situación por la cual el administrador es en sí mismo un elemento del sistema que está administrando. Hace una o dos décadas nadie que estuviera en sus cabales se habría atrevido a considerar este problema, o incluso a formularlo de ese modo. Y si alguien lo hubiera hecho, todos los expertos se hubieran pasado un gran rato mostrando que esta autoinclusión es la raíz de toda paradoja. Estoy casi seguro que se hubieran referido al barbero de la ciudad que afeita a todos aquellos que no se afeitan a sí mismos (es claro que los que se afeitan a sí mismos no necesitan ser afeitados). Hasta aquí es claro. Pero, ¿debe el barbero afeitarse a sí mismo? Por supuesto que no, porque él afeita solamente a aquellos que no se afeitan a sí mismos. Aparentemente, él no debe afeitarse a sí mismo. Pero entonces... etcétera. Si él es un experto estudioso podría citar a la victoria de Bertrand Russell sobre el paradójico

“conjunto de todos los conjuntos que no se contienen a sí mismos como elementos”. (con la irresponsible pregunta: ¿se contiene este grupo a sí mismo como elemento, o no?). Esta victoria fue celebrada como la “teoría de los tipos”, en la cual este caballero liberal simplemente prohibió la autoinclusión con argumentos lógicos (una proposición debe ser o verdadera o falsa. En este caso, sin embargo, estas proposiciones son verdaderas cuando se las entiende como falsas, y falsas cuando se las reconoce como verdaderas).

Afortunadamente, la situación es hoy muy diferente, gracias a los trabajos pioneros de tres caballeros. Uno es Gotthard Gunther, un filósofo, ahora profesor en la Universidad de Hamburgo, que desarrolló el más fascinante sistema lógico de valores múltiples [4], muy diferente de los de Tarsky; Quine, Turquette y otros. Luego está Lars Lofgren, un especialista en lógica en Lund, Suecia, que introdujo la noción de “autología” [5], es decir, el de los conceptos que pueden ser aplicados a sí mismos y que, en algunos casos, se necesitan a sí mismos para existir. Me ocuparé de estos puntos en un momento. Finalmente, tenemos el trabajo de Francisco Varela, que está sentado aquí mismo y que, como todos ustedes saben, expandió el cálculo de indicaciones de G. Spencer-Brown transformándolo en el cálculo de la autoindicación [6].

Mi plan para este artículo es construir a partir de estas ideas y, en un intento de maximizar mi utilidad para esta reunión, presentaré mis puntos en forma complementaria a los de Malik y Probst en su artículo:

(i) En primer lugar, voy a expandir la noción de autología;

(ii) en segundo lugar, haré una breve presentación de una interpretación más bien general del concepto de computación, y de su realización (conceptual) en forma de “máquinas”, porque necesito este concepto para el próximo punto que quiero presentar, a saber,

(iii) computaciones recursivas;

(iv) finalmente, haré uso de todo esto hablando acerca de autoorganización en el contexto socioadministrativo.

1. Autología

Deseo ocuparme aquí del administrador que se considera a sí mismo un miembro de la organización que está administrando. Si él toma en cuenta esto seriamente, tiene que aplicar sus percepciones y actos administrativos a sí mismo, a sus propias percepciones y actos. Administración

es, claramente, un concepto autológico. En algún otro contexto, se habla de tales conceptos como de "conceptos de segundo orden".

Para poder apreciar las peculiares propiedades lógicas que distinguen a las autologías de otros conceptos, los invito a participar en un experimento sugerido en la figura 1. Sírvanse seguir las instrucciones dadas en dicha figura, y no abandonen la tarea hasta que realmente la mancha negra haya desaparecido completamente.



Figura 1. Sostenga el libro con la mano derecha. Cierre el ojo izquierdo. Fije la vista en el asterisco. Mueva el libro lentamente hacia adelante y hacia atrás, a lo largo de la línea de visión, y observe cómo la mancha negra desaparece (a una distancia ojo-papel de 30 a 35 cm). Mantenga la vista fija en el asterisco, a la misma distancia ojo-papel, y mueva el libro lentamente en círculos: la mancha negra permanece invisible.

Usualmente se le llama a este fenómeno "mancha ciega" de nuestro campo visual, y los fisiólogos tienen una explicación muy directa para este fenómeno (figura 2). Hay un lugar en nuestra retina donde no hay células receptoras, ni conos, ni bastones. Este lugar es llamado el "disco", y es allí donde el nervio óptico abandona al globo ocular. Por supuesto que la mancha negra no puede ser vista cuando uno es forzado a proyectar esa mancha sobre el disco, manteniendo al asterisco enfocado en la fovea.

Esta explicación parece resultar clara respecto de estas cuestiones, y podríamos pasar a ocuparnos de otras cosas. Sin embargo, quisiera hacer aquí dos comentarios, uno respecto del fenómeno mancha ciega en sí mismo, el otro acerca de esta explicación.

Lo que es aparentemente sorprendente en este experimento es su demostración de la incompletud de nuestro campo visual, incompletud de la cual somos totalmente inconscientes en condiciones normales. Si uno fuera ahora a subrayar la naturaleza autológica de la percepción visual o, de hecho, de la percepción en general, uno podría decir ¡que no vemos que no vemos!

Esto sugiere que el problema aquí no es no ver, el problema es no ver que no estamos viendo. Este es un problema de segundo orden, graciosamente pasado por alto en la explicación ortodexa que vimos anteriormente. De allí que no ver el problema es nuevamente el fenómeno de la mancha ciega, sólo que, ahora, en el nivel cognitivo.

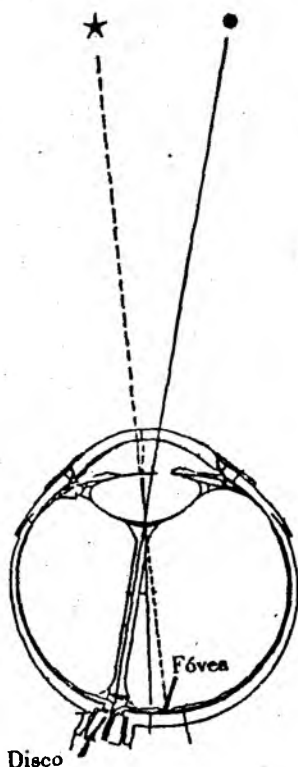


Figura 2. Sección horizontal del ojo humano derecho, mostrando el lugar de las proyecciones.

Mi estrategia de introducir conceptos de segundo orden conteniendo negaciones pretendía mostrar de una sola vez su inusual estructura lógica, porque en este caso la doble negación no produce una afirmación: no no-ver no implica ver.

Voy ahora a dar ejemplos de estos conceptos, dentro de un esqueleto lógico afirmativo, para llamar la atención nuevamente hacia los diferentes "tipos lógicos", como Gregory Bateson hubiera dicho, de nociones que están incluidas en su propio dominio.

Permítanme comenzar con "propósito". Si lo tomamos como un concepto de primer orden, podríamos hablar de algo "teniendo un propósito". Sin embargo, tomado en su nivel de segundo orden podríamos preguntar "¿cuál es el propósito de 'propósito'?", es decir, por qué introducir la noción de propósito. La respuesta es en este caso muy directa, a saber, para evitar contemplar trayectorias variables e impredecibles considerando una situación más o menos invariable: la "meta", el "fin", *telos*. Sin embargo, prestando atención a la naturaleza autológica del "propósi-

to" nuestra mirada se desvía desde "algo", lo observado, a "alguien", por ejemplo, la persona que usa este término, es decir, el observador [7].

Volvámonos ahora hacia el lenguaje: "¿Qué es el lenguaje?", o mejor aun: "¿Qué es 'lenguaje'?" Cualquier cosa que esté siendo preguntada aquí, necesitamos al lenguaje para tener una respuesta; y, por supuesto, necesitamos al lenguaje para preguntar tal pregunta sobre el lenguaje. De aquí que, si no conocíamos la respuesta, ¿cómo podríamos haber hecho la pregunta?, y si en verdad no la conocíamos, ¿cómo será una respuesta que se responde a sí misma? [8]. El círculo semántico que estoy subrayando aquí sugiere una restricción lógica en una definición posible de "lenguaje", a saber, su naturaleza autológica. Es decir, para que cualquier conducta comunicativa referencial sea "lenguaje", debe contener una referencia a su conducta comunicativa (por ejemplo, un lenguaje debe ser capaz de expresar la noción de "lenguaje" o, como gusta decir Humberto Maturana, el lenguaje debe ser capaz de referirse a su referirse, debe ser capaz de "señalar al señalar"). Por supuesto, el máximo fastidio, en este contexto, es la pregunta de Ludwig Wittgenstein [9]: "¿Qué es una pregunta?", a la cual dejaré allí para que ustedes la aborden.

Como ejemplo final, me ocuparé ahora de la naturaleza autológica del tópico central de nuestra reunión, a saber, "organización". Permítanme hacer nuevamente el desvío desde una interpretación de primer orden de este concepto hacia una de segundo orden. Tomamos el verbo transitivo "organizar", luego estipulamos un mundo en el cual el organizador y su organización están tan fundamentalmente separados uno del otro como lo están las formas activa y pasiva; es el mundo de organizar al otro, es el mundo del mandamiento:

"Tú debes. . ."

Al mismo tiempo, si contemplamos la organización de una organización de modo tal que una se introduzca en la otra, por ejemplo, en la "autoorganización", estipulamos un mundo en el cual el actor actúa, en última instancia, sobre sí mismo, porque él está incluido en su organización: es el mundo de organizarse a uno mismo, es el mundo del mandamiento:

"Yo debo. . ."

A partir de esto parecería claro que desviarse desde interpretaciones de primer orden a otras de segundo orden tuviera como una de sus consecuencias un desvío en los fundamentos epistemológicos de la ética. La novedad aparece en el último caso donde, por primera vez, uno puede empezar a ver al epistemólogo ético volviéndose capaz de dar cuenta de su propia epistemología.

Espero que con todos estos ejemplos de autología, y más explícitamente con el de autoorganización, se haya vuelto evidente mi posición de no permitir la ruta de escape russelliana hacia metadominios (por ejemplo, "metalenguajes", etc.). Pudiera ser que también se haya vuelto evidente el hecho esencial de aquellos conceptos que pueden aplicarse a sí mismos, a saber, la "clausura". Tal vez la siguiente simbolización de una organización que aplica su competencia a sí misma sugiera "clausura" aun más persuasivamente:



Más aun, aquellos de ustedes que estén familiarizados con el desarrollo formal de este argumento podrían reconocer en el "indicador recursivo" el símbolo de Francisco Varela para la condición autónoma que él introdujo hace casi diez años en su artículo seminal sobre un cálculo de la autorreferencia [6]:



Si bien al principio uno podría pensar que la introducción de la clausura agrega riqueza a los argumentos, de hecho produce lo opuesto. Quita un grado de libertad. Esto es así porque cualquier cosa que podamos considerar como el "fin" en cualquier dominio, debe coincidir con el "principio", porque si no el sistema no está cerrado. Dado que éste es un punto crucial, como verán en un momento, permítanme demostrar esto con dos ejemplos.

Tomaré el primero de la física, de los días tempranos de la mecánica ondulatoria. Como ustedes recordarán, algunos experimentos con partículas elementales, electrones en particular, sugirieron que podían interpretarse como si las partículas se estuvieran comportando como ondas, sumándose cuando las crestas se unían a otras crestas y los valles a otros valles; y anulándose cuando las crestas se encontraban con valles. De Broglie argumentó que si esto era así, los electrones orbitando al núcleo atómico se anularían siempre a sí mismos, a menos que se movieran en órbitas que fueran integrales múltiples de su longitud de onda (véase figura 3), porque sólo en ese caso las crestas se encontrarían con crestas, y los valles con valles; es decir, el final de un tren de ondas debía de ser su principio.

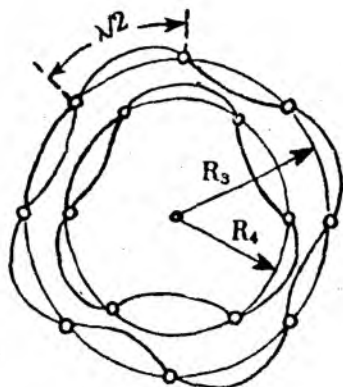


Figura 3. Órbitas estables del electrón a lo largo de Eigen-Radii (radios propios) que corresponden a las circunferencias de múltiplos de longitud de onda:

$$R_3 = 3 \lambda / 2 \pi; \quad R_4 = 4 \lambda / 2 \pi$$

Resulta claro que para cumplir con esta condición sólo pueden existir ciertas órbitas que se hallan separadas por “saltos cuánticos”, y fue la confirmación de la hipótesis de De Broglie mediante la física cuántica lo que le valió el Premio Nobel.

Observen nuevamente, por favor, a partir del argumento o de la figura 3, que la condición de la clausura, que el final coincida con el principio, extrae, a partir de las infinitas posibilidades de movimiento del electrón alrededor del núcleo, un número discreto de soluciones cuyos valores cumplen con la condición deseada.

Estos valores son llamados “valores-Eigen” (“valores propios”, o “autovalores”), tal como fueron denominados por primera vez a principios de siglo por el matemático David Hilbert en conexión con soluciones de problemas de similar estructura lógica.

Mi segundo ejemplo tiene que ver con las proposiciones autorreferenciales. Como ustedes podrán recordar siempre se creyó que éstas —por ejemplo, las paradojas de Epiménides; una de las cuales (la dificultad del barbero para afeitarse a sí mismo) mencioné anteriormente— eran verdaderas creadoras de problemas. Sin embargo, como veremos en un momento, estas situaciones no solamente no son irresolubles, sino que sus soluciones nos aportan esclarecimientos en otros dominios.

Consideren la siguiente frase incompleta:

ESTA FRASE TIENE LETRAS

y busquen un número cuyo nombre en letras inserto en el espacio en blanco

haga a esta frase completa y consistente. Es claro que sólo algunos números del infinito reservorio disponible satisfarán esta condición. Por ejemplo, TREINTA no la satisfaría porque la frase "esta frase tiene treinta letras" tiene tan sólo 27 letras.

Hay dos soluciones, dos "valores-Eigen", para este problema que satisfacen las condiciones descritas anteriormente. Una de ellas es TREINTA Y UNA. En verdad, la frase:

ESTA FRASE TIENE TREINTA Y UNA LETRAS

tiene 31 letras. Más aun, observen que esta frase dice lo que hace.

Les sugiero buscar la otra solución, porque tal ejercicio lleva, forzosamente, a compenetrarse con lo que significa "hacer encontrarse a los extremos" [10].

Dado que en estos casos de clausura uno introduce el resultado de una operación de nuevo en esa misma operación, se habla de "operaciones recursivas" (de *re*: de nuevo, y *currere*: introducir). La teoría que provee el formalismo para estos procesos es llamada "teoría de las funciones recursivas". Hoy en día, ese campo de las matemáticas constituye un cuerpo de conocimiento extenso y bien establecido [11], y volveré a referirme a él, brevemente, más adelante.

¿Cuáles son las consecuencias de todo esto para la administración? Permítanme sugerir una que creo que tiene muchas ramificaciones:

En un sistema administrativo autoorganizador cada participante es también un administrador del sistema.

Tal estructura organizacional es llamada una "heterarquía" (*heteros* = el otro, y *archein* = gobernar) porque en cierto momento puede ser uno de vuestros vecinos quien está tomando las decisiones, en otro momento tú, en tanto vecino de otros. Esta organización es, por supuesto, lo opuesto de una "jerarquía", donde el "santo" (*hieros*) gobierna, donde el jefe tiene todo el poder, y la línea de mando va de arriba hacia abajo.

La noción de heterarquía fue introducida por primera vez, que yo sepa, por Warren McCulloch en uno de sus artículos: "Una heterarquía de valores determinada por la topología de las redes nerviosas" [12], que es una fiesta intelectual para el lector.

Tal como McCulloch lo dijo, él derivó el concepto de una heterarquía de un principio que él apreciaba mucho. Es el:

Principio del mando potencial, por el cual la información constituye a la autoridad.

Como ejemplo de este principio él solía contar la historia de la batalla de las Islas Midway durante la cual la flota japonesa estuvo a

punto de destruir a la estadounidense. En verdad el barco insignia estadounidense fue hundido en los primeros minutos, y su flota fue abandonada a su propia organización, yendo de una jerarquía a una heterarquía. Lo que pasó entonces fue que el encargado de cada barco, grande o pequeño, tomaba el comando de toda la flota cuando se daba cuenta de que, dada su posición en ese momento, sabía mejor lo que iba a hacer. Como todos sabemos, el resultado fue la destrucción de la flota japonesa y el punto de viraje decisivo de los acontecimientos de la guerra del Pacífico.

2. Máquinas

Estoy seguro de que ustedes habrán notado los dos temas a los cuales volví una u otra vez en mi presentación, autorreferencia y clausura, y que también se dieron cuenta de mi intento de entrelazar ambas nociones. El instrumento de ese intento fue la "recursión", y espero que hayan podido tomar algo de su gusto porque quisiera ahora demostrar el poder de ese concepto en el contexto de nuestra reunión. Dado que deseo hacer eso invocando pasos elementales de su formalismo, el formalismo de las computaciones recursivas, haré primero algunas consideraciones preliminares sobre computación en general.

En primer lugar, permítanme recordarles que la raíz etimológica de "computación" no la confina de ninguna manera a experiencias numéricas. La palabra es una fusión de "com" = al mismo tiempo, y de "putare" = contemplar, es decir, contemplar cosas al mismo tiempo. Es claro que no hay restricción alguna respecto de las "cosas" contempladas, y yo usaré el concepto en este sentido general.

Voy a usar, como vehículo para poder hablar acerca de computación, la idea de una "máquina", en el sentido con que fue introducida por Alan Turing hace casi medio siglo, es decir, como un artefacto conceptual con reglas bien definidas de operación. Sin embargo, no voy a describir aquí a una máquina de Turing [13], porque nos llevaría muy lejos de nuestro tema central, pero les haré una descripción de artefactos computacionales conceptuales aun más abarcativos, las así llamadas "máquinas de estado finito" [14].

Hay dos clases de esas máquinas disponibles hoy en día, las máquinas de estado finito triviales y las no-triviales, o MT y MNT. Voy, en primer lugar, a exaltar los encantos de la máquina trivial (MT), para luego desarrollar los de las MNT.

La máquina trivial

La figura 4 es una representación esquemática de una MT, en la cual x , y , f , se refieren a "entrada", "salida", y "función", respectivamente, y las flechas indican la dirección en la que se realizan las operaciones.

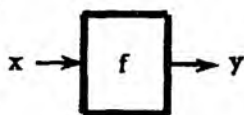


Figura 4. Máquina trivial

La idea es lograr una comprensión clara del proceso. Supongamos, por ejemplo, que x e y representan a los números naturales 1, 2, 3, 4, ..., y que la función de esta máquina es producir una salida y que representa la segunda potencia de la entrada x (x elevado al cuadrado), es decir, esta máquina es una MT "elevadora al cuadrado". Ustedes saben, por supuesto, qué es lo que está pasando aquí, y también saben que hay una variedad de modos de describir esto, algunos de ellos antropomórficos (o incluso biomórficos). Por ejemplo, si uno alimenta a nuestra máquina elevadora al cuadrado con un 4 ($x=4$), va a "arrojar" un 16 ($y=16$). O bien tomemos otra MT, una de esas que vemos hoy en día en las cajas registradoras de los supermercados. Una mercadería es pasada por sus líneas codificadas sobre el "sensor" de la máquina, y la impresora inscribe "FIDEOS. . . 3.50" en la factura (es una MT "facturadora"). O bien consideremos otra que arroja una pelota al aire (x =arrojar) y la observa volando hacia arriba y cayendo (y =observar). Esta sería la operación de una MT de "atracción-gravitación". O si no consideremos la estructura del silogismo deductivo. El ejemplo clásico es, por supuesto: "Todos los hombres son mortales" (premisa mayor); "Sócrates es un hombre" (premisa menor); y la conclusión: "Sócrates es mortal". Llamo a ésta la máquina trivial "Todos-los-hombres-son-mortales", porque cualquier cosa que tomen como entrada, mientras sea un hombre, obtendrán un cadáver (potencial) emergiendo del otro lado; etcétera.

