

En el Límite

Entre mis libros, me amanezco equilibrándome en el filo cortante del hoy. Mi corazón se inquieta, consciente de que los años que le quedan serán, dentro de poco, sus años ya vividos.

De cara a cara al misterio, tiendo mis brazos y mi mente en pos de la crujiente aurora que despunta. Y revivo las mil cicatrices que los días y las noches marcaron en mi rostro y siento que mis manos se van poniendo duras. Pero me olvido de la vejez que viene y me pongo a soñar, o me pongo a cantar o, a veces, ya cansado, me pongo a llorar.

Yo sé que a mediodía se me cansarán las piernas, y mis locos electrones, que hoy día son los míos, saltarán, luminosos, en busca de otras órbitas... y que mi árbol y mi memoria y lo que yo creo que soy, se pondrán a dormir.

Pero no le temo a las distancias, ni a los soles, ni a las galaxias; ni le temo a la aventura, ni al raudo vuelo del tiempo a horcajadas en la luz. Porque sé, lo presiento, que al fondo, en lo profundo, se extiende el infinito y que el ser no termina, porque no termina Dios.

Yo sé, algo he aprendido de los sistemas y las conductas cibernéticas; yo he sorprendido el jadeo de las máquinas y el callado trepidar de los computadores y de los servomecanismos. Y ellos me han contado que, muy pronto, dejarán al hombre el tiempo de soñar. Mas no me duele ese tiempo, ni me duele ese espacio, a pesar de que antes se quebrarán mis huesos y las grandes conquistas no las podré vivir.

Absorto y extasiado atisbo, a través de las ventanas que está abriendo la ciencia en los muros del mundo, y miro los nuevos caminos y sus luces, y siento el ruido y el ritmo de los recientes prodigios y oigo el galopar de los caballos azules que cabalgarán mis hijos.

Sin amargura, sigue floreciendo mi corazón, siempre joven, ansioso de amor y de sueño, de vida y de pasión; sigo, aventurero de la mente, planeando nuevas jornadas que no habré de recorrer; vivo, sabiendo que cuando el siglo de mi mundo, el de las 2000 esferas, rompa su inicial aurora, mis pobres ojos ciegos, metidos en la tierra, no lo verán nacer.

Un día de febrero 1964, a las 3 de la mañana.

Este Libro y el Premio Atenea

El consejo de la Universidad de Concepción otorgó en 1964 a Los Robots no tienen a Dios en el Corazón por primera vez en el género ensayo, el Premio Atenea.

Del discurso de recepción y agradecimiento del premio he creído oportuno reproducir, en esta 2ª edición, algunos párrafos que pueden contribuir a una mejor comprensión del ensayo.

"Cuando la vocación de escritor empuja desde adentro; cuando se experimenta la perentoria e ineludible necesidad de expresarse a través de la palabra escrita, porque a través de ella descubrimos nuestros propios pensamientos; cuando al escribir vamos observando, muchas veces con sorpresa, lo que el paso de los días y los años ha acumulado en el desván de nuestra conciencia; cuando comprobamos que nuestras ideas, en pugna o azoradas, se ordenan y clarifican al influjo mágico de las palabras escritas, esta extraña inclinación se convierte casi en una obsesión que nos persigue y no nos deja.

"Ahora si, además, también por natural curiosidad, andamos atisbando cómo es el mundo, cómo son las cosas que nos rodean, qué secreto encierra la estrella y la vida y cuál es el ritmo de crecimiento de la flor o el sistema que somete al electrón a su trayectoria, terminamos viviendo en un perpetuo y mantenido afán, en una dolorosa insatisfacción que, sin embargo, le da sabor y aliciente a la vida.

"Y es más; esta inquietud, este gozoso desasosiego, se complica y se estimula si, también por ingénita inclinación, nos seduce el diálogo, nos atrae el contarle a los demás los resultados de nuestras búsquedas y aventuras.

"Pero este anhelo de comunicación tiene su secreta tragedia: las palabras, las frases, v, por ende, las líneas apretadas de letras de imprenta, no llegan todo lo lejos que uno quisiera, ni tienen la capacidad expresiva que buscamos. El verbo constriñe el pensamiento, el lenguaje limita y corta sus alas, las letras lo amarran y deforman. Entonces la inquietud busca otros cauces, desafortunadamente siempre sujetos a la misma estrechez: las charlas, las conferencias, la docencia, que resulta ser la más generosa.

"Ahora, si analizamos toda esta serie de impulsos y anhelos vemos que ellos surgen de un deseo de realizarnos. Alguien dijo, y lo dijo bien: somos el resultado del eco de nuestra propia vida y en la personalidad de los demás. Si el eco no responde, si los demás resultan sordos a nuestros mensajes es como si estuviéramos apagados, muertos, inexistentes, es como si fuéramos una piedra en una isla solitaria o en el fondo de una laguna.

"Mi actitud de escritor, pues, es el resultado de una serie de impulsos alimentados, fundamentalmente, por un íntimo deseo de conocer a través de iris sentidos y de mi inteligencia o de receptores cuyas calidades desconozco, qué es el devenir, qué es la vida; está constituida por un íntimo anhelo de escuchar, por un secreto placer de mirar, de conocer cómo la naturaleza palpita, cómo el tiempo transcurre y, finalmente, alimentada