He elegido esta ultrajante mezcla de ejemplos porque quería dejar bien en claro los siguientes tres puntos:

Número uno: A pesar de la tremenda variedad de contextos de estos ejemplos, el esquema subyacente de argumento, lógica, operación, etcétera, es en todos el mismo: debido a la relación invariable (f) entre entrada

(x) y salida (y), una vez observada una y para una determinada x , será siempre la misma y para la misma x ofrecida ulteriormente como entrada. La consecuencia de esto es que todas las MT son:

- (i) predictibles;
- (ii) independientes de la historia;

Número dos: Debido a la popularidad del esquema inferencial de las máquinas triviales, las tres entidades determinantes de la máquina, x , y , y f , aparecen y reaparecen con los más diversos nombres, dependiendo de los más diversos contextos. He aquí una lista incompleta:

x	f	y
variable independiente causa	función ley de la naturaleza	variable dependiente efecto
premisa menor	premisa mayor	conclusión
estímulo	S.N.C.	respuesta
motivación	carácter	actos
meta	sistema	acción
...	...	...

Número tres: Cuando una MT es sintetizada, es decir, cuando la correspondencia x - y (es decir, la función f) se establece, esta máquina es entonces definida sin ambigüedad. Uno habla en este caso de un sistema sintéticamente determinado. Un hecho particularmente agradable de estas máquinas es que también son analíticamente determinables, porque uno tiene, simplemente, que registrar la y correspondiente a cada x . Ese registro es, entonces la "máquina". De ahí que todas las MT sean:

- (iii) sintéticamente determinadas;
- (iv) analíticamente determinables.

Voy a resumir ahora todo esto invitándolos a contemplar una máquina trivial que tiene las siguientes propiedades:

Puede distinguir cuatro estados de entrada (x): A , U , S , T ; y dos estados de salida (y): 0 , 1 . La correspondencia entre x e y se establece a través de la siguiente tabla:

f

<i>x</i>	<i>y</i>
<i>A</i>	0
<i>U</i>	1
<i>S</i>	1
<i>T</i>	0

Así es como, a partir de la secuencia de entradas de, por ejemplo, *A*, *U*, *S*, *T*, la máquina computará la secuencia de salidas 0, 1, 1, 0; o a partir de la secuencia *U*, *S*, *A*, computará 1, 1, 0; y cuando esta secuencia se repita una y otra vez, obtendremos una y otra vez, 1, 1, 0, hasta el día del Juicio Final.

Máquinas no triviales

La obediencia es la característica esencial de una máquina trivial; parecería que la desobediencia es la de una máquina no trivial. Sin embargo, como veremos, la MNT también es obediente, pero obedece a una voz diferente. Uno podría tal vez decir obediente a su voz interior.

¿En qué se diferencia una MNT de una MT? De hecho, en un hecho muy simple pero de profundas consecuencias: una respuesta observada una vez para un estímulo dado puede no ser la misma para el mismo estímulo ofrecido ulteriormente.

El modo más fructífero de dar cuenta de tales cambios en su operar puede ser a través de los estados internos de la máquina (*z*), cuyos valores codeterminan su relación entrada - salida (*x*, *y*). Más aun, la relación entre los estados internos presentes y subsecuentes (*z*, *z'*) está co-determinada por las entradas (*x*). Tal vez el mejor modo de visualizar esto sea viendo este sistema como una máquina adentro de otra máquina (véase figura 5).

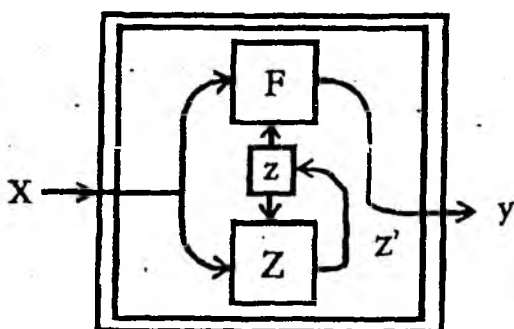


Figura 5. Máquina no-trivial.

Desde afuera, esta máquina se parece mucho a una máquina trivial, con una entrada x y una salida y . Sin embargo, cuando le sacamos la tapa (como en la figura 5), podemos ver las entrañas de una MNT. Lo original aquí es el lugar (círculo en el centro) que contiene al estado interno z . Este estado, junto a la entrada x , provee —por una parte— una entrada a F , una máquina trivial que computa la salida y de la máquina no trivial, y —por otra parte— a Z , otra máquina trivial que computa el posterior estado interno z' . A partir de lo dicho debería quedar claro que la máquina no trivial también está sintéticamente determinada.

Les mostraré tal máquina funcionando en un momento, pero me gustaría, en primer lugar, aclarar cierta terminología. En general se les llama a F y a Z , función motriz y función de estado respectivamente. Algebraicamente esto se expresa como:

$$\begin{aligned} y &= F(x, z) \text{ Función motriz} \\ z' &= Z(x, z) \text{ Función de estado.} \end{aligned}$$

Tal vez se hayan dado cuenta de que la función de estado Z expresa una cantidad (z') a través de sí mismo en un estadio previo (z). Esta es la esencia de las computaciones recursivas. Hablaré acerca de esto en el punto 3.

Construyamos ahora una MNT mínima, relacionada tan próximamente como sea posible con nuestra MT anterior. Una extensión mínima sería simplemente agregar un estado interno, de modo tal que ahora tengamos no uno, sino dos, estados internos. Llamémoslos I y II, y supongamos que sus funciones motriz y de estado son:

Cuando está en I			Cuando está en II		
x	y	z'	x	y	z'
A	0	I	A	1	I
U	1	I	U	0	II
S	1	II	S	0	I
T	0	II	T	1	II

Exploremos ahora el comportamiento de esta máquina. Sugiero empezar con el primer símbolo de entrada A. Le presentamos a la máquina varias Aes (A, A, A, . . .), y para nuestra satisfacción obtenemos, consistentemente, ceros (0, 0, 0, . . .). Nos volvemos luego a una secuencia de Ues (U, U, U, . . .), a la cual la máquina responde con una secuencia de unos (1, 1, 1, . . .). Confiadamente, probamos con la entrada S y obtenemos 1, pero cuando elegimos S nuevamente, algo desagradable ocurre, para quien no conoce el funcionamiento interno de la máquina: la máquina responde con un 0, en vez de un 1. Podríamos haber predicho eso, porque la función de estado cambia a la máquina, cuando está en I, a su estado interno II, cuando se le presenta S, y en ese caso la respuesta al estímulo "s" es "0". Sin embargo, estando en II, dado S, la máquina vuelve a su estado interno I, y probar nuevamente con S va a producir 1, etcétera.

Si probamos con la patriótica secuencia USA, dependiendo de si uno empieza en el estado interno I ó II, responderá con 111 o con 000, indicando, aparentemente, diferentes convicciones políticas. Tal vez estos ejemplos basten para calificar a estas máquinas como "no-triviales".

Más importante aun es ver la diferencia entre aquel que conoce las funciones motriz y de estado de la máquina (tal vez él la sintetizó), y aquel otro que no tiene acceso a este conocimiento y se ve limitado a observar secuencias de pares de entrada-salida como única base para hacer hipótesis acerca del funcionamiento interno de esta máquina.

A primera vista, la diferencia entre el conocedor y el experimentador puede no parecer tan severa. Es claro que el experimentador tiene la aburrida tarea de recorrer todas estas secuencias para establecer las reglas que las producen; sin embargo, en última instancia, él debería ser capaz de descubrir el código de estas máquinas, y sus funcionamientos se volverían tan transparentes para él como para el conocedor: difícil, pero no imposible.

Pero esto no es así.

Permítanme primero ocuparme de cuán "difícil". El problema aquí es identificar entre todas las posibles máquinas con el número dado de estados de entrada y de salida, aquellas que estamos investigando. Por "identificar" entendemos, por supuesto, inferir, a partir de las secuencias observadas de pares de entrada/salida las funciones motriz y de estado de la máquina.

Si una máquina no trivial tiene dos estados posibles de salida, digamos 0 y 1, como es el caso de la nuestra; y 2, 4, 8, 6 16 estados de entrada ($n = 1, 2, 3, 4$). Nuestra máquina tiene cuatro estados de entrada A, U, S, T ($n = 2$), y de allí que nuestro experimentador tiene que buscar entre:

6 . 10⁷⁶

diferentes máquinas para encontrar la correcta. ¿Difícil? ¡No! ¡Transcomputacional!

Pasemos ahora a cuán "posible". Existe una gran clase de máquinas cuyas funciones motrices y de estado son tales que es *en principio* imposible inferir estas funciones a partir de los resultados de un número finito de pruebas: ¡el problema general de la identificación de la máquina resulta insoluble! Esto también significa que hay máquinas no triviales que son incognoscibles.

Voy a resumir ahora los hechos esenciales de las máquinas no triviales, para concluir luego con algunos comentarios. Uno puede decir, en paralelo con lo que dije antes acerca de las máquinas triviales, que las MNT son:

- (i) sintéticamente determinadas;
- (ii) dependientes de la historia;
- (iii) analíticamente indeterminables;
- (iv) analíticamente impredecibles.

Con el principio expresado en (iii) las máquinas no triviales se unen a sus famosas hermanas, que anuncian otras limitaciones:

Gödel: Teorema de incompletud;

Heisenberg: Principio de incertidumbre;

Gill: Principio de indeterminación.

Si uno tiene en cuenta las otras incomodidades de estas máquinas, a saber, la dependencia de su pasado y su impredecibilidad, nuestros

esfuerzos por eliminar o por suprimir todas las incertezas de nuestro ambiente resultan bien entendibles. Cuando compramos una máquina pretendemos que funcione exactamente como se suponía que debía funcionar. Cuando giramos la llave del arranque en nuestro automóvil, debe arrancar; cuando marcamos un número telefónico, queremos la comunicación correcta, etcétera; queremos máquinas triviales. De ahí que nos gusten esas garantías que, en esencia, están diciendo: "... esta máquina seguirá siendo una máquina trivial por, al menos, un año". Si, a pesar de esto, muestra algunas tendencias no triviales (el automóvil no arranca, etcétera) llamamos a un especialista en trivialización para que remedie la situación.

Todo esto está muy bien. Sin embargo, cuando empezamos a trivializarnos unos a otros, no solamente nos volveremos ciegos rápidamente, sino que también nos volveremos ciegos a nuestra propia ceguera. La trivialización mutua reduce el número de alternativas, yendo así en contra del imperativo ético que les anuncié al principio. La tarea que nos ocupa es una de:

destrivialización.

3. Computaciones recursivas

¿Es el mundo una máquina trivial, o no trivial? Tal vez Einstein tenía una respuesta para esto cuando dijo: "*Raffiniert ist der Herrgott, aber boshaft ist er nicht*" (El señor es sutil, pero no malicioso [15]). Y Heisenberg preguntó: ¿cuál hubiera sido su respuesta después de ver que la interferencia de una observación deja a lo observado en un estado de incertidumbre? ¿O deberíamos invertir su principio y decir, más correctamente, que la interferencia de una observación deja al observador en un estado de incertidumbre?

Tal vez la pregunta original contenga una debilidad implícita al estipular una dicotomía entre un mundo observado, y aquel que hace las observaciones. Tal vez cada uno de nosotros tenga que contestar primero, para sí mismo, la pregunta: "¿Soy yo una parte del Universo, o estamos ambos separados?" Dicho de otro modo, debemos considerar una epistemología en la cual yo, el observador, estoy incluido en el dominio de mis observaciones, o debemos prohibir este mecanismo de reentrada (ya que en última instancia nos veríamos a nosotros mismos).

La posición ortodoxa respecto de este punto es estipular la separación del observador del mundo de lo observado, un mundo usualmente percibido como una máquina trivial cuyo funcionamiento debíamos descubrir.

Siendo que esta perspectiva está de lo más extendida, no es necesario que me demore en ella.

En su lugar, expandiré los conceptos de autología y de clausura que presenté antes, haciendo uso pleno de las nociones de "máquinas", cuyo funcionamiento bajo clausura, hemos de explorar ahora.

Consideremos una red de máquinas interactuantes. Por ello entiendo que la salida de cada máquina es una entrada para algunas otras (o para sí misma); y la entrada de cada máquina es una salida para algunas otras (o para sí misma) (véase figura 6a). Dado que no hay salida hacia el mundo afuera de esta red, el sistema está en clausura, constituye su propio mundo. Ross Ashby, que fue uno de los primeros en estudiar la actividad de tales redes, se refirió a ellas como "sistemas sin entrada" [16].

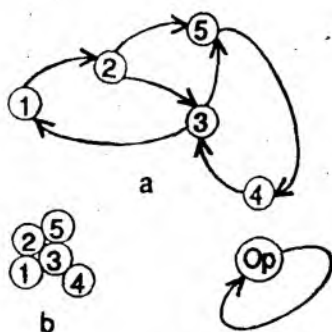


Figura 6. Red de máquinas interactuantes.

Si fuéramos a tomar una de las conexiones entre dos máquinas cualesquiera para observar el flujo de señales entre ellas, resultaría irrelevante a cuántas más ellas están conectadas (6b): toda la red actúa como una única MNT cuya salida es su entrada (6c).

Consolidemos la operación de toda la red entre los puntos elegidos de entrada y de salida en un operador:

Op

y hagamos que el resultado de esta operación se vuelva el comienzo de la operación siguiente. En otras palabras, hagamos de ésta una operación recursiva.

Llegados a este punto me he estado esforzando en decidir si debo permitirles acompañarme a través de los pasos de un enfoque formal

elemental de la teoría de las funciones recursivas, o si debo, tan sólo, resumir algunos de sus resultados. Como no pude decidirme haré ambas cosas, porque ustedes pueden siempre saltar varios pasos en los argumentos formales, y pasar el resumen. Sin embargo, les recomiendo que me acompañen por los cuatro puntos de este abecedario sobre recursiones, porque disfrutarán mucho más de las consecuencias del argumento después de haber observado su desarrollo.

Un abecedario sobre recursiones

Elementos de un formalismo.

1. Consideremos a la variable (independiente) x_0 (llamémosla el "argumento primario", suscrita con "0" para indicar que es la variable tomada "ab ovo").

1.1. Podría darse el caso de que esta variable asumiera valores numéricos, o bien podría representar ordenamientos (por ejemplo, grupos de números, vectores, configuraciones geométricas, etcétera); funciones (por ejemplo, polinomios, funciones algebraicas, etcétera); conductas descritas por funciones matemáticas (por ejemplo, ecuaciones de movimiento, etcétera); conductas descritas por proposiciones (por ejemplo, las expresiones proposicionales temporales de McCulloch-Pitts, etcétera).

2. Consideremos una operación (transformación, algoritmo, funcional, etcétera):

"Op"

actuando sobre la variable x_0 ; indiquemos la acción sobre este operando x_0 por:

$Op(x_0)$

Llamemos x_1 a los valores generados por la primera aplicación de Op sobre x_0 :

$$x_1 = Op(x_0) \quad (1)$$

o gráficamente:

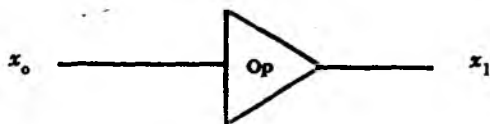


Figura 7

2.1. Apliquemos Op a x_1 , y llamemos x_2 a los valores así generados:

$$x_2 = Op(x_1) \quad (2)$$

es decir, x_2 representa los valores generados haciendo operar a Op dos veces sobre x_0 . (Con la ecuación (1) y (2)):

$$x_2 = Op(x_1) = Op(Op(x_0)) \quad (3)$$

2.2. Llamemos $Op^{(n)}$ a la aplicación n-ava de Op a una variable, tenemos entonces:

$$x_n = Op^{(n)}(x_0) \quad (4)$$

o gráficamente:

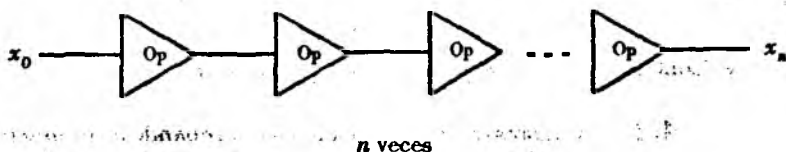


Figura 8

3. Consideremos el caso en que Op es aplicado infinitamente ($n \rightarrow \infty$) a una variable, digamos, x_0 :

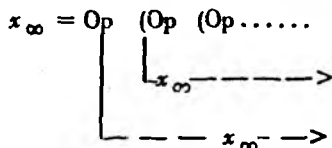
$$x_\infty = Op^{(\infty)}(x_0) \quad \text{ó} \quad (5)$$

$$x_\infty = Op(Op(Op(Op(Op(Op(Op(Op(Op(Op(\dots$$

3.1. Contemplemos la expresión (6) y observemos que:

3.1.1. La variable independiente x_0 , el "argumento primario", desapareció;

3.1.2 Dado que expresa una recursión infinita de los operadores Op sobre los operadores Op , cualquier recursión infinita dentro de tal expresión puede ser remplazada por x_∞ :



3.2. De ahí:

$$x_{\infty} = Op(x_{\infty}) \quad (7.1)$$

$$x_{\infty} = Op(Op(x_{\infty})) \quad (7.2)$$

$$x_{\infty} = Op(Op(Op(x_{\infty}))) \quad (7.3)$$

etcétera.

3.3. Si hay valores $x_{\infty i}$ ($i = 1, 2, 3, 4, \dots$) que satisfacen a las ecuaciones (7), llamemos a estos valores:

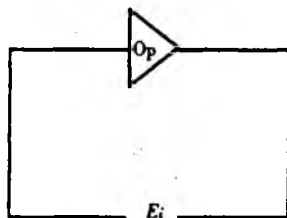
$$\begin{array}{c} \text{"Valores-Eigen"} \\ \text{"Valores-propios" o "autovalores"} \\ \hline E_i = x_{\infty i} \end{array}$$

(o Funciones-Eigen; Operadores-Eigen; Algoritmos-Eigen; Conductas-Eigen (=Objetos), etcétera, de acuerdo con el tipo de argumento primario).

4. Contemplemos las expresiones (7) y observemos que:

4.1. Los valores-Eigen son discretos (aun cuando el argumento primario sea continuo). Esto es así porque cualquier desplazamiento infinitesimal $\pm \varepsilon$ a partir de un valor-Eigen E_i por ejemplo, $E_i \pm \varepsilon$) desaparecerá, como lo hacen todos los valores de x_0 , excepto aquellos para los cuales sucede que $x_0 = E_i$.

4.2. Clausura:



ya que sólo en estas condiciones operador y operando son equivalentes. Es decir que:

4.2.1.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} Op^{(n)} = Op \quad (8)$$

4.3. Dado que un operador implica a sus valores-Eigen E_i , y viceversa, los operadores y los valores-Eigen son complementarios ($Op \leftarrow \rightarrow E_i$; uno puede representar al otro).

4.3.1. Dado que los valores-Eigen se producen a sí mismos (a través de sus operadores complementarios), los valores-Eigen son autorreflexivos.

Ejemplos

1. Consideremos el grupo:

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0.$$

Apliquémosle el "operador evolutivo" OE de Ashby:

OE = "Elija dos números al azar; haga el producto (de dos dígitos) de esos números (por ejemplo: $2 \times 3 = 06$); remplace los dos números elegidos por los dígitos de su producto."

$$x_0 = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0$$

$$x_1 = 1, 0, 6, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0$$

$$x_2 = 1, 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0$$

$$x_3 = 1, 0, 2, 4, 5, 6, 1, 8, 9, 0$$

$$x_4 = 1, 0, 2, 4, 4, 6, 1, 0, 9, 0$$

$$x_5 = 1, 0, 2, 0, 4, 6, 4, 0, 9, 0$$

(observen la desaparición de los impares)

$$x_6 = 1, 0, 2, 0, 4, 6, 4, 0, 0, 0$$

$$x_7 = 1, 0, 2, 0, 4, 0, 4, 0, 0, 0$$

(observen la emergencia de ceros)

$$x_8 = 1, 0, 2, 0, 4, 0, 4, 0, 0, 0$$

...

$$x_{15} = 0, 0, 2, 0, 4, 0, 0, 0, 0, 0$$

...

$$x = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 = E_1$$

2. Consideremos el grupo:

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0.$$

Apliquémosle el "operador co-evolutivo" OC de Ashby:

OC = "Elija dos números, α , β , al azar; cambie a β por el último dígito del resultado de la operación:

$$\alpha^4 + \beta^4$$

mantenga α sin cambios".

no es ciencia).

Tabla

[illegible]

3. Consideremos al operador "extraer la raíz cuadrada" RC, y apliquémoslo recursivamente sobre un valor inicial arbitrario x_0 .

La tabla adjunta da los valores de la secuencia $x_1, x_2, x_3, \dots$ etcétera, para el valor inicial:

$$x_0 = 137$$

Observen la convergencia hacia el valor-Eigen:

$$x_m = 1$$

Observen también la complementariedad:

1 = 

$$x' = RC(x)$$

$$x_{\text{inicial}} = 137$$

11.70469991
 3.42121322
 1.84965218
 1.36001918
 1.1661986
 1.07990675
 1.03918561
 1.01940453
 1.00965564
 1.00481622
 1.00240521
 1.00120188
 1.00060076
 1.00030033
 1.00015015
 1.00007507
 1.00003753
 1.00001876
 1.00000938
 1.00000469
 1.00000234
 1.00000117
 1.00000058
 1.00000029
 1.00000014
 1.00000007
 1.00000003
 1.00000001
 1
 1

4. Consideremos a los operadores “seno” y “coseno” operando uno sobre el otro recursivamente:

$$\begin{aligned}
 x' &= \cos(y) \\
 y'' &= \sin(x')
 \end{aligned}$$

La tabla adjunta presenta a la secuencia:

$$x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, \dots$$

para el valor inicial:

$$y_0 = 3$$

Observen el acercamiento oscilante hacia los valores-Eigen de los dos operadores “viéndose a sí mismos a través de los ojos del otro”:

$$\cos(\operatorname{sen}(0,768169\dots)) = 0,768169\dots$$

$$\operatorname{sen}(\cos(0,694819\dots)) = 0,694819\dots$$

Noten la diferencia entre los valores-Eigen de estos operadores, cuando cada operador es tomado separadamente:

$$\cos(0,739085\dots) = 0,739085\dots$$

$$\operatorname{sen}(0,000000\dots) = 0,000000\dots$$

Observen también la rápida convergencia hacia los valores-Eigen mutuos. Después de tan sólo 36 pasos los valores estables se aproximan en uno en un millón.

INICIAL $Y = 3$

0,9899924293	0,6916683255	0,7681274735	0,6918202121
-0,8360218258	0,7701829913	0,6947897149	0,7681687568
0,6704198624	0,6967666013	0,7681933513	0,6948198033
0,6213150305	0,7672419786	0,6943334981	0,7681693438
0,3131136789	0,6941525818	0,7681603226	0,6948193267
0,7264305416	0,7685961014	0,6948133393	0,7681690722
0,7475500224	0,6951266802	0,7681732221	0,6948196847
0,6798440992	0,7679725702	0,6949226158	0,7681692011
0,777670743	0,6946783	0,7681672922	0,6948197269
0,701621614	0,7682596786	0,6745183514	0,7681691408
0,7637965103	0,6948847942	0,7681700157	0,6948196921

Espero que con esta breve descripción de algunos puntos de la teoría de la funciones recursivas y con algunos ejemplos de sus aplicaciones, ustedes podrán, al menos, tener una idea de este método, y podrán ver en la operación recursiva un principio de autoorganización que permite emerger —cristalizar— a ciertas estructuras a partir de estadios previos, arbitrarios. Sin embargo, no he mencionado muchos otros interesantes resultados que incluyen valores-Eigen múltiples, composición de tales estados, y muchos otros.

Más aun, ejemplos en los cuales los estados-Eigen no son cantidades numéricas sino que son en sí mismos operadores (operadores-Eigen), o ejemplos de otros dominios hubieran sido esclarecedores. Sin embargo, esto requeriría un aparato formal mucho más elaborado, y para el estudio de tales casos debo remitirlos a la literatura (11, 12, 18).

Sin embargo, no puedo terminar este resumen sin una breve mención acerca de los resultados de los estudios de Ashby sobre la dinámica de grandes sistemas sin entrada. En una simulación en computación de un ordenamiento como el de la figura 6a, Ashby conectó en una serie de experimentos 100, y en otra 1000 máquinas no triviales (esencialmente

computando en sus entradas una variedad de funciones lógicas), y después de determinarles un valor inicial las dejó funcionar en libertad. Después de algunos valores temporarios al principio (véanse también nuestros ejemplos), los sistemas se establecieron en ciertas conductas-Eigen, por ejemplo, "ciclos límites" de diferente longitud, representando en muchos casos grandes dominios de valores iniciales. Su término para este fenómeno era poliestabilidad [16]. Sus estudios han sido revividos recientemente con ordenadores mucho más rápidos y grandes por un grupo francés, llevando a muchos nuevos y fascinantes resultados [19]:

Concluiré ahora mi historia sobre las computaciones recursivas con algunas palabras sobre la terminología utilizada. Como mencioné anteriormente, fue David Hilbert quien, a comienzos de siglo, introdujo los términos valor-Eigen y función-Eigen, términos que yo encuentro particularmente bien elegidos para representar la lógica en uso en estos casos. Algo más tarde, otro atractivo hecho de estos valores, a saber, la invariancia bajo sus operaciones correspondientes, les valió el nombre de "puntos fijos". Y recientemente ciertos expertos en computación descubrieron estos fascinantes valores para sí mismos, y dado que no podían dar crédito a sus ojos cuando vieron lo que vieron, les llamaron "extraños atractores", un término que, lamento decirlo, encuentro repulsivo.

4. Socioadministración

Malik y Probst en su artículo sobre administración evolutiva ven, por supuesto, al papel de la negociación desde la perspectiva de la empresa como un sistema autoorganizador, en evolución. Quisiera agregar a sus observaciones algunos puntos que surgen de las estrategias que acabo de transmitirles.

Propongo ver a las negociaciones, por un momento, como un intento, por parte de los miembros de un grupo, de "resolver un problema común". Pretendo que las comillas en este caso actúen como banderas, como señales de alarma, que nos inviten a reexaminar los sobreusados y sobreabusados términos que ellas encierran. ¿Qué significa "resolver", "común", "problema"? ¡Es muy probable que no haya tal problema común! Cada uno de los miembros puede tener el suyo propio; peor aun, es probable que él no tenga un problema, tal vez él sea el problema; etcétera.

Manteniendo presente esta advertencia, propongo ver nuevamente a las negociaciones como una tarea de resolución de problemas, en la cual una de las soluciones puede ser la identificación de un "problema común".

Dinámica de pequeños grupos

Voy a describir ahora uno de los primeros experimentos en dinámica de pequeños grupos, un experimento que es, para mi gusto, muy poco conocido para las muchas interesantes conclusiones que se pueden sacar de sus resultados. Este experimento fue diseñado a comienzos de la década de 1950 por Alex Bavelas [20], por entonces en el MIT (Massachusetts Institute of Technology), quien se interesó por la evolución de las estrategias y sentimientos de gente con diferentes niveles de pericia, que participaban en diversas tareas cuyos medios y fines estaban dados en términos que iban de la transparencia a la opacidad. Parecería haber una similitud en este caso con las situaciones en las cuales el principio del mando potencial podría tener sus aplicaciones. Sin embargo, éste no es el caso, porque aquí las acciones intentadas están, de algún modo, controladas, como veremos en un momento (y registradas).

La tarea dada a los miembros de un grupo de cinco es encontrar el único símbolo común en un mazo de cartas, del cual cada miembro tiene sólo una carta para mirar, pero se puede comunicar con los otros, exclusivamente a través de canales prescritos, para obtener la información necesaria acerca de los otros símbolos. Permítanme describir en primer lugar al mazo de cartas, y luego el ordenamiento espacial de este experimento.

Cartas: Consideremos seis símbolos diferentes, por ejemplo, un cuadrado, una cruz, un triángulo, etcétera, a los que llamaré por conveniencia 1, 2, 3, 4, 5, 6. Diseñemos seis cartas diferentes, a cada una de las cuales le falta un símbolo, y teniendo los otros cinco:

2	1	1	1	1	1
3	3	2	2	2	2
4	4	4	3	3	3
5	5	5	5	4	4
6	6	6	6	6	5
1	2	3	4	5	6

La última línea del esquema muestra el símbolo faltante.

Resulta claro que sacando de este grupo a una carta a la que le falte, digamos, el símbolo 3, las cartas restantes del grupo tendrán sólo un símbolo en común, a saber, el 3.

Resulta también claro que de este modo pueden generarse seis grupos o mazos de cartas, cada uno distinto de los demás por su símbolo común.

En una sesión preliminar de acostumbramiento se le da a cada próximo participante uno de esos grupos con la tarea de identificar al símbolo común. Eso toma entre 20 y 40 segundos, para ser respondido. En ese momento se les dice que en la situación experimental real cada uno de ellos verá solamente una carta, y tendrá que inferir el símbolo común a través de interacciones con otros miembros del grupo.

Espacio: Consideremos dos cilindros pentagonales concéntricos, en los que el espacio entre ellos está subdividido en cinco compartimientos idénticos, cada uno de los cuales permite ubicar confortablemente a uno de los participantes, sentado frente a un escritorio ancho y poco profundo. En la pared frente al escritorio hay espacios, algunos abiertos, algunos cerrados, a través de los cuales pueden enviarse mensajes a, o recibirse de, otros participantes, a través de tubos que están escondidos detrás de las paredes. El único modo en que los participantes pueden interactuar es a través de estos tubos, ya que paredes aisladas al sonido, etcétera, restringen otros medios.

Dos puntos cruciales en el diseño de este experimento son:

(i) la posibilidad de especificar de antemano (desconocida por los participantes) la conectividad entre compartimientos, por ejemplo, entre los que aparecen en la figura 9; y

(ii) la posibilidad de seguir el proceso comunicacional a través de mensajes con papeles y lápices codificados por número y color.

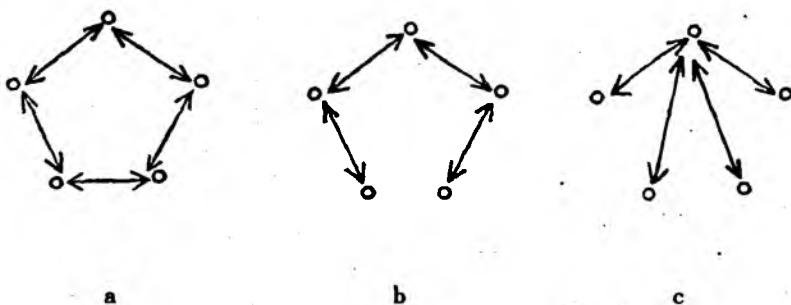


Figura 9. Varios grupos conectados.

Experimento: Una sesión comienza con los cinco participantes sentados en sus compartimientos y observando una carta de las cinco posibles. Ellos pueden usar sus talonarios de notas para cualquier mensaje, pregunta, respuesta, o lo que fuere, enviado a los demás. Tan pronto como cada

participante piensa que sabe cuál es el símbolo común, presiona el botón apropiado, uno de seis que él tiene en su escritorio. La sesión termina cuando todos los participantes han presionado el mismo botón.

Resultados: Aunque los experimentos dieron lugar a una gran cosecha de resultados, voy a referirme solamente a dos tipos de variables dentro de todo ese diseño. Una tiene que ver con la conectividad, la otra con diferentes símbolos. La variación en la conectividad, por ejemplo, de un "círculo" (figura 9a) a una "estrella" (figura 9c), produce cambios en el rendimiento que son de por sí muy impactantes. Al variar los símbolos, los cambios fueron dramáticos. En un grupo de experimentos símbolos identificables fueron usados en grupos conectados de diferente manera. En el otro grupo se introdujo "ruido" en los canales de comunicación —o tal vez deberíamos decir en los canales cognitivos— usando "símbolos" que no sólo eran difíciles de distinguir, sino que ni siquiera tenían nombres: se usaron bolitas diferentemente moteadas, en lugar de símbolos.

Permítanme contarles en primer lugar acerca del experimento "sin ruido", en el cual los símbolos estaban identificados y nombrados. Cuando se les preguntó a aquellos que participaron del "círculo" cómo percibían su desempeño, etcétera, respondieron sin excepciones que se sentían bien, que se habían desempeñado rápida y eficientemente, que tal vez pudieran haberlo hecho mejor, etcétera. Cuando se les preguntaba si eran capaces de identificar un "líder" en el grupo, el promedio de respuestas distribuía ese "liderazgo" parejamente entre las cinco posiciones.

Para los que participaban en la "estrella" la historia era casi la opuesta que para los "circulares". Aunque su desempeño fue alrededor del doble de rápido que el de los grupos en círculo, tenían un sentimiento de derrota. Se sentían a sí mismos lentos e ineficientes. Culpaban a algún "idiota" en el grupo por ello. El 94% de los participantes identificaba al vértice de la conectividad como el líder.

Dada la diferencia en cuanto a la percepción de la ausencia o la presencia de un liderazgo, Bavelas y sus colaboradores apodaron a estos dos esquemas de conexión "democrático" y "autoritario".

¿Qué sucede cuando se introduce "ruido"? Sorpresivamente (o tal vez para nada sorpresivamente), el grupo democrático trabaja aproximadamente igual de bien aunque, sin embargo, algo más lentamente que antes. Ellos se sienten bien aún y piensan que lo están haciendo bien. El cambio dramático se da en los autoritarios: los grupos se desintegran, más tarde o más temprano, dependiendo de cuán "extraños" sean los símbolos. Los participantes abandonan enojados, los "idiotas" se multiplican, y la culpa es echada de unos a otros. En verdad cuando, más tarde, los registros son estudiados, los que participaron en el formato de estrella dejan rápidamente de hablar de símbolos, y empiezan a calificarse unos a otros muy

negativamente. Se da un desvío fascinante de la atención desde los comunicables hacia los comunicadores.

La diferencia con los “demócratas” es fundamental. Lo que les permite continuar a ellos es expandir el lenguaje. Tal como lo muestra el registro, se inventan rápidamente nombres para las cosas que aparecen como extrañas, algunas de ellas referenciales (“león”, “vaca”, etcétera), o neologismos en otros casos (“plops”, “bimbim”, etcétera), nombres que son descartados, modificados o mantenidos; y cuando son adoptados por el grupo, el problema de encontrar —el símbolo— común, se transforma en encontrar símbolos comunes, ignorando objetos poco claros.

Me he demorado en estos ejercicios con algún detalle, porque creo que estos experimentos se prestan mucho para conectar las cuatro nociones, administración, autoorganización, evolución y lenguaje, en el sentido en que Malik y Probst nos recomiendan hacer en su artículo.

No hay duda de que una de las tareas administrativas es generar un clima que promueva la comunicación. Uno de los resultados de los experimentos de Bavelas sugiere que las estructuras de interacción pueden ser facilitadoras o inhibidoras de la comunicación. Parecería que las pautas de interacción recursiva, circulares, resultan altamente resistentes a las perturbaciones. El punto importante, sin embargo, es que esta estabilidad no se da contraactuando contra las fuerzas perturbadoras, sino utilizándolas como una fuente de creatividad. Y finalmente, estos experimentos muestran nuevamente el significado del lenguaje en el proceso administrativo [21].

Mi amigo el compositor Herbert Brun me enseñó una vez que “... un lenguaje aprendido es un lenguaje perdido” [22]. Pero aquí, en una de las situaciones de Bavelas, hay ejemplos de lenguaje en proceso de creación.

Desde el punto de vista del léxico el lenguaje es un sistema cerrado: pregunten por el significado de una palabra y obtendrán palabras. Quiero, por ejemplo, conocer el significado de “subsecuente”. El diccionario [1] me dice “siguiente” (véase figura 10). Quiero saber qué significa esto, etcétera. La figura 10 nos dice adónde lleva todo esto; uno podría decir a ninguna parte. ¿Puede uno escapar de esta trampa?

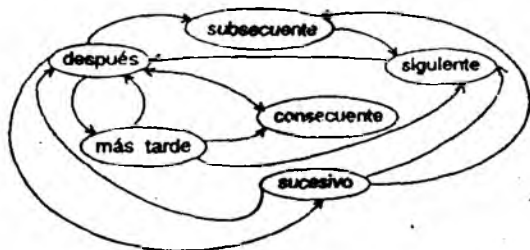


Figura 10. Red de relaciones de términos sinónimos.

Yo sugiero un camino que fue observado por el filósofo británico John Langshaw Austin. El observó en nuestro lenguaje una familia peculiar de expresiones que dicen lo que hacen; o tal vez debiéramos decir, que hacen lo que dicen. ¿Cómo es eso?

Imagínense a ustedes mismos en un transporte público atestado de pasajeros; sin quererlo, pisan los pies de alguien. Cortésmente, ustedes dicen:

“Disculpeme”.

La magia de esta expresión es que es una disculpa. Por razones obvias, Austin llamó a estas expresiones “ejecutivas” [23]. Una vez que somos conscientes de estas expresiones en nuestro lenguaje, uno las ve aparecer más y más: “prometo”, “declaro”, ... etcétera. Consideren por un momento los hechos extraordinarios que suceden cuando en una ceremonia matrimonial el sacerdote dice:

“Los declaro marido y mujer”.

Cuando esta fórmula es dicha, ellos son marido y mujer.

He traído a colación a la noción de expresión ejecutiva al final de mi historia porque me lleva nuevamente —en forma apropiadamente recursiva— al comienzo. Ustedes recordarán la frase que decía de sí misma cuántas letras tenía. Cuando en verdad lo dice correctamente, la llamamos un valor-Eigen. Tal vez uno debería llamarla una expresión-Eigen, para hacer visible la relación con las expresiones ejecutivas. Sugiero que hay aquí una ventana a través de la cual podemos saltar fuera del lenguaje.

De ahí que les pido que me permitan concluir con una referencia a vuestra gentileza por haberme invitado, y a vuestra paciencia por haberme escuchado, mediante una expresión ejecutiva:

“¡Muchas gracias!”

Referencias bibliográficas

[1] *The American Heritage Dictionary of the English Language*, Moughton Mifflin, Boston (1966).

[2] F. Malik y G. J. B. Probst: “Evolutionary management”, *Cybernetics and Systems: Int. J.*, 13, págs. 153-174 (1982).

[3] H. von Foerster: “On constructing a reality”, en *Observing Systems*, Intersystems Publications, Seaside, California (1982).

[4] G. Gunther: "Cybernetic ontology and transjunctional operations", en *Beitrage zur Grundlegung einer operationsfabigen Dialektik, I*, Gotthard Gunthers gesammelte Werke, Felix Meiner Verlag, Hamburgo (1976).

[5] Comunicación personal con el profesor Lars Loefgren, Department for Automata Theory and General Systems, Building E, Universidad de Lund, Box 725, S 220 07 LUND, Suecia.

[6] F. G. J. Varela: "A calculus of self-reference", *International Journal of General Systems*, 2, págs. 5-24 (1975).

[7] G. Pask: "The meaning of cybernetics in the behavioural sciences", en *Progress in Cybernetics*, J. Rose (comp.), Gordon and Breach, Nueva York, 1, págs. 15-44 (1969).

[8] H. von Foerster: "Foreword", *Rigor and Imagination, Essays on the Legacy of Gregory Bateson*, C. Wilder-Mott y J. Weakland (comps.), Praeger, Nueva York (1981).

[9] L. Wittgenstein: *Philosophical Investigations*, G. E. N. Anscombe (trad.), The Macmillan Company, Nueva York (1953).

[10] D. Hofstaedter: "Metamagical themas", *Scientific American*, enero 12-382, y enero 16-28 (1982).

[11] M. Davis: *Computability and Unsolvability*, McGraw-Hill, Nueva York (1958).

[12] W. S. McCulloch: "A heterarchy of values determined by the topology of nervous nets", en *Embodiments of Mind*, MIT Press, Cambridge (1965).

[13] A. M. Turing: "On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem", actas de la London Mathematical Society, 2, 42, págs. 230-265 (1936-1937).

[14] A. Gill: *Introduction to the Theory of the Finite State Machines*, McGraw-Hill, Nueva York (1962).

[15] A. Pais: "'Subtle is the Lord...'", *The Science and the Life of Albert Einstein*, Oxford University Press, Nueva York (1982).

[16] O. C. Walker y W. R. Ashby: "On temporal characteristics of behavior in certain complex systems", *Kybernetik*, 3 (2), págs. 100-108 (1966).

[17] H. von Foerster: "Objects: Tokens for (Eigen-) Behaviors", en *Observing Systems* (Ref. [3]).

[18] D. Hofstaedter: "Metamagical themas", *Scientific American*, noviembre 22-43 (1981).

[19] F. Fogelman-Soulie, F. Goles-Chacc y G. Wissbuch: "Specific roles of the different boolean mappings in random networks", *Bulletin of Mathematical Biology*, 44 (5), págs. 715-730 (1982).

[20] A. Bavelas: "Communication patterns in problem solving groups", en *Cybernetics*, H. von Foerster (comp.), Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York (1952).

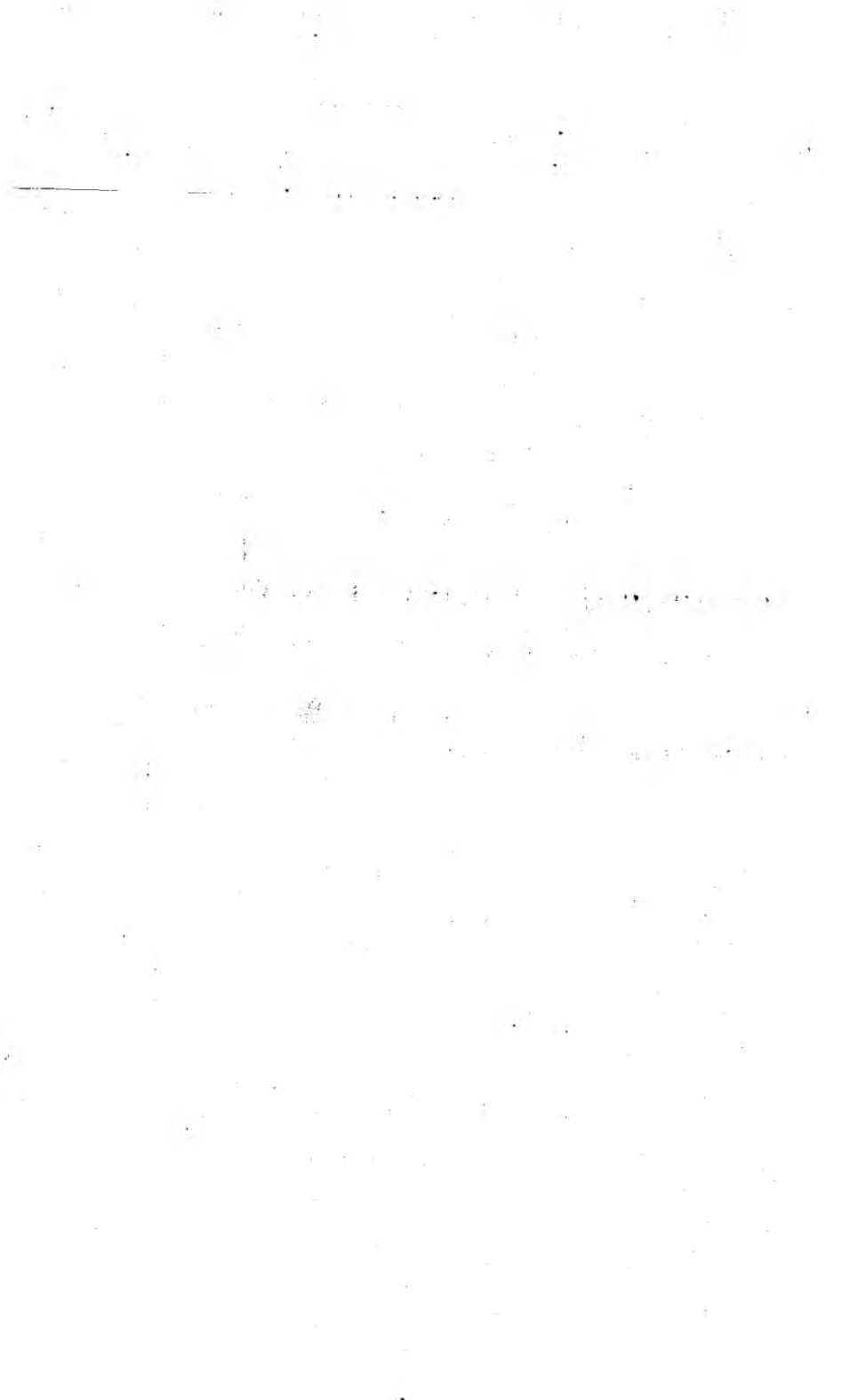
[21] *Hermenet*, 1750 Union Street, San Francisco, California 94123, Atención del doctor F. C. Flores.

[22] H. Brun: "Futility 1964" (lado 5, banda 3), en *Compositions* de Herbert Brun, Non Sequitur Records, Box 872, Champaign, Ill. 61820 (1983).

[23] J. L. Austin: "Performative Utterances", en *Philosophical Papers*, J. O. Urmson y G. J. Warnock (comps.), At. the Clarendon Press, Oxford (1961).

IV

La construcción del futuro



Comentario introductorio

Marcelo Pakman

Los tres artículos que siguen, escritos entre 1971 y 1975, presentan consideraciones sobre el aporte que la cibernética podría hacer en relación con problemas sociales, en un futuro que, debería ser ahora presente. Sin embargo, y esto habla de la complejidad de los problemas a resolver, aquel futuro sigue siendo futuro y los artículos siguen siendo vigentes en sus propuestas, perspectivas, críticas y sugerencias.

"Responsabilidades de la competencia" plantea las interesantes relaciones entre urgencia y complejidad. A más urgencia por resolver un problema, menos complejidad ha de ser incluida en su formulación y más simplistas y reduccionistas serán los pensamientos con que se los aborde. Al mismo tiempo, cuanta más complejidad incluyamos, más puede retardarse la acción e, inclusive, llegar al extremo de la parálisis. Buena parte del "arte terapéutico" descansa en la habilidad para decidir cuánta complejidad ha de ser incluida en nuestro abordaje del problema a enfrentar, como para ser capaces de actuar con eficacia.

Von Foerster caracteriza a la cibernética como la ciencia de la regulación, ciencia que realiza una labor "anti-natural", que es una continuación de la labor "anti-natural" que todo sistema viviente realiza en su lucha contra las tendencias físicas a la degradación. Sin embargo, en el caso de los seres humanos, lo antinatural puede asumir un doble aspecto: podemos ser antinaturales creando conflicto con el resto de la naturaleza; o podemos ser antinaturales multiplicando la creatividad de la naturaleza en su mencionada lucha contra el avance de la entropía. En el dominio del lenguaje, se vuelve complejo decidir en cuál de estos sentidos estamos operando cuando nuevas narrativas, nuevas visiones del mundo, y los procesos de toma de decisión y las acciones asociadas a ellas, emergen en el curso de interacciones como, por ejemplo, las terapéuticas. Actuar como regulador, en tales circunstancias, implica reintroducir como elemento corrector a lo largo del proceso, información acerca de si el proceso está siendo "retardador de entropía" o, por el contrario, es un proceso que promueve el avance del desorden. Más comúnmente, dada la multiplicidad de dominios en que transcurre lo humano, el proceso resulta organizador en

algunos aspectos, y desorganizador en otros, y el balance entre esos aspectos, acorde con las metas que emerjan como terapéuticas, se vuelve también parte del juicio clínico.

Von Foerster resalta que toda acción reguladora y retardadora de entropía es, al mismo tiempo, un ejercicio de computación, en el sentido de mecanismo de generación de un orden a través de un cierto lenguaje (como lo vimos en el comentario sobre la Parte III). La dinámica de las interacciones sistémicas humanas puede ser entendida como una red compleja de acciones de reordenamiento, llevadas a cabo por los miembros del sistema, dentro de la cual podemos distinguir dos tipos fundamentales:

- a) el desarrollo de lenguajes que permitan adaptarse mejor al entorno, y
- b) el cambio del entorno que permita adaptarlo mejor al propio lenguaje.

Es en términos del equilibrio entre estos dos mecanismos, y de hasta dónde se han repartido estas funciones entre los participantes del sistema, que muchas tensiones sistémicas pueden ser entendidas.

El tema de la trivialización es nuevamente visitado en este artículo y permite plantear cuestiones fundamentales para el terapeuta: ¿estamos nosotros operando de un modo orientado a generar impredecibilidad y novedad, más que pacientes y terapeutas predecibles? Von Foerster propone como método para trabajar en ese sentido, generar como eje de nuestro pensar preguntas "legítimas", es decir, aquéllas para las cuales no hay una respuesta conocida (ni para el paciente, ni para el terapeuta).

La terapia, en tanto práctica no trivial, ha de intentar proveer a cada participante del sistema de un canal para la expresión de su voz. He señalado en diversas oportunidades la importancia de recordar que los sistemas sociales (como las familias, los sistemas terapéuticos) no hablan en tanto tales. Quienes hablan son sus miembros (se habla en tanto padre, madre, hijo, hija, terapeuta, etcétera) y sabemos que el uso de la primera persona plural, o el uso del impersonal, son dos modos políticamente eficaces de ganar acceso a la definición de lo que ha de considerarse "realidad". Proveer de esos canales de expresión, y promover la validación de esas diversas realidades, es una de las intervenciones, muchas veces "mínimas", pero de inmensa capacidad multiplicadora, del terapeuta constructivista.

"La percepción del futuro y el futuro de la percepción" retoma y elabora una fértil distinción de Herbert Brün entre "acción correctiva" y "cambio". El contexto de una acción correctiva implica asumir que algo "anda mal" en el sistema y "es necesaria" una operación para que el mismo vuelva a su funcionamiento normal. Es decir, la acción correctiva opera con suposiciones normativas y "objetivas", asumiendo verdades incontestables que, al decir de

von Foerster, "embotan los sentidos y oscurecen la verdad". Operar en sistemas sociales en el sentido de acciones correctivas contribuiría a interacciones donde los participantes son "objetos" sociales guiados por decisiones ajenas. El contexto de cambio implica, en cambio, la elección de un curso de acción que supone una decisión acerca de que el futuro no se parezca al pasado. A diferencia de la acción correctiva, basada en volver a un funcionamiento del cual el sistema se ha desviado, hay aquí una preferencia por el desvío, la novedad, la no aplicabilidad de las pautas anteriores.

En el campo de la terapia, "cambio" implica, entonces, que las pautas que utilizamos, las regularidades que encontramos, son sólo un medio para la creación de un contexto para su propia destrucción. Es sólo en esta medida que el participante de un sistema social es validado en tanto sujeto social que decide un futuro para sí. Sin embargo, no deberíamos subestimar la complejidad de esta dinámica social, en la cual el terapeuta interactúa muchas veces con familias que, habiendo sido tratadas consistentemente como objetos sociales, han asumido una pseudosubjetividad en la cual perpetúan su condición de "objetos" e invitan a continuar tratándolos como tales. A esto se agrega la propia alienación del terapeuta que, con tanta facilidad, se vuelve objeto social de doctrinas, teorías, agencias de control social, determinantes económicas, etcétera.

El desafío para el terapeuta es el de cómo colocarse y sostenerse en una posición en la que pueda ser "vehículo" para un tipo de comunicación que promueva el cambio en el sentido antedicho: como obliteración de las reglas del pasado. Cuándo y en la medida en que lo logramos, algunas alternativas emergen para que los participantes de los sistemas familia-terapeuta se encuentren en mundos no vistos exclusivamente a través de los ojos de los demás, ni viviendo "seudoexperiencias" transmitidas a través de un lenguaje "congelado" que ha perdido su carácter expresivo de la originalidad de la subjetividad humana.

Para que la terapia se ubique en esta posición antialienante conviene recordar que en su práctica, como lo señala von Foerster, el método científico tal como ha sido entendido tradicionalmente, no funciona, porque dos de sus suposiciones fundamentales deben ser cuestionadas: en primer lugar, la de que las reglas que observamos en el pasado deben aplicarse en el futuro; en segundo lugar, la de que casi todo en el universo es irrelevante fuera de los elementos que hemos identificado como causalmente enlazados con el fenómeno que nos interesa. La actitud del terapeuta constructivista ha de estar más guiada por el espíritu de Gregory Bateson, que señalaba en 1936 (Naven) *, a propósito de su trabajo de campo en Bali: "... Yo no veía ninguna clara razón por la cual yo debía inquirir acerca de un tema más que acerca de otro". Y más adelante: "Si alguien me contaba un cuento de asesinatos y brujería, yo no sabía con qué pregunta continuar, y esto no era

* Stanford University Press, Stanford, 2a. ed. (1958).

tanto por falta de entrenamiento como por exceso de escepticismo". Esta actitud, donde cuestionamos lo que [ya sabemos] debíamos inquirir, permite trascender los circuitos autoafirmantes donde el terapeuta sólo encontrará una y otra vez las confirmaciones de sus propios prejuicios, para aventurarse en los territorios de lo que no se ajusta a la pauta, es decir, el genuino territorio de lo humano como sujeto de un sentimiento a todas luces único, original, irrepetible.

Von Foerster finaliza el artículo con dos señalamientos que son hitos para guiar las prácticas constructivistas en terapia familiar: el primero es que, con mucha frecuencia, la gente no escucha porque no quiere más que porque no puede pero, al mismo tiempo, no sabe que no quiere; el segundo, expresado en estilo bíblico, dice: "Que haya visión, e hízose la luz".

Sabemos que la consulta terapéutica suele estructurarse, como punto de partida, en torno de una "queja", expresada por uno o más miembros de una familia: algo no sucede del modo que quien se queja esperaba. La consideración de los señalamientos anteriores nos llevará a orientar nuestras acciones en dos direcciones fundamentales:

1. Promoviendo la emergencia de narrativas donde ese evento que no se dio, y el que se dio en su lugar, aparecen como producto de una "decisión" de la cual, por regla casi general, aquellos que decidieron no tienen conocimiento. Incluso si hemos sido "objetos sociales" es importante construir una decisión que permitió que lo fuéramos.

2. Si antes se decidió sin saber que se decidía (ya que podemos reconstruir alternativas posibles que no se tomaron, e incluso restricciones que hubo para no tomarlas), el único modo de ver aparecer algo que no está allí es generar ahora las acciones necesarias para su aparición. Si no hubo "luz" es porque se "decidió", quizá sin saberlo, tomar un camino sin posibilidades visuales. Si queremos que esto cambie hemos de generar ahora las acciones necesarias para crear esa estructura visual. La terapia se mueve desde la creación de contextos justificantes, que tantas veces perpetúan la trampa de la queja, hacia la promoción de contextos de responsabilidad y de una comprensión entendida en términos de acción.

"¿Y nosotros, adónde vamos desde aquí?" retoma el tema de la construcción del futuro, proponiendo estrategias de interacción a través de las cuales podamos dejar de pensar en términos de "adónde vamos", como si fuéramos a la deriva, para empezar a pensar "adónde deseamos ir". El artículo resume y extiende muchas de las argumentaciones expuestas por von Foerster en otros artículos de esta colección, en una meditación que estaba, originalmente, destinada a explorar la filosofía de la tecnología

futura. ¿En qué sentido pueden resultar útiles para el terapeuta estas indagaciones sobre la tecnología, siendo que la actividad terapéutica no parecería estar ligada a esos problemas tecnológicos?

El puente con el campo terapéutico se vuelve inmediatamente evidente cuando vemos que la tecnología puede ser entendida como una extensión del lenguaje, en cuanto a la relación que el ser humano establece con ambos, en tanto instrumentos de acción. Esa relación es tal que nos permite calificar, tanto al lenguaje como a su extensión, la tecnología, como fenómenos creativos y, al mismo tiempo, desmesurados. Usamos aquí desmesura en el sentido de la "hybris" de la filosofía griega. Es en el lenguaje que podemos generar dimensiones de un grado de abstracción tal que nuestra "localidad" se extiende sobremanera. Podemos, por ejemplo, hablar de "nuestra vida" como continuum temporal, una dimensión con la cual no tenemos, sin embargo, un contacto experiencial inmediato. De más está decir que la imposibilidad de actuar sobre estas dimensiones una vez creadas genera de por sí un malestar que, estaría entonces, constitucionalmente ligado a la estructura del lenguaje. El lenguaje sería así el primer Frankenstein, y los artefactos tecnológicos meras extensiones de su carácter desmesurado.

Es por lo dicho que resulta tan poderoso, en la instrumentación terapéutica de la estrategia de construcción de un futuro en términos de elección personal, el cuestionamiento de las abstracciones lingüísticas y la promoción de su transformación en formulaciones donde todas esas abstracciones pasen la prueba de la observación en circunstancias cotidianas. Cada vez que alguien dice "mi vida es de este o aquel modo", "ella es de este o aquel modo", etcétera, hemos de buscar las observaciones que llevan a quien formula esos juicios a esa inferencia. Así descubriremos que esas descripciones "oficiales" no dan cuenta de multitud de experiencias que de hecho están sucediendo, pero que no llevan a cuestionar esas abstracciones. Una vez emitidas, dichas formulaciones se anclan como sostenes permanentes de un sujeto alienado, perdido en la desmesura de su propio lenguaje que, recordémoslo, es la desmesura del lenguaje.

Para concluir, von Foerster nos recuerda que toda construcción del futuro ha de descansar también en una dimensión espiritual. El artículo, y el libro, se cierra con las palabras de Chuang Tse, el maestro del Tao, que hace más de 2400 años articulaba algunas de las tempranas manifestaciones de la conciencia humana en su búsqueda permanente de sentido.

El alquimista buscaba, a través de la prosaica transmutación de los metales en oro, la consumación de la gran obra: la transformación del sujeto. Von Foerster nos recuerda que toda actividad cotidiana, si no se aliena en su meta aparente, es parte de esa inransable búsqueda interior. Espero que estas "semillas de la cibernética" encuentren el terreno fecundo de un lector empeñado en una búsqueda semejante.

[illegible]

Responsabilidades de la competencia*

Durante nuestro último simposio anual presenté un teorema al que Stafford Beer se refirió en una ocasión ulterior como el "teorema número uno de Heinz von Foerster". Ese teorema postulaba que:

Cuanto más profundo es el problema ignorado, mayores son las oportunidades para la fama y el éxito.

Construyendo sobre una tradición que cuenta por ahora con un solo elemento, les presentaré de nuevo un teorema al que, con toda modestia, llamaré el "teorema número dos de Heinz von Foerster". Postula lo siguiente:

Las ciencias duras tienen éxito porque se ocupan de problemas blandos; las ciencias blandas se las ven en figurillas porque se ocupan de problemas duros.

Si se observa con atención podrán descubrir que el teorema 2 podría servir como corolario al teorema 1. Esto resultará obvio si contemplamos por un instante el método de indagación empleado por las ciencias duras. Consiste en que si un sistema es demasiado complejo para ser comprendido es dividido en partes más pequeñas. Si ellas resultan aún demasiado complejas son, a su vez, divididas en partes aun más pequeñas, y así sucesivamente, hasta que las partes son tan pequeñas que al menos una parte puede ser comprendida. Lo fantástico de este proceso, del método de reducción, del "reduccionismo", es que lleva inevitablemente al éxito.

Desafortunadamente, las ciencias blandas no están bendecidas con condiciones tan favorables. Consideremos, por ejemplo, al sociólogo, al

* Este artículo es una adaptación de la presentación inaugural en la Conferencia de Otoño de la Sociedad Norteamericana de Cibernética, el 9 de diciembre de 1971 en Washington, D. C. Fue publicado originalmente en: *Journal of Cybernetics*, 1972, 2 (2), págs. 1-6.

psicólogo, al antropólogo, al lingüista, etcétera. Si ellos redujeran la complejidad de los sistemas de su interés, es decir, la sociedad, la psiquis, la cultura, el lenguaje, etcétera, dividiéndolos en partes más pequeñas para poder después inspeccionarlas, no serían pronto capaces de reclamar que se están ocupando del sistema que originalmente eligieron. Esto es así porque estos científicos se ocupan de sistemas esencialmente no-lineales cuyos fenómenos más notorios son *interacciones* entre lo que podríamos llamar sus "partes", cuyas propiedades tomadas aisladamente agregan poco o nada a la comprensión del trabajo de esos sistemas cuando cada uno de ellos es tomado como un todo. Por tanto, si el científico que trabaja en las ciencias blandas desea permanecer en el campo de su elección, se enfrenta con un problema formidable: en primer lugar, no debe perder de vista toda la complejidad de su sistema; en segundo lugar, se está volviendo cada vez más urgente resolver sus problemas. No digo esto tan sólo por quedar bien con ellos. Se ha hecho ahora muy claro que sus problemas nos conciernen a todos. La "corrupción de nuestra sociedad", los "disturbios psicológicos", la "erosión cultural", la "ruptura de la comunicación", y todas las otras "crisis" de hoy son problemas tanto suyos como nuestros. ¿Cómo podemos contribuir a su solución?

Mi sugerencia es que apliquemos la *competencia* lograda en las ciencias duras —y no el método de reducción— a la solución de los problemas duros de las ciencias blandas. Me apresuro a agregar que esta sugerencia no es de ningún modo nueva. De hecho lo que postulo es que la *cibernética* es, precisamente, la disciplina que está en la interface entre la competencia en ciencias duras y los duros problemas de las ciencias blandas. Aquellos de nosotros que presenciamos el desarrollo temprano de la *cibernética* podemos recordar muy bien que antes de que Norbert Wiener creara ese nombre para nuestra ciencia se hablaba de ella como del estudio de los "mecanismos de causación circular y retroalimentación en sistemas biológicos y sociales", descripción que continuó incluso años después de que él escribiera su famoso libro. Por supuesto que en su definición de la *cibernética* como la "ciencia de la comunicación y el control en el animal y en la máquina", Norbert Wiener dio un paso más allá en la generalización de estos conceptos, y hoy en día la "*cibernética*" ha llegado a ser, en última instancia, la ciencia de la *regulación* en su sentido más general.

¿Por qué es que, siendo que nuestra ciencia posee, realmente, una noción general y comprehensiva, no tenemos, a diferencia de la mayor parte de nuestras ciencias hermanas, un santo patrón o una deidad que nos dispense favores en nuestra búsqueda de nuevo entendimiento, y que proteja también a nuestra sociedad de los males tanto exteriores como interiores? Los astrónomos y los físicos son cuidados por Urania; Deméter

patrocina a la agricultura; y varias musas ayudan a las diferentes artes y ciencias. ¿Pero quién ayuda a la cibernética?

Una noche, mientras sopesaba esta cuestión cósmica, tuve una aparición. No era una de las encantadoras diosas que bendicen a las otras artes y ciencias. Era claro que esa divertida criaturita sentada en mi escritorio debía ser un demonio. Después de un rato comenzó a hablar. Efectivamente, yo tenía razón. Dijo: "Yo soy el demonio de Maxwell". Y luego desapareció.

Cuando logré recuperar mi compostura se me hizo claro, inmediatamente, que ningún otro que no fuera ese respetable demonio podría ser nuestro patrón, porque el demonio de Maxwell es el *paradigma de la regulación*.

Como ustedes recordarán, el demonio de Maxwell regula el flujo de moléculas entre dos compartimientos de un modo muy *antinatural*, a saber, haciendo que el calor fluya del compartimiento más frío al más caliente, oponiéndose al curso natural de los acontecimientos ya que, sin la interferencia del demonio, el calor fluiría siempre del compartimiento más caliente al más frío.

Con seguridad también recordarán cómo es que él procede: cuida de una pequeña abertura entre los dos compartimientos y la abre para dejar pasar una molécula siempre que una rápida se aproxime desde el lado frío o una lenta desde el lado caliente. En cualquier otro caso mantiene la abertura cerrada. Resulta obvio que, con esta maniobra, él hace que el compartimiento frío se vuelva más frío, y el caliente más caliente, contradiciendo así, aparentemente, a la Segunda Ley de la Termodinámica. Ahora sabemos que, por supuesto, aunque el demonio tenga éxito en mantener ese extraño flujo de calor, la segunda ley se mantiene inexorable. Ello se debe a su necesidad de un haz de luz para poder determinar la velocidad de las moléculas que se aproximan a la abertura. Si el demonio estuviera en equilibrio térmico con uno de los compartimientos, no podría ver nada: sería parte de un cuerpo negro. Dado que él puede hacer sus travesuras sólo hasta que dure la batería de su haz de luz, debemos incluir en el sistema que tenga a un demonio activo no solamente la energía de los dos compartimientos, sino también la de la batería. La entropía ganada por la batería al gastarse no es compensada completamente por la neguentropía ganada por el incremento de la disparidad entre los dos compartimientos.

La moraleja de esta historia es, simplemente, que aunque nuestro demonio no puede burlar a la segunda ley puede, por medio de su actividad regulatoria, retardar la degradación de la energía disponible, es decir, el crecimiento de la entropía, hasta una tasa arbitrariamente baja.

Esta es, en verdad, una observación muy significativa porque demuestra la importancia fundamental de los mecanismos regulatorios en los

organismos vivos. Ellos pueden ser vistos, en este contexto, como manifestaciones del demonio de Maxwell, retardando continuamente la degradación del flujo de energía, es decir, retardando el incremento de entropía. En otras palabras, los organismos vivos, en tanto reguladores, son "retardadores de entropía".

Más aun, como voy a demostrar en un momento, el demonio de Maxwell es no solamente un retardador de entropía y un paradigma de regulación, sino que es también un isomorfismo funcional de una máquina universal de Turing. Así es como los tres conceptos de regulación, retardo de entropía y computación constituyen una red conceptual entrelazada que, para mí, es realmente la esencia de la cibernética.

Voy ahora a justificar brevemente mi afirmación de que el demonio de Maxwell es no solamente el paradigma de la regulación sino también el de la computación.

Cuando uso el término "computación" no me estoy restringiendo a operaciones específicas como, por ejemplo, la suma, la multiplicación, etcétera. Deseo interpretar la "computación" en el sentido más general como un mecanismo, o "algoritmo", para ordenar. La representación ideal o, debiera decir, más general, de tal mecanismo es, por supuesto, una máquina de Turing, y usaré esa máquina para iluminar algunos de los puntos que deseo señalar.

Hay dos niveles a los cuales podemos referirnos cuando pensamos en "ordenar". Uno tiene que ver con nuestro deseo de hacer una descripción de un ordenamiento dado de cosas. El otro con nuestro deseo de reordenar cosas de acuerdo con ciertas descripciones. Resulta inmediatamente obvio que ambas operaciones constituyen, en verdad, los fundamentos para todo aquello que llamamos "computación".

Sea A un ordenamiento particular. Este ordenamiento puede entonces ser computado por una máquina universal de Turing partiendo de una expresión inicial posible en la cinta a la que llamaremos una "descripción" de A : $D(A)$. La longitud $L(A)$ de esta descripción dependerá del alfabeto (lenguaje) utilizado. De allí que podamos decir que un lenguaje a_1 revela más orden en el ordenamiento A que otro lenguaje a_2 , si y sólo si la longitud $L_1(A)$ de la descripción inicial posible de la cinta para computar A es más breve que $L_2(A)$, o *mutatis mutandis*.

Lo dicho pertenecería al primer nivel mencionado anteriormente, y nos lleva inmediatamente al segundo nivel.

De todas las descripciones iniciales posibles de la cinta para un ordenamiento A_1 hay una que es la más breve: $L^*(A_1)$. Si A_1 es reordenada para dar A_2 , se dice que A_2 es de un orden superior a A_1 si y sólo si la descripción inicial más breve de la cinta $L^*(A_2)$ es más breve que $L^*(A_1)$, o *mutatis mutandis*.

Esto pertenecería al segundo nivel mencionado anteriormente, y nos lleva a una expresión final de orden perfecto (computación).

De todos los ordenamientos A_i hay uno A^* , para el cual la descripción inicial posible de la cinta es la más breve $L^*(A^*)$.

Espero que con estos ejemplos se haya hecho claro que los organismos vivientes (reemplazando ahora a la máquina de Turing), interactuando con su ambiente (ordenamientos), tienen varias opciones a su disposición:

(i) pueden desarrollar "lenguajes" (sensores, códigos neurales, órganos motrices, etcétera) que se "adaptan" mejor al ambiente que les es dado (que revelen más orden);

(ii) pueden cambiar a su entorno hasta que se "adaptan" a su constitución; y

(iii) pueden hacer ambas cosas.

Sin embargo, es importante destacar que cualquiera que sea la opción que elijan, sería realizada por computación. Debo ahora demostrar que esas computaciones son realmente funcionalmente isomorfas con la actividad del demonio.

La función esencial de una máquina de Turing puede ser descrita por cinco operaciones:

(i) Lea el símbolo de entrada x .

(ii) Compare x con z , el estado interno de la máquina.

(iii) Escriba el símbolo apropiado de salida y .

(iv) Cambie el estado interno z al nuevo estado z' .

(v) Repita la secuencia anterior con un nuevo estado de entrada x' .

Similarmente, la función esencial del demonio de Maxwell puede ser descrita por cinco operaciones equivalentes a las anteriores:

(i) Lea la velocidad v de la molécula M que se aproxima.

(ii) Compare $(mv^2/2)$ con la energía $\langle mv^2/2 \rangle$ (temperatura T) de, por ejemplo, el compartimiento más frío (estado interno T).

(iii) Abra la abertura si $(mv^2/2)$ es mayor que $\langle mv^2/2 \rangle$; si no déjela cerrada.

(iv) Cambie el estado interno T al nuevo estado (más frío) T' .

(v) Repita la secuencia anterior con una nueva molécula que se acerca M' .

Dado que la equivalencia de los términos entre los puntos correspondientemente rotulados es obvia, con la presentación de estas dos listas he completado mi demostración.

¿Cómo podríamos utilizar nuestra verificación de que la cibernética es la ciencia de la regulación, de la computación, del ordenamiento y del retardo de la entropía? Podríamos, por supuesto, aplicar nuestra verificación al sistema que es, en general, aceptado como la *cause célèbre* de la regulación, la computación, el ordenamiento y el retardo de la entropía, a saber, el cerebro humano.

En lugar de seguir los pasos de los físicos que ordenan sus problemas de acuerdo con el número de *objetos* involucrados ("el problema del cuerpo único", "el problema de los dos cuerpos", "el problema de los tres cuerpos", etcétera), ordenaré nuestros problemas de acuerdo con el número de *cerebros* involucrados, discutiendo a continuación "el problema del cerebro único", "el problema de los dos cerebros", "el problema de múltiples cerebros", y "el problema de todos los cerebros".

1. El problema del cerebro único: las ciencias del cerebro.

Resulta evidente que si las ciencias del cerebro no quieren degenerar en una física o en una química de los tejidos vivos —o que alguna vez han estado vivos—, deben desarrollar una teoría del cerebro: $T(C)$. Pero, por supuesto, esta teoría debe ser escrita con un cerebro: $C(T)$. Lo cual significa que esa teoría debe ser construida de modo tal que se escriba a sí misma: $T(C(T))$.

Tal teoría deberá ser diferente en un sentido fundamental a, digamos, la física, que se ocupa de una descripción (no demasiado) con éxito de un "mundo sin sujetos" en el cual el observador mismo no se supone que tenga un lugar. Lo dicho me lleva a formular ahora mi teorema número tres:

Las leyes de la naturaleza son escritas por el hombre. Las leyes de la biología deben escribirse a sí mismas.

Resulta tentador, para refutar este teorema, invocar la prueba de Gödel acerca de los límites del "*Entscheidungsproblem*", en los sistemas que intentan referirse a sí mismos. Pero Lars Lofgren y Gotthard Gunther han demostrado que la autoexplicación y la autorreferencia son conceptos que se sostienen a pesar de los argumentos de Gödel. Yo afirmo, en otras palabras, que una ciencia del cerebro en el sentido antedicho es, en verdad, una ciencia legítima con un problema legítimo.

2. El problema de los dos cerebros: educación.

Resulta bien claro que la mayor parte de nuestros esfuerzos educativos instituidos está dirigida a la trivialización de nuestros niños. Estoy

usando el término “trivialización” tal como se usa en teoría de los autómatas, en la cual una máquina trivial se caracteriza por tener una relación fija entrada-salida (*input-output*), mientras que en una máquina no-trivial (máquina de Turing) la salida (*output*) está determinada por la entrada (*input*) y por su estado interno. Dado que nuestro sistema educativo está orientado a generar ciudadanos predecibles, su objetivo es eliminar los estados internos perturbadores que generan impredecibilidad y novedad. Esto se vuelve claramente evidente en nuestro método de evaluación en el cual solamente se hacen preguntas para las cuales las respuestas son conocidas (o están definidas) y deben ser memorizadas por el estudiante. Llamaré a estas “preguntas ilegítimas”.

¿No sería fascinante pensar en un sistema educacional que destrivialice a sus estudiantes enseñándoles a hacer “preguntas legítimas”, es decir, preguntas para las cuales las respuestas son desconocidas?

3. El problema de múltiples cerebros: sociedad.

Está claro que nuestra sociedad sufre de una severa disfunción. Esto se siente dolorosamente, a nivel del individuo, como apatía, desconfianza, violencia, desconexión, impotencia, alienación, etcétera. Yo llamo a esto una “crisis participativa”, porque excluye al individuo de su participación en el proceso social. La sociedad se convierte en el “sistema”, el “*establishment*” o lo que sea, un despersonalizado ogro kaskiano producto de su propia mala voluntad.

No es difícil darse cuenta que la causa esencial de esta disfunción es la ausencia de un canal (*input*) adecuado para que el individuo interactúe con la sociedad. Los así llamados “canales de comunicación”, los “medios masivos” son unidireccionales: hablan, pero nadie puede responderles. Falta el bucle de retroalimentación y de allí que el sistema está fuera de control. Lo que la cibernética puede ofrecer es, por supuesto, un instrumento de canalización (*input*) social universalmente accesible.

4. El problema de todos los cerebros: humanidad.

Resulta evidente que la característica más perturbadora del sistema global “humanidad” es su demostrada inestabilidad, así como el hecho de estarse acercando rápidamente hacia una singularidad. En la medida en que la humanidad se trata a sí misma como si fuera un sistema abierto ignorando las señales de sus sensores, que le están informando de su propia situación, nos aproximaremos hacia esa singularidad sin descanso. (Ulti-

inmensamente he empezado a preguntarme si la información acerca de su propio ~~estado~~ no podría llegar a todos los elementos a tiempo para actuar si ellos ~~decidieran~~ escuchar en vez de pelear.)

La meta es clara: debemos cerrar el sistema para poder alcanzar una población estable, una economía estable, y para tener recursos estables. Si bien el problema de construir una "servo-población" y una "servo-economía" puede ser resuelto con los recursos mentales de este planeta, para poder lograr la estabilidad de nuestros recursos materiales estamos obligados por la segunda ley de la termodinámica a volvernos hacia fuentes extraplanetarias. Aproximadamente $2 \cdot 10^{14}$ kilovatios de radiación solar están a nuestra disposición. Usados sabiamente, podrían dejar intactos a nuestros invalorable recursos orgánicos, terráqueos, altamente estructurados, fósiles o vivientes, para ser usados y disfrutados por incontables generaciones por venir.

Si estamos persiguiendo la fama y el éxito podemos ignorar la profundidad de estos problemas de computación, ordenamiento, regulación y retardo de la entropía. Sin embargo, ya que nosotros, en tanto cibernetas, tenemos competencia como para atacar dichos problemas debemos poner nuestra meta por encima de la fama y del éxito yendo, sin demasiado ruido, tras su solución. Si deseamos mantener nuestra credibilidad científica, el primer paso a dar sería aplicar nuestra competencia a nosotros mismos formando una sociedad global que no sea tanto para la cibernética sino, más bien, que funcione cibernéticamente. Así es como yo entiendo la exhortación de Dennis Gabor: "¡Cibernetas del mundo, uníos!" Sin comunicación, no hay regulación; sin regulación, no hay meta; y sin una meta el concepto de "sociedad" o de "sistema" se vuelve vacío.

La competencia implica responsabilidades. Un médico debe actuar en la escena de un accidente. No podemos ser más espectadores a sabiendas de un desastre global. Debemos compartir la competencia que tenemos a través de la comunicación y la cooperación trabajando juntos en los problemas de nuestro tiempo. Este es el único modo en que podamos cumplir con nuestras responsabilidades sociales e individuales en tanto cibernetas que deben practicar lo que predicán.

La percepción del futuro y el futuro de la percepción*

“La definición de un problema y la acción emprendida para resolverlo dependen, en gran medida, de la visión que los individuos o grupos descubridores del problema tengan del sistema del cual el problema es parte. Así es como un problema puede verse definido como una información de salida mal interpretada, o como una salida defectuosa de un circuito de salida defectuoso, o como una salida defectuosa por mal funcionamiento de un sistema por lo demás sin fallas, o como una salida correcta pero no deseada de un sistema sin fallas pero indeseable. Todas las definiciones, salvo la última, sugieren una acción correctiva; sólo la última definición sugiere un cambio y presenta, por tanto, un problema insoluble para cualquiera opuesto al cambio” (Herbert Brün, 1971) [1].

Las verdades incontestables tienen la desventaja de oscurecer la verdad, embotando los sentidos. Casi nadie se verá alarmado si se le dice que en tiempos de continuidad el futuro equivale al pasado. Sólo algunos se darán cuenta de que de esto se sigue que en tiempos de cambio socio-cultural el futuro no va a parecerse al pasado. Más aun, frente a un futuro no claramente percibido, no sabemos cómo actuar y sólo nos queda una certeza: si no actuamos nosotros mismos, alguien va a hacerlo por nosotros. Así es como, si deseamos ser sujetos, más que objetos, lo que vemos ahora, es decir, nuestra percepción, debe ser más una prevención que una mirada a posteriori.

Epidemia

Mis colegas y yo estamos ahora investigando los misterios del conocimiento y de la percepción. Cuando, de tanto en tanto, miramos los asuntos

* Este artículo es una adaptación de una conferencia pronunciada el 29 de marzo de 1971, en la inauguración de la Twenty-fourth Annual Conference on World Affairs, realizada en la Universidad de Colorado, Boulder, Colorado. Fue publicado originalmente con el título “Perception of the future and the future of perception” en *Instructional Science*, 1 (1), págs. 31-43 (1972).

del mundo a través de las ventanas de nuestro laboratorio, nos sentimos cada vez más perturbados por lo que vemos. El mundo parecería estar en manos de una enfermedad que se disemina rápidamente y que, hoy en día, ha asumido proporciones casi globales. En el individuo los síntomas de esta enfermedad se manifiestan en una progresiva corrupción de la facultad de percibir, siendo un lenguaje corrupto el elemento patógeno que hace a la enfermedad tan altamente contagiosa. Para peor, el enfermo se obnubila en estadios avanzados de la enfermedad, volviéndose cada vez menos consciente de su enfermedad.

Esta situación permite ver claramente por qué estoy preocupado por la percepción cuando contemplo el futuro, ya que:

si no podemos percibir,
no podemos percibir el futuro
y, por tanto, no sabemos cómo actuar en el presente.

Me aventuro a decir que no es difícil acordar con esta conclusión. Si miramos alrededor de nosotros el mundo aparece como un hormiguero en el cual sus habitantes han perdido todo sentido de orientación. Corren sin meta alguna de un lado a otro, se despedazan unos a otros, ensucian su propio nido, atacan a sus cachorros, gastan tremendas energías en construir artificios que, o son abandonados o, cuando son mantenidos, causan más trastornos que los que había antes, y así sucesivamente. Así es como las conclusiones parecen ajustarse a los datos. ¿Son las premisas aceptables? ¿En qué lugar encaja aquí la cuestión de la percepción?

Antes de continuar, permítanme eliminar algunas trampas semánticas porque, como dije antes, el elemento patógeno de la enfermedad es un lenguaje corrupto*. Afortunadamente hemos desarrollado alguna inmunidad contra tales trampas semánticas, habiendo sido nutridos con monstruosidades sintácticas tales como "X es mejor", sin decir nunca "mejor que qué otra cosa". Hay, sin embargo, muchas más confusiones semánticas profundas, acerca de las cuales quiero referirme ahora.

Hay tres pares de conceptos en los cuales un miembro de cada par es generalmente sustituido por el otro de un modo que reduce la riqueza de nuestras concepciones. Se ha vuelto moneda corriente confundir proceso con sustancia, relaciones con predicados, y cualidad con cantidad. Permítanme ilustrar lo dicho con algunos ejemplos tomados de un catálogo potencialmente muy grande y, al mismo tiempo, mostrarles la parálisis que es causada por esta disfunción conceptual.

* Ejemplos que von Foerster ha usado en diversas oportunidades han sido eliminados en este artículo, para evitar redundancias, ya que aparecen en otros artículos de esta misma colección. [T.]

Proceso/sustancia

Los procesos primordiales y más característicos del hombre y, de hecho, de cualquier organismo, a saber, la "información" y el "conocimiento", son ahora insistentemente considerados como mercaderías, es decir, como una sustancia. Información es, por supuesto, el proceso a través del cual se adquiere conocimiento, y conocimiento es el conjunto de procesos que integran las experiencias pasadas y presentes para conformar nuevas actividades, ya sea como actividad nerviosa internamente percibida como pensamiento y voluntad, o externamente perceptible como lenguaje y movimiento (Maturana [2, 3]; von Foerster [4, 5]).

Ninguno de estos procesos puede ser "transmitido", como se nos dice en frases como "... las universidades son depositarias de conocimiento que se transmite de generación en generación. . .", etcétera, ya que *tu* actividad nerviosa es *tu* actividad nerviosa y, por tanto, no es la *mía*.

No es de extrañar que un sistema educacional que confunde el proceso de crear nuevos procesos con la distribución de mercaderías llamada "conocimiento" puede causar alguna insatisfacción en los hipotéticos receptores, porque las mercaderías no llegan: no hay tales mercaderías.

Creo que la confusión por la cual el conocimiento es tomado como sustancia proviene, históricamente, de una publicación humorística impresa en Nuremberg en el siglo XVI. En ella aparece un estudiante, sentado, con un agujero en la parte superior de su cabeza en el cual se ha insertado un embudo. Cerca de él está parado el maestro echando un balde lleno de "conocimiento" por el embudo, es decir, letras del alfabeto, números y ecuaciones simples. Creo que el embudo de Nuremberg hizo por la educación lo que la rueda hizo por la humanidad: ahora podemos deslizarnos más rápidamente barranca abajo.

¿Hay algún remedio? Por supuesto, ¡hay uno! Se trata solamente de percibir nuestras conferencias, libros, diapositivas y películas, etcétera, no como *información* sino como *vehículos* de información potencial. Entonces veremos que dando conferencias, escribiendo libros, mostrando diapositivas y películas, etcétera, no hemos resuelto un problema, hemos, tan sólo, creado un problema, a saber, el de encontrar en qué contexto pueden estas cosas ser vistas como para que puedan crear en los que las perciben nuevas distinciones, pensamientos, y acciones.

Relación/predicado

Confundir relaciones con predicados se ha vuelto un pasatiempo político. En la frase "la espinaca es verde", "verde" es un predicado; en

"la espinaca es sabrosa", "sabrosa" alude a una relación entre la química de la espinaca y el observador que la está degustando, que puede referirse a esa relación diciendo que la espinaca es "sabrosa". Nuestras madres, que son los primeros políticos con quienes nos topamos, hacen uso de la ambigüedad semántica del operador sintáctico "es" diciéndonos que "la espinaca es sabrosa", como si estuvieran diciéndonos "la espinaca es verde".

Cuando crecemos nos vemos inundados por esta clase de distorsión semántica, que sería cómica si no estuviera tan extendida. Aristófanes podría haber escrito una comedia a propósito de esto*.

"Orden" es, por ejemplo, un concepto que se nos dice debemos buscar en las cosas más que en nuestras percepciones de las cosas **. "Todo tiene cierto orden una vez que es entendido", dice uno de mis amigos, un neurofisiólogo, que es capaz de ver cierto orden en lo que a mí me parece, a primera vista, un revoltijo de células. Mi insistencia en reconocer al "orden" como una relación sujeto-objeto, y en no confundirlo con una propiedad de las cosas puede resultar pedante. Sin embargo, cuando se trata del tema "ley y orden" esta confusión puede tener consecuencias letales. "Ley y orden" no es un tema, es un deseo común a todos; el tema es "qué ley y qué orden" o, en otras palabras, el tema es "justicia y libertad".

Castración

Uno podría menospreciar estas confusiones como algo que puede ser fácilmente corregido. Uno podría argüir que lo que acabo de hacer fue justamente eso. Sin embargo, me temo que no es así; las raíces son más profundas de lo que creemos. Parecería que fuéramos criados en un mundo visto a través de las descripciones de los demás más que a través de nuestras propias percepciones. Esto trae como consecuencia que en lugar de usar el lenguaje como un instrumento con el cual expresar pensamientos y experiencia, aceptamos al lenguaje como un instrumento que determina nuestros pensamientos y experiencia.

Por supuesto que es muy difícil demostrar el punto anterior, porque requeriría meternos dentro de la cabeza y exhibir la estructura semántica que refleja nuestro modo de percibir y de pensar. Sin embargo, hay ahora nuevos y fascinantes experimentos a partir de los cuales pueden inferirse estas estructuras semánticas. Permítanme describir uno que demuestra mi

* Véase antes la nota del traductor en este mismo capítulo. [T.]

** Idem. [T.]

afirmación de la manera más dramática.

El método, propuesto por George Miller [6] consiste en pedirle, independientemente, a varios sujetos, que clasifiquen un cierto número de palabras impresas sobre cartones sobre la base de la similitud de significado (figura 1).

NUEVAMENTE	AIRE	MANZANA	TRAER	QUESO	FRIO
VENIR	OSCURO	DOCTOR	COMER	HALLAR	PIE
DURO	CASA	INVITAR	SALTAR	VIVIR	LECHE
AGUJA	AHORA	RAPIDO	TRISTE	ARENA	ENVIAR
DORMIR	DESPACIO	SUAVE	AZUCAR	SUFIRIR	DULCE
MESA	TOMAR	MUY	AGUA	LLORAR	BLANCO

Figura 1. Ejemplo de 36 palabras impresas sobre cartones a ser clasificadas de acuerdo con similitud de significado.

El sujeto puede formar tantas clases como quiera, y cualquier número de casos puede ser ubicado en cada clase. Los datos así recolectados pueden ser representados por un "árbol"; de modo tal que las ramas más alejadas de la "raíz" indiquen una relación más próxima entre los temas sugiriendo, de este modo, una similitud de significado de las palabras con ese grupo particular de temas.

La figura 2 muestra los resultados de tal "análisis de agrupamientos" de las 36 palabras de la figura 1, hecho por 20 sujetos adultos (con la "raíz" a la izquierda). Es claro que los adultos clasifican de acuerdo con categorías sintácticas, poniendo los sustantivos en una clase (parte inferior del árbol), los adjetivos en otra (inmediatamente superior), luego los verbos y, finalmente, aquellas pequeñas palabras con las cuales uno no sabe qué hacer.

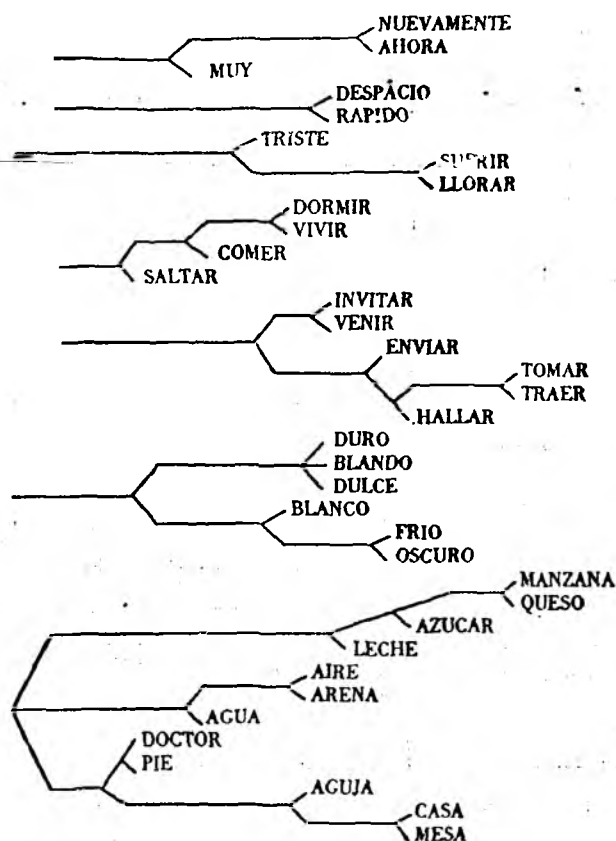


Figura 2. Análisis de agrupamientos de las 36 palabras de la figura 1, clasificadas por 20 sujetos adultos. Es notorio que las categorías sintácticas fueron absolutamente respetadas, mientras que las relaciones semánticas fueron completamente ignoradas.

La diferencia resulta muy notoria cuando los resultados de los adultos son comparados con la riqueza de la percepción y la imaginación de los niños de tercero y cuarto grado a los que se les dio la misma tarea (figura 3). Miller reflexiona así sobre estos deliciosos resultados:

“Los niños tienden a agrupar palabras que podrían usarse hablando acerca de lo mismo, lo cual rompe claramente con los estrechos límites sintácticos tan importantes para los adultos. Así es como 20 niños acorda-

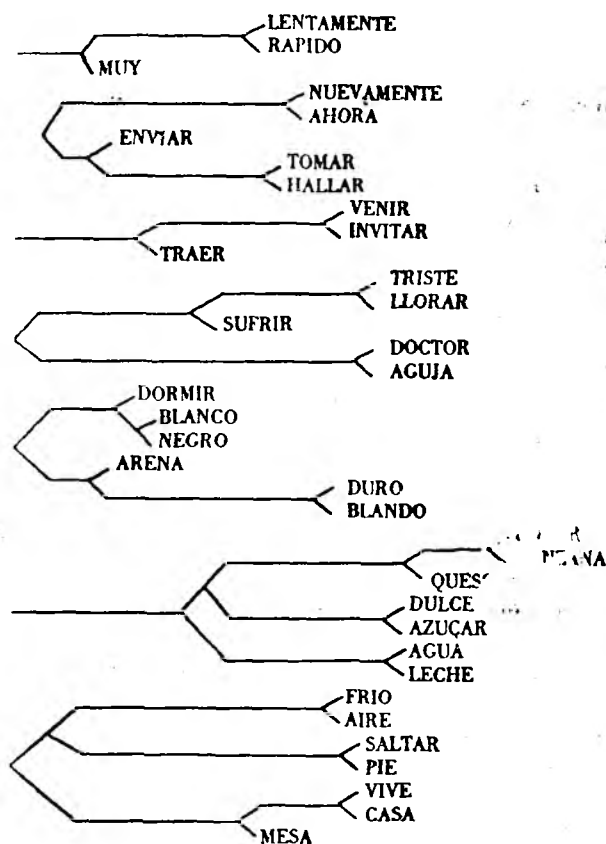


Figura 3. Las mismas 36 palabras de las figuras 1 y 2 clasificadas por niños de tercero y cuarto grado. Se observa la emergencia de unidades cognitivas plenas de sentido, mientras que las categorías sintácticas fueron casi completamente ignoradas.

ron poner el verbo ‘comer’ con el sustantivo ‘manzana’; para muchos de ellos el ‘aire’ es ‘frío’; el ‘pie’ es usado para ‘saltar’; ‘vivir’ es algo que sucede en una ‘casa’; el ‘azúcar’ es ‘dulce’; y el grupo formado por ‘doctor’, ‘aguja’, ‘sufrir’, ‘llorar’ y ‘triste’ es, en sí mismo, una pequeña viñeta”.

Método científico

El método científico descansa sobre dos pilares fundamentales:

(i) Las reglas observadas en el pasado deben aplicarse en el futuro. Se suele llamar a esto el principio de conservación de las reglas con el que,

sin duda alguna, todos ustedes están familiarizados. El otro pilar, en cambio, permanece a la sombra del primero y no es, por tanto, claramente visible:

(ii) Casi todo, en el universo, debe ser irrelevante. Se suele llamar a esto el principio de la causa necesaria y suficiente, y lo que exige se vuelve inmediatamente evidente cuando uno se da cuenta de que "relevancia" es una relación triádica entre un grupo de proposiciones ($P_1, P_2, \dots$) y otro grupo de proposiciones ($Q_1, Q_2, \dots$) en la mente (M) de alguien que desea establecer esta relación. Si P son las causas que van a explicar los efectos percibidos Q , entonces el principio de la causa necesaria y suficiente nos fuerza a reducir nuestra percepción de los efectos más y más hasta que hayamos dado con la causa necesaria y suficiente que produce el efecto deseado: todo el resto del universo debe ser irrelevante.

Es fácil demostrar que hacer descansar nuestras funciones cognitivas sobre estos dos pilares resulta contraproducente para contemplar cualquier proceso cognitivo, ya sea el crecimiento de un individuo, o de una sociedad en transición. De hecho, esto ya era conocido por Aristóteles, que distinguía la "causa eficiente" de la "causa final", que nos surgen de dos marcos explicativos diferentes para la materia inanimada y para los organismos vivientes, radicando la diferencia en que la causa eficiente precede al efecto, mientras que la causa final sucede al efecto. Cuando frotamos un fósforo sobre la superficie preparada de la caja de fósforos, el frotamiento es la causa (eficiente) de que el fósforo se encienda. Sin embargo, la causa de que frotamos el fósforo es nuestro deseo de encenderlo (causa final).

Con esta distinción, tal vez, pueden resultar más claras mis consideraciones introductorias. Es claro que yo tenía *in mente* la causa final cuando dije que si podemos percibir el futuro (encender el fósforo), sabremos cómo actuar ahora (¡frotándolo!). Esto me lleva directamente a hacer una conclusión, a saber:

Nosotros somos libres de actuar, en cualquier momento dado, orientados hacia el futuro que deseamos.

En otras palabras, el futuro será como nosotros deseamos y percibimos que sea. Esto sólo puede sorprender a aquellos que permiten a su pensamiento ser gobernado por el principio que demanda que únicamente las reglas observadas en el pasado se aplicarán en el futuro. Para ellos el concepto de "cambio" resulta inconcebible, porque cambio es el proceso que oblitera las reglas del pasado.

Cualidad/cantidad

Para proteger a la sociedad de las peligrosas consecuencias del cambio ha emergido no solamente toda una rama de la administración, sino

que también el gobierno ha establecido varias oficinas que se ocupan de predecir el futuro aplicando las reglas del pasado. Estos son los futuristas. Su trabajo consiste en confundir cualidad con cantidad, y sus productos son "escenarios futuros" en los que las cualidades son las mismas, y sólo las cantidades cambian: más autos, autopistas más anchas, aviones más rápidos, bombas más grandes, etcétera. Aunque estos "escenarios futuros" son faltos de sentido en un mundo cambiante, se han vuelto un negocio lucrativo para corporaciones que lucran diseñando productos obsoletos.

Con el diagnóstico de nuestra deficiencia para percibir el cambio cualitativo, es decir, el cambio de nuestras relaciones sujeto-objeto y sujeto-sujeto, estamos muy cerca de la raíz de la epidemia que mencioné en mis consideraciones introductorias. Un ejemplo neurofisiológico puede ayudar a comprender la deficiencia actual en nuestro nivel cognitivo.

Diagnosis

Los receptores visuales en la retina, conos y bastones, sólo operan óptimamente en ciertas condiciones de iluminación. Por arriba o por debajo de esas condiciones sufrimos una pérdida de agudeza en la discriminación del color. Sin embargo, en el ojo de los vertebrados la retina casi siempre opera en estas condiciones óptimas, porque el iris se contrae o se dilata de modo tal de admitir la misma cantidad de luz en los receptores en condiciones de luminosidad variable. Así es como la escena "vista" por el nervio óptico tiene siempre la misma iluminación independientemente del hecho de estar bajo un sol radiante o en un habitación en sombras. ¿Cómo es que, entonces, sabemos si estamos en un lugar iluminado o en sombras?

La información acerca de este dato reside en el regulador que compara la actividad del nervio óptico con la medida deseada y produce la contracción del iris cuando la actividad es muy alta, y su dilatación cuando es muy pequeña. Por tanto, la información acerca de la luminosidad no proviene de inspeccionar la escena —que parece ser siempre de luminosidad semejante—, proviene de una inspección del regulador que suprime la percepción del cambio.

Hay sujetos que tiene dificultades en evaluar el estado de su regulador y, por tanto, son débiles para discriminar diferentes niveles de luminosidad. Son llamados "disfóticos". Ellos son lo opuesto de los fotógrafos que podrían ser llamados "fóticos", porque tienen un sentido muy agudo de la discriminación de la luminosidad. Hay sujetos que tiene dificultades en evaluar los reguladores que mantienen su identidad en un mundo cambiante. Yo llamaría a los individuos que sufren de esta enfermedad "disgnósticos", porque no tienen modo alguno de conocerse a sí mismos.

Dado que esta enfermedad ha asumido dimensiones extraordinarias ha sido reconocida, en verdad, en el máximo nivel nacional.

Como ustedes sabrán, ha sido observado que la mayor parte del pueblo estadounidense no puede hablar. Esto se interpreta diciendo que son "silenciosos"; yo diría que son mudos. Sin embargo, como ustedes saben muy bien, no hay nada que funcione mal en el tracto vocal de los mudos: la causa de su mutismo es la sordera. De allí que, la así llamada "mayoría silenciosa" es de facto una "mayoría sorda".

Sin embargo, lo más perturbador de esta observación es que no hay tampoco nada que funcione mal en su sistema auditivo; ellos podrían escuchar si quisieran: pero no quieren. Su sordera es voluntaria, y en otros lo es su ceguera.

Llegados a este punto estas ultrajantes afirmaciones requerirían alguna demostración. La revista *Time* [7] me la provee en su estudio sobre los estadounidenses medios.

Hay una mujer, esposa de un abogado de Glencoe, Illinois, preocupada acerca de los Estados Unidos en los que sus cuatro hijos están creciendo: "Quiero que mis hijos vivan y crezcan en los Estados Unidos que yo conocí" (Observen el principio de conservación de las reglas por el cual el futuro iguala al pasado), "cuando nos sentíamos orgullosos de ser ciudadanos de este país. Yo me siento asqueada y cansada de escuchar todo ese sinsentido acerca de lo horrible que son los Estados Unidos". (Observen la sordera voluntaria.)

Otro ejemplo es el de un bibliotecario de un diario en Pittsfield, Massachusetts, enojado con la inquietud estudiantil: "Cada vez que veo a esos que protestan, digo: 'Miren a esos rastreros' ". (Observen la reducción de la agudeza visual.) "Pero entonces mi hijo de 12 años dice: 'No son unos rastreros. Tienen perfecto derecho a hacer lo que quieren' ". (Observen la facultad perceptual no borrada por la adultez en el joven.)

La tragedia de estos ejemplos es que las víctimas de "disgnosis" no sólo no saben que no ven, oyen o sienten, sino que tampoco lo desean.

¿Cómo podemos rectificar esta situación?

Trivialización

He mencionado hasta ahora varios ejemplos de alteraciones perceptuales que bloquean nuestra visión del futuro. Estos síntomas constituyen colectivamente el síndrome de nuestra enfermedad epidémica. Sería una señal de mala medicina la ejercida por un médico que aliviara al paciente de estos síntomas uno por uno, porque la eliminación de uno podría traer

aparejado el agravamiento de otro. ¿Hay un único denominador común que identifique la raíz de todo el síndrome?

Permítanme, para encontrarlo, introducir dos conceptos, los de máquina "trivial" y "no-trivial". El término "máquina" se refiere, en este contexto, a propiedades funcionales bien definidas de una entidad abstracta más que a un montaje de engranajes, botones y palancas, aunque tales montajes pueden representar encarnaciones de esas entidades funcionales abstractas.

Una máquina trivial se caracteriza por una relación uno a uno entre su "entrada" (estímulo, causa) y su "salida" (respuesta, efecto). "La máquina" es esta relación invariable. Dado que esta relación está determinada de una vez para siempre, éste es un sistema determinista; y dado que una salida observada una vez para una entrada dada será la misma para la misma entrada cada vez que suceda ulteriormente, éste es también un sistema predecible.

Las máquinas no-triviales, en cambio, son criaturas muy diferentes. Su relación entrada-salida no es invariable, sino que está determinada por las salidas previas de la máquina. Dicho de otro modo, sus pasos previos determinan sus reacciones presentes. Si bien estas máquinas son también sistemas deterministas, son prácticamente impredecibles: una salida observada una vez para una entrada dada no será muy probablemente la misma para la misma entrada ulteriormente.

Para poder asir la profunda diferencia entre estos dos tipos de máquinas puede resultar útil visualizar los "estados internos" de estas máquinas. Mientras que en la máquina trivial sólo un estado interno participa siempre en su operación interna, en la máquina no-trivial el desvío de un estado interno a otro es lo que la torna tan elusiva.

Se podría interpretar esta distinción como la versión del siglo XX de la distinción de Aristóteles entre marcos explicativos para la materia inanimada y para organismos vivientes.

Todas las máquinas que construimos y compramos son, supuestamente, máquinas triviales. Una tostadora debe tostar, un lavarropas debe lavar, un automóvil debe responder predeciblemente a las operaciones de su conductor. De hecho, todos nuestros esfuerzos van en la dirección de crear máquinas triviales y, si encontramos máquinas no-triviales, de transformarlas en máquinas triviales. El descubrimiento de la agricultura es el descubrimiento de que algunos aspectos de la naturaleza pueden ser trivializados: si yo cultivo hoy, voy a tener pan mañana.

Concedamos que en algunos casos podemos no alcanzar completamente el éxito en producir máquinas idealmente triviales. Por ejemplo, una mañana encendiendo el motor, la bestia no se pone en marcha. Aparentemente cambió su estado interno, opaco para nosotros, como consecuencia

de salidas (outputs) previas (puede haber gastado su provisión de gasolina) revelando, por un momento, su verdadera naturaleza de máquina no-trivial. Pero esto es, por supuesto, ultrajante y esta situación debe ser remediada inmediatamente.

Si bien nuestra pre-ocupación por la trivialización de nuestro ambiente puede ser en algún dominio útil y constructiva es, en otros dominios, inútil y destructiva. La trivialización es una panacea peligrosa cuando el hombre la aplica a sí mismo.

Consideremos, por ejemplo, el modo en que está organizado nuestro sistema educativo. El estudiante entra en la escuela como una impredecible "máquina no-trivial". No sabemos qué respuesta dará a una pregunta. Pero si él llega a triunfar en el sistema las respuestas que dé a nuestras preguntas habrán de ser conocidas. Son las respuestas "correctas":

P: "¿Cuándo nació Napoleón?"

R: "1769"

¡Correcto!

Estudiante → Estudiante

pero

P: "¿Cuándo nació Napoleón?"

R: "Siete años antes de la Declaración de la Independencia"

¡Incorrecto!

Estudiante → No-estudiante.

Los exámenes son artefactos para establecer una medida de la trivialización. Un puntaje perfecto en un examen indica una trivialización perfecta: el estudiante es completamente predecible y puede entonces ser admitido en sociedad. No va a causar sorpresas ni tipo alguno de problemas.

Futuro

Llamaré "pregunta ilegítima" a una pregunta para la cual la respuesta es conocida. ¿No sería fascinante contemplar un sistema educativo que les pidiera a sus estudiantes contestar "preguntas legítimas" para las cuales las respuestas no son conocidas? [8] ¿No sería aun más fascinante concebir una sociedad que estableciera tal sistema educativo? La condición necesaria para tal utopía es que sus miembros se perciban unos a otros como seres autónomos, no-triviales. Yo predigo que tal sociedad haría algunos de los descubrimientos más sorprendentes. Sólo para dejarlo asentado, mencionaré los tres siguientes:

1. "La educación no es un derecho ni un privilegio: es una necesidad."

2. "Educación es aprender a preguntar preguntas legítimas".

Una sociedad que haya hecho estos dos descubrimientos será capaz, por última instancia, de hacer el tercero y más utópico:

3. "A está mejor cuando B está mejor".

En el punto donde estamos hoy en día, cualquiera que sostenga seriamente tan sólo una de esas tres afirmaciones, está condenado a meterse en problemas. Tal vez ustedes recuerden la historia que Ivan Karamazov inventa para embrollar intelectualmente a su hermano menor Alyosha. Es la historia del Gran Inquisidor. El va caminando una hermosa tarde por su ciudad, creo que es Salamanca; él está de buen ánimo. Esa mañana él ha quemado en la hoguera a alrededor de ciento veinte heréticos, hizo un buen trabajo, todo está muy bien. Súbitamente, hay un montón de gente frente a él, él se acerca para ver qué pasa y ve a un desconocido poniendo su mano sobre una persona renga y el rengo puede entonces caminar. Luego una niña ciega es traída frente al desconocido que pone sus manos sobre los ojos de la niña y ella puede entonces ver. El Gran Inquisidor se da cuenta inmediatamente quién es El, y les dice a sus secuaces: "Arresten a ese hombre". Ellos se apresuran a arrestar a Ese hombre y a encarcelarlo. A la noche el Gran Inquisidor visita al desconocido en su celda y le dice: "Mira, yo sé quién eres Tú, perturbador. Nos ha tomado mil quinientos años arreglar los problemas que tú has sembrado. Tú sabes muy bien que la gente no puede tomar decisiones por sí misma. Tú sabes muy bien que la gente no puede ser libre. *Nosotros* tenemos que tomar las decisiones por ellos. *Nosotros* tenemos que decirles quiénes deben ser. Tú sabes eso muy bien. Por tanto, mañana voy a quemarte en la hoguera". El desconocido se para, abraza al Gran Inquisidor y lo besa. El Gran Inquisidor se retira pero, al salir de la celda, no cierra la puerta, y el desconocido desaparece en la oscuridad de la noche.

Recordemos esta historia cuando encontremos a esos perturbadores, y dejemos la puerta abierta para ellos. Debemos reconocerlos mediante un acto creativo:

"Que haya visión: e hízose la luz".

Referencias bibliográficas

- [1] H. Brün: "Technology and the composer", en H. von Foerster (comp.), *Interpersonal Relational Networks*, Cuernavaca, Centro Intercultural de Documentación, págs. 1-10 (1971).
- [2] H. Maturana: "Biology of cognition", BCL Report N° 9.0, Biological Laboratory, Department of Electrical Engineering, University of Illinois, Urbana (1970).
- [3] H. Maturana: "Neurophysiology of cognition", en P. Garvin (comp.), *Cognition: A Multiple View*, Nueva York, Spartan Books, págs. 3-23 (1971).
- [4] H. von Foerster: "What is memory that it may have hindsight and foresight as well?", en S. Bogoch (comp.), *The Future of the Brain Sciences*, Nueva York, Plenum Press, págs. 19-64 (1969).
- [5] H. von Foerster: "Thoughts and notes on cognition", en P. Garvin, (comp.): *Cognition: A Multiple View*, Nueva York, Spartan Books, págs. 25-48 (1971). Incluido parcialmente en este volumen ("Pensamientos sobre el conocimiento").
- [6] G. A. Miller: "Psycholinguistic approaches to the study of communication", en D. L. Arm (comp.), *Journeys in Science*, Albuquerque, University of New Mexico Press, págs. 22-73 (1967).
- [7] *Time Magazine*: "The middle Americans", 5 de enero (1970).
- [8] H. Brün: Comunicación personal.

¿Y nosotros, adónde vamos desde aquí?*

Me siento más que agradecido a los organizadores de este simposio por haber incluido entre los temas a discutir, relacionados con la filosofía de la tecnología, suficiente ambigüedad como para estimular más que acallar la imaginación de los participantes. Sin embargo, hay algo que resulta claro. Al plantear la pregunta: "¿Y nosotros, adónde vamos desde aquí?" los organizadores nos están pidiendo que pulamos nuestras bolas de cristal y que contemos todo lo que vemos por delante. Entre dos interpretaciones posibles de nuestro tema, ya sea como "la futura filosofía de la tecnología", o como "la filosofía de la tecnología futura", he elegido discutir la segunda. Dependiendo de dónde pongamos el acento (1, 2, 3, 4) en la pregunta "¿Y nosotros³, adónde¹ vamos² desde aquí⁴?", se crean cuatro diferentes contextos, que requieren diferentes respuestas.

¿Adónde?

Este es un pedido para señalar una dirección. Si lo tomamos como una metáfora espacial, las tres coordenadas espaciales nos dan tres opciones diferentes. Si la primera, arriba o abajo, es interpretada teológica o económicamente, la respuesta es, claramente, "arriba". Sin embargo, nosotros no somos libres para elegir con total independencia las direcciones a que estas dos interpretaciones aluden, porque ellas están interrelacionadas de acuerdo con un teorema que nos ha acompañado casi dos mil años: "Es más fácil hacer pasar un camello por el ojo de una aguja, que lo que es para un hombre rico entrar en el reino de Dios" [1]. Así es que, si deseamos ir para arriba económicamente, debemos ir para abajo teológicamente, y viceversa. Encontramos un conflicto semejante cuando conside-

* Este artículo fue presentado originalmente en un simposio realizado del 14 al 16 de mayo de 1978, y fue publicado en G. Bugliarello y D. Doner (comps.), *History and Philosophy of Technology*, University of Illinois Press, Urbana, págs. 358-370 (1979).

ramos otra opción disponible, a saber, izquierda o derecha. Por supuesto, no podemos ir para la izquierda, porque a nadie le gusta ser considerado comunista; ni podemos ir a la derecha, porque en ese caso abrazaríamos una actitud conservadora, lo que no nos permitiría ir a ningún lado. ¡Ay de nosotros!, no estamos nada mejor al considerar nuestra última opción, adelante o atrás, porque "adelante" significa "progreso", y "progreso" implica más industrialización, más polución, y más deshumanización. Sabemos que no podemos tolerar más ninguna de esas cosas. Y para todos aquellos que desearan seguir el llamado de Rousseau de un *retour à la nature*, y quisieran ir para atrás, resulta que no hay ninguna naturaleza a la cual retornar. ¿Estas son las disyuntivas del "Adónde"?

Vamos

Los sociólogos que están estudiando la situación actual nos aseguran que son capaces de identificar ciertas tendencias en los cambios actuales de pautas socioculturales; nos aseguran que realmente "vamos" a alguna parte. Sin embargo, dada la falta de adecuados modelos conceptuales con, al menos, algún poder predictivo con respecto a "pautas", "tendencias", "cambios", etcétera, los sociólogos han recogido de otras disciplinas, especialmente de las ciencias naturales, algunos modelos cuyos poderes predictivos descansan en los principios de *constancia* y de *permanencia* (por ejemplo: inercia, conservación de la energía, conservación del momento, etcétera), y que están entonces, irónicamente, en situación diametralmente opuesta al propósito para el cual son ahora usados, a saber, para predecir el *cambio*. Consecuentemente, con ayuda de estos modelos el futuro se presenta en términos de un pasado con tan sólo algunas variaciones cuantitativas de cualidades por otra parte inalteradas: autos *más rápidos*, autopistas *más amplias*, *más gente*, y bombas *más grandes*. Sin embargo, la "futurología" se ha vuelto un negocio lucrativo para empresarios que venden "escenarios futuros" a corporaciones que sacan provecho diseñando para la obsolescencia.

Aun más sorprendente, en este contexto, resulta la incommovible creencia de demógrafos [2] y otros [3] en el crecimiento exponencial de la población humana, es decir, en la invariancia del crecimiento relativo; ya que esta hipótesis ni siquiera funciona para el pasado! Con una población mundial de $N = 3,78 \times 10^9$ almas y un tiempo duplicado de treinta y cinco años en 1972 [4], podemos concluir fácilmente, suponiendo que este tiempo duplicado sea constante, que Adán y Eva ($N = 2$) fueron creados exactamente hace 1080 años, es decir, en el año 893 d.C.

Espero que resulte claro que no quiero identificarme con esta falta

de sentido, y lo haré incluso más claro parafraseando la pregunta original "¿Adónde vamos?" leyendo en su lugar "¿Adónde debemos ir?" Es decir, transformemos la pregunta "¿Adónde estamos siendo empujados?" en "¿Adónde deseamos estar?"

Nosotros

Las preguntas que contienen el plural "nosotros" del pronombre personal "yo", se hacen sospechosas de ser solamente retóricas. Cuando una madre le pregunta a su hijo: "¿Deberíamos ir al baño?", ella quiere decir, por supuesto, que se supone que solamente el niño va a ir al baño. Yo quisiera eliminar esta sospecha tomando seriamente al "nosotros" de la pregunta original de los organizadores. Cuando digo "nosotros" no me refiero a algún otro; me refiero precisamente a nosotros, tanto a ustedes como a mí mismo.

Aquí

Aun si creyéramos que los asuntos humanos están controlados por un grupo de ecuaciones diferenciales parciales y, más aun, aunque asumamos que conocemos a ese grupo de ecuaciones, no podríamos decir nada acerca del futuro, a menos que también conociéramos las condiciones iniciales. Consecuentemente, si deseamos contestar la pregunta "¿Y nosotros, adónde debemos ir desde aquí?", tenemos que conocer el "aquí"; tenemos que percibir dónde estamos hoy. Antes de considerar este punto, debo definir algunos términos y algunos conceptos que podrían facilitar esa percepción.

Criterios

Las raíces de la psiquiatría moderna son realmente muy jóvenes. Fue apenas un poco más de cien años atrás que Kahlbaum [5] percibió por primera vez las enfermedades mentales como problemas funcionales e intentó la monumental tarea de ayudar al diagnóstico clasificando criterios estables de contingencias funcionales a partir de una mezcla sorprendente de síntomas fluctuantes. Esto terminó con una era de sintomatología superficial que no había provisto de clave alguna a la terapia, y abrió el camino para un diagnóstico que permitió, ulteriormente, interpretaciones neurológicas de las disfunciones identificadas. Basándose en esta escuela de pensamiento, Kraepelin [6] fue el primero en usar la noción de "sensorio", en tanto totalidad de las facultades de percepción, orientación, me-

memoria, etcétera, diferenciadas de aquellas otras tales como razonamiento, *juicio*, afectividad, etcétera. El concepto de sensorio, ya sea claro o *confuso*, junto a otras circunstancias del mismo tipo, permite una poderosa *discriminación* diagnóstica y, a partir de allí, provee de un importante *instrumento* conceptual para determinar la etiología y, en última instancia, la *terapia* del trastorno. De acuerdo con nuestros eminentes colegas L.J. Meduna y W. S. McCulloch [7], fue Breuler [8], sin embargo, quien estableció por primera vez, en 1911, los criterios para diagnosticar *esquizofrenia*. Son conocidos como los "Tres criterios de Breuler" y consisten en *observar* la ausencia de un disturbio en presencia de otros dos. Meduna y McCulloch agregaron a éstos un cuarto criterio para distinguir a la *esquizofrenia* de otros trastornos con otras etiologías y *terapias* apropiadas. Presentaré un resumen muy breve de estos cuatro criterios:

1. Ruptura de la integración cognitiva

Los pacientes desarrollan cadenas de pensamiento monotemático dentro de un marco altamente compartimentalizado de temas con una pérdida creciente de la habilidad para conectar estos temas mediante *ligámenes* contextuales. Junto a este estrechamiento de la apertura cognitiva hay un empobrecimiento de la estructura relacional semántica que lleva al bien conocido "patrón de lenguaje esquizofrénico" (frecuencias excesivamente altas de palabras usualmente raras y frecuencias excesivamente bajas de palabras usualmente frecuentes) [9] sumado a una dramática contracción de una estructura selectiva por otra parte rica que puede llevar (por ejemplo, en el suicida) a estados en los que sólo hay dos alternativas (por ejemplo: "O consigo un cigarro brasileño o salto por la ventana").

2. Pérdida de afectividad

Se pierde la identidad Yo-Tú. A pesar de su anterior apego a padres, amantes, niños o amigos, estos pacientes no solamente pierden todo afecto e interés por otros seres humanos, sino que en estadios progresivos de su *pudecimiento* llegan a ver a los otros como amenazas de la cuales ellos buscan refugio sin éxito, en una soledad atormentada por amenazantes imágenes y alucinaciones.

3. Sensorio lúcido

En estos pacientes no hay falta de claridad perceptual, ni pierden su sentido de orientación, ni su agudeza de discriminación visual o auditiva, etcétera. Este sensorio no perturbado junto al primer criterio de estrechamiento del interés llevaron a Warren McCulloch a observar: "Si usted

quiere deducciones infalibles, déle el problema a un esquizofrénico, pero revise sus premisas”.

4. Confusión del símbolo con el objeto

Si bien en algunos rituales el símbolo de un objeto puede ser tomado por el objeto mismo (ju-ju), en el esquizofrénico esto es un paradigma lógico consistente. Un paciente de diez años, a quien se le preguntó por el producto de 5×5 , respondió:

“Tiene una cocina, un salón, dos dormitorios, y está pintado de blanco”. La lógica resulta clara si se sabe que él vive en el número 25 de Main Street.

Así concluye mi comprimido resumen de los cuatro criterios para el diagnóstico de un disturbio profundo, la esquizofrenia. Espero que las injusticias que he cometido con respecto a algunas sutilezas en algunos puntos pueda ser compensada con un estudio más extensivo de la literatura técnica. Ahora debo justificar la longitud de mi presentación sobre un tema que parecería estar completamente fuera de relación con la tarea que nos ocupa, a saber, discutir la filosofía de la futura tecnología. Sin embargo, como lo señalé anteriormente, si deseamos conocer adónde ir, debemos conocer dónde estamos. Esta excursión clínica nos muestra dónde estamos. Estamos, con nuestra tecnología, en un estado de esquizofrenia.

Voy a tratar ahora de demostrar esta ultrajante proposición aplicando los tres criterios de Breuler y el cuarto de Meduna-McCulloch al estado presente de nuestros asuntos tecnológicos.

Esquizofrenia

1. Ruptura de la integración cognitiva

Las respuestas de nuestras instituciones de educación avanzada a la necesidad intensamente sentida de mayor cooperación interdisciplinaria y al deseo creciente de los estudiantes actuales por currícula no orientados departamentalmente, es una compartimentalización y unas presiones hacia la especialización aun mayores. La última tendencia nacional —con algunas valiosas excepciones— es una reducción de la movilidad estudiantil interdepartamental (créditos acumulados en un departamento o escuela no son tenidos en cuenta en otro departamento o escuela), y la altura de las paredes que rodean a cada departamento se ve continuamente aumentada, en vez de verse disminuida. La popular excusa de que la educación masiva es inconmensurable con la aceptación de intenciones individuales es, por supuesto, ridícula en la época de los gigantescos procesadores de datos y

es, en sí misma, un síntoma del desorden del que estoy hablando, porque los miembros de los departamentos de educación conocen poco acerca de las potencialidades de esas máquinas, y los miembros de los departamentos de ciencias de la computación conocen poco acerca de los procesos cognitivos de adquisición de conocimiento.

Si miramos más allá de la escena educativa, el proceso de desintegración cognitiva se torna aun más dramático y asume proporciones globales. Todo el mundo sabe que las reservas mundiales, V , de petróleo crudo, descubiertas y descubribles, durarán al ritmo actual de consumo, dV/dt , no más de cuarenta y tres años, pero considerando el ritmo actual de cambio del ritmo de consumo, d^2V/dt^2 , durarán menos de veintitrés años [10]. Esto significa que en una generación casi toda la micro y la macroestructura de nuestro metabolismo sociocultural se desplomará abruptamente. Si no tomamos hoy medidas apropiadas para una transición viable hacia una era de nuevos metabolitos, la humanidad se colocará *vis à vis de rien*. ¿Cuáles son las medidas tomadas hoy en día? Sacrificamos la ecología de Alaska para siempre conduciendo petróleo desde la inclinación Norte hasta el puerto de aguas profundas de Valdez, para ser embarcado a Japón para el consumo japonés (es buen negocio); nos rendimos ante las intenciones de los sheiks árabes (es buen negocio); desde Detroit nos revelan que están por construir autos más grandes y costosos (es buen negocio).

Juntamente con el rechazo o la incapacidad para establecer conexiones contextuales entre percepciones a través de diferentes modalidades sensoriales sociales o "canales de información", el patrón lingüístico de los voceros oficiales se vuelve progresivamente más esquizofrénico. Lo que sigue es un diccionario abreviado de enfermedades lingüísticas emergentes, del "Oficialés", con traducciones al español entre paréntesis [11]: comunista (alguien con quien uno no está de acuerdo); fascismo (obstáculo); negación de alimentos (envenenamiento de hombres, bestias y plantas); no estoy seguro si yo estaba o no, yo podría haber estado (yo estaba); incursión (invasión); afirmación inoperante (mentira); liberación (completa destrucción); pacificación (completa destrucción); reacción de protección (agresión); sistema de defecto-cero (perfección).

Por último, la estructura electiva respecto de temas de percepción pública, está sufriendo en el presente una dramática contracción, tan completa que polariza alternativas que no son mutuamente excluyentes pero que son, sin embargo, vistas como si fueran casos excluyentes de o esto o aquello: "crecimiento económico o estancamiento cultural"; "polución o desempleo"; etcétera. No se toma conciencia de que podemos tener, en estos pares de alternativas, ambas, ninguna o —más allá de ellas— una multitud de otras alternativas.

2. Pérdida de afectividad

La ciencia y la tecnología comparten su complementariedad con la religión y con la magia. La religión es, por así decir, magia teórica, y la magia es religión aplicada. Así es que cuando los dogmas se extienden más allá de límites sostenibles, la magia comienza a fallar y, del mismo modo, cuando la ciencia se ve en dificultades, estas dificultades se verán reflejadas en correspondientes disfunciones tecnológicas.

Si mi analogía fuera a ser rechazada por la creencia popular en una distinción fundamental entre las estructuras conceptuales de la religión y de la ciencia, permítanme recordarles la progresiva "esoterización" de algunas proposiciones científicas. Consideremos por un momento tres paráfrasis, separadas unas de otras por aproximadamente medio siglo, de las que tal vez sea la ley más profunda de las ciencias físicas, la segunda ley de la termodinámica. He aquí la primera formulación de Clausius (1828-88): "Es imposible que, al final de un ciclo de cambios, el calor haya sido transferido de un cuerpo más frío a uno más caliente sin convertir, al mismo tiempo, una cierta cantidad de trabajo en calor". Es claro que, en este caso, está hablando un ingeniero, dándonos límites para la conversión del calor en trabajo. ¿Cómo fue enunciada la misma ley alrededor de cincuenta años más tarde por Boltzman (1844-1906)? "En un sistema adiabáticamente cerrado, la entropía nunca puede disminuir." Para el no iniciado que no esté completamente familiarizado con el concepto de entropía, parecería desprenderse de esta versión que una envoltura adiabática está probablemente hecha de algún tipo de plástico impermeable a la entropía, de modo tal que, una vez atrapada, no puede escapar. Sin embargo, esta proposición no dice específicamente que la entropía en esa bolsa cerrada no pueda aumentar. De ahí que esa cosa plástica debe ser semipermeable, permitiendo a la entropía entrar desde afuera, pero impidiéndole salir una vez que está adentro. Sin embargo, cuando nos enteramos de que "a-dia-bática" significa "no-yendo-a través" en ninguna dirección, para ninguna cosa, y que a pesar de esto, la entropía puede aumentar en ese sistema cerrado, la "entropía" adquiere un *status* verdaderamente mágico, tal es nuestra predilección por la permanencia, la invariancia y la constancia. Consideremos ahora el enunciado de Planck (1858-1947) treinta años más tarde: "Una máquina de movimiento perpetuo (MMP) de segundo tipo resulta imposible". No nos preocupemos acerca de si una MMP de primero o de segundo tipo resulta imposible. Ocupémonos de una MMP de cualquier tipo. ¿Es la proposición "Una MMP (de n tipo) es imposible", una proposición científicamente legítima? Ciertamente no lo es, porque tendríamos que esperar eternamente para refutarla [12]. No es el *tipo* de MMP, sino el *concepto* de MMP lo que resulta imposible, en el sentido de que

es científicamente inaceptable. Resulta significativo que a pesar de esta deficiencia el concepto sea totalmente aceptado por la comunidad científica.

No son estas curiosidades semánticas las que me indujeron a sugerir que la ciencia se ve en dificultades, ni tampoco la decreciente estima pública de los científicos, ni la falta de fondos para la investigación básica. Lo que me induce a decir que la ciencia se ve en dificultades es que los mismos científicos han comenzado a sentir que hay algo fundamentalmente equivocado en la ciencia.

Desafortunadamente, estas dudas y reflexiones raramente llegan a la superficie, porque los científicos han sido condicionados a creer que ellos pueden hablar competentemente *sólo* en los términos de la especialidad en la cual se sabe que ellos son competentes, pero *no* acerca de lo que ellos están haciendo, o acerca de qué se trata todo eso. Si, por el contrario, un científico habla en verdad acerca de cómo se supone que su actividad encaja en un contexto cultural, social, humano más general, se vuelve inmediatamente sospechoso de estar trasgrediendo su competencia. El podría tener una opinión. Y ustedes saben que una opinión es una cosa de lo más peligrosa: ¡podría llegar a ser un pensamiento original!

En algunos casos las opiniones son toleradas con una condescendencia benigna. Cuando grandes científicos con premios Nobel asociados a sus apellidos llegan a sus setenta años y reflexionan acerca de sus pensamientos, su motivación, sus actividades, la gente dice: "Bueno, bueno, él ha tenido su fase productiva, ¿qué otra cosa podría hacer ahora?"

Sin embargo, la presión de un *discomfort* creciente y del sentimiento de que "hay algo que anda mal en la ciencia", empujan más y más a los científicos a airear sus dudas y reservas acerca del "método científico". Me he hecho un pasatiempo últimamente observando el sostenido aumento en el número de artículos acerca de la ciencia que aparecen en dos importantes publicaciones científicas, *Nature* y *Science*. Mientras que al final de los cuarenta y principio de los cincuenta había un lento pero constante goteo de aproximadamente un artículo cada tres años, esto cambió súbitamente al final de los cincuenta a dos artículos por año y al comienzo de los setenta a ocho por año, con un tiempo aparente de duplicación de tres años al presente. Si bien los títulos de estos artículos —por ejemplo: "La crisis científica", "Ciencia y valores", "El significado de la ciencia"— dan algunas claves acerca de sus intereses principales, uno tiene que leer estos artículos para ver en qué contexto es percibida la actividad científica. Citaré un ejemplo de un físico eminente y ser humano infinitamente sensible (la bastardilla es mía): "La ciencia se basa en . . . (un) deseo de mejorar las precarias condiciones de la existencia humana en un mundo *hostil*, en un ambiente natural *hostil*, y en sociedades *hostiles*". [13]

Los pigmeos en las selvas tropicales del Congo [14] o los bosquimanos del desierto de Kalahari [15] no entenderían de qué está hablando este hombre blanco. Percibir el mundo a su alrededor como "hostil" tendría tanto sentido para ellos como pensar acerca de sus ojos, o sus brazos, o sus piernas como hostiles. El mundo de su ambiente natural es hermoso y abundante, con comida creciendo de los árboles o caminando en dos, cuatro o seis piernas, verdaderamente una *tierra generosa*. Este es, de hecho, el nombre de un poblado mexicano que "descubrí", como uno descubre una orquídea, en la opulenta vegetación de los bosques de la costa del Pacífico. Si esta gente conociera el término *paranoia*, le habrían llamado a la perspectiva citada anteriormente "la paranoia del hombre blanco".

La interpretación de nuestras relaciones con los otros o con nuestros alrededores en un marco de hostilidad más que en uno de afectividad, así como la prohibición de hablar acerca de uno mismo tienen algunas raíces profundas. Están enraizadas en la creencia fundamental de que un prerrequisito para el discurso científico consiste en obedecer a este mandamiento: "Las propiedades del observador no deben entrar en la descripción de sus observaciones". Este prerrequisito es generalmente visto como la condición determinante para que una afirmación sea considerada científica, para la "objetividad".

Esta actitud se manifiesta claramente en un estilo de escritura científica en el cual el autor dice: "*Puede fácilmente demostrarse*" o "*se observa*", más que "*yo podría fácilmente demostrar*" o "*usted podría observar, si le interesa*". Resulta también evidente en el gran esquema de la ciencia natural que elimina todos los sujetos de sus modelos del mundo para crear un "universo sin sujeto".

Usualmente se piensa que la objetividad surge cuando dos observadores se ponen de acuerdo, pero yo afirmo que cuando dos observadores acuerdan, ellos tan sólo han descubierto que tienen ciertas propiedades en común y, viceversa, cuando no están de acuerdo, ellos han tan sólo aprendido que tienen ciertas propiedades que no les son comunes. Estoy seguro de que ustedes acordarán conmigo que es sintáctica y semánticamente correcto decir que afirmaciones subjetivas son hechas por sujetos. Por tanto, podríamos decir también que afirmaciones objetivas son hechas por objetos. Pero lamentablemente los objetos no hacen ningún tipo de afirmaciones.

Yo afirmo que el problema de la ciencia es la ilusión de ser capaz de hacer afirmaciones objetivas, es decir, afirmaciones independientes del observador. Esta ilusión nos fuerza no solamente a perder de vista al semejante, sino también a eliminarlo si algo de él se vuelve visible a pesar del oscurecimiento al que es sometido por nuestra mancha ciega cognitiva.

¿Cómo se proyecta esta falta de afectividad en la ciencia hacia la

tecnología actual? Daré solamente un ejemplo, cuya estructura, sin embargo, les permitirá generar muchos más a voluntad. Nosotros, los estadounidenses, nos enorgullecemos —y pienso que con justicia— de ser el pueblo con el mejor saber-hacer del mundo. ¿Por qué somos, al mismo tiempo, el pueblo que produce los más monstruosos, poco prácticos, ineficaces y más deshumanizados automóviles? Esto es así porque la meta de nuestros grandes fabricantes de automóviles no es fabricar coches, sino que es fabricar plantas que fabriquen autos. Cada año se producen plantas, en general muy eficiente y prácticamente, para producir los modelos a ser vendidos al año siguiente. Es decir que la atención en el producto que va a ser usado por gente se desvía hacia la planta que va a producir el producto, y durante este proceso los usuarios del producto son olvidados.

Yo podría ser acusado de prematura ingenuidad por sugerir que la meta de la industria automotriz es hacer plantas, siendo que *la* meta es, por supuesto, “hacer” dinero. Sin embargo, esta enfermedad mental es llamada “cleptomanía”, y yo me estoy refiriendo a la esquizofrenia.

3. Sensorio lúcido

No creo que tenga que detenerme en el último de los tres criterios de Breuler, que postula la ausencia de una alteración, un sensorio confuso, en presencia de las dos alteraciones antes citadas. Creo que resulta obvio para todo el que quiera verlo que nuestra tecnología recorre sin pausa y con total precisión su camino de desintegración cognitiva y de creciente desinterés por los valores humanos. Permítanme, en su lugar, mencionar al último de nuestros cuatro criterios, el de Meduna-McCulloch.

4. Confusión del símbolo con el objeto

Símbolos e instrumentos tienen en común que cada uno de ellos posee un propósito que es diferente a sí mismo. Los símbolos denotan objetos y connotan conceptos [16]; los instrumentos están designados para cumplir una función particular con respecto a un fin. Cuando se desvía la atención del automóvil a la planta de producción de automóviles, hay una confusión de medios con fines, y cuando el símbolo (por ejemplo, de “status”) reemplaza a la función (por ejemplo, locomoción segura), un estudiante de enfermedades mentales se sentirá alertado y buscará los otros criterios.

Con esto he concluido mi *tour de force* por una psicopatología del estado de nuestra tecnología actual o, en términos de la pregunta inicial, del “aquí”. Ya que arriba o abajo, izquierda o derecha, adelante o atrás, nos son negados, ¿adónde debiéramos realmente ir?

No teniendo adónde ir hacia afuera, propongo intentar por un rato volvernos hacia adentro. En lugar de usar una demostración como paradig-

ma para explicar mi crípica propuesta, voy a usar una metáfora. Tiene más de 2.400 años, y es relatada por el maestro del Tao, Chuang Tse [17].

El constructor de instrumentos

Ching, el maestro de los constructores de instrumentos, hizo un arpa. Cuando hubo terminado su trabajo, era de una perfección tal que todos los que lo vieron y lo oyeron estaban convencidos de que él debía haber tenido ayudantes que no eran de esta tierra. El príncipe de Lu le preguntó al maestro: "¿Cuál es el secreto de tu arte?"

"Yo soy tan sólo un artesano", dijo Ching. "¿Qué secretos podría haber en ello? Y sin embargo, hay algo. Cuando decidí construir el arpa, comencé a juntar, por así decir, las fibras de mi fuerza, la calma de mi mente. Después de tres días me había olvidado del dinero; después de tres semanas me había olvidado de la fama que me traería. Mis extremidades, todo mi cuerpo se desvaneció lentamente de mis pensamientos, así como usted, mi príncipe, y su corte que me había hecho el encargo."

"Cuando sentí que mi arte y yo nos habíamos vuelto uno y lo mismo, me fui a los bosques. Si no hubiera encontrado el árbol con la forma apropiada, mi empresa hubiera sido en vano. Pero entonces vi el árbol cuya forma celestial correspondía a mis pensamientos celestiales, y supe que mi trabajo podría tener éxito; así fue que lo llevé conmigo."

"Se podría decir que la recolección de mi fuerza, el abandono de mí mismo y del mundo, fueron los 'ayudantes que no eran de esta Tierra' en mi camino hacia adentro de mí mismo donde encontré la verdadera visión de mi meta."

Referencias bibliográficas

[1] San Mateo: 19:24.

[2] P. H. Hauser: "Implications of Population Trends for the Military", en *Science in the Sixties*, D. L. Arm (comp.), Albuquerque, University of New Mexico Press, págs. 42-57 (1965).

[3] D. H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers y W. W. Behrens III: *The Limits to Growth*, Washington D. C., Potomac Associates (1973).

[4] 1972 *World Population Data Sheet*, Washington D. C., Population Reference Bureau (1973).

[5] K. Kahlbaum: *Die Gruppierung der Psychischen Krankheiten und die Einteilung der Seelenstörung*, Danzig (1863).

- [6] E. Kraepelin: *Psychiatrie*, Leipzig, Abel, 2ª ed. (1887).
- [7] L.J. Meduna y W.S. McCulloch: "The Modern Concept of Schizophrenia", en *The Medical Clinics of North America*, Chicago Number, Filadelfia, W.B. Saunders, págs. 147-164 (1945).
- [8] E. Breuler: "Dementia Praecox oder Gruppe der Schizophrenien", en *Handbuch der Psychiatrie*, Franz Deuticke (comp.), Leipzig (1911).
- [9] G. K. Zipf: *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Cambridge, Mass., Addison-Wesley (1949).
- [10] M. K. Hubbert: "Energy Resources", en *Resources and Man*, Committee on Resources and Man, National Academy of Sciences (comp.), San Francisco, Freeman, págs. 157-241 (1969).
- [11] H. von Foerster: "Perception of the Future and the Future of Perception", *Instructional Science*, vol. 1, N° 1, págs. 31-43 (1972). S. Kanfer, "Words from Watergate", *Time*, pág. 20, 13 de agosto de 1973.
- [12] K. R. Popper: *The Logic of Scientific Discovery*, Nueva York, Basic Books (1959).
- [13] V. F. Weisskopf: "The Significance of Science", *Science*, vol. 176, págs. 138-146 (1972).
- [14] C. M. Turnbull: *The Forest People*, Nueva York, Simon y Schuster (1961).
- [15] J. Marshall: película, *The Hunters*, Chicago, Films Inc. (1970).
- [16] S. Langer: *Philosophy in a New Key*, Nueva York, Mentor (1962).
- [17] M. Buber: "Der Glockenspielständer", en *Reden und Gleichnisse des Tschuang Tse*, trad. por M. von Foerster, Leipzig, Inselverlag, pág. 69 (1921).

Publicaciones de Heinz von Foerster

1943

1. "Über das Leistungsproblem beim Klystron", *Ber. Lilienthal Ges. Luftfahrtforschung*, 155, págs. 1-5 (1943).

1948

2. *Das Gedächtnis: Eine quantenmechanische Untersuchung*, F. Deuticke, Viena, 40 págs. (1948).

1949

3. *Cybernetics: Transactions of the Sixth Conference* (comp.), Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York, 202 págs. (1949).
4. "Quantum Mechanical Theory of Memory" en *Cybernetics: Transactions of the Sixth Conference* (comp.), Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York, págs. 112-145 (1949).

1950

5. Con Margaret Mead y H. L. Teuber, *Cybernetics: Transactions of the Seventh Conference* (comps.), Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York, 251 págs. (1950).

1951

6. Con Margaret Mead y H. L. Teuber, *Cybernetics: Transactions of the Eighth Conference* (comps.), Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York, 240 págs. (1951).

1953

7. Con M. L. Babcock y D. F. Holshouser, "Diode Characteristic of a Hollow Cathode", *Phys. Rev*, 91, 755 (1953).
8. Con Margaret Mead y H. L. Teuber (comps.), *Cybernetics: Transactions of the Ninth Conference*, Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York, 184 págs. (1953).

1954

9. Con E. W. Ernst, "Electron Bunches of Short Time Duration", *J. of Appl. Phys.*, 25, 674 (1954).
10. Con L. R. Bloom, "Ultra-High Frequency Beam Analyzer", *Rev. of Sci. Instr.*, 25, págs. 640-653 (1954).
11. "Experiment in Popularization", *Nature*, 174, 4424, Londres (1954).

1955

12. Con Margaret Mead y H. L. Teuber, *Cybernetics: Transactions of the Tenth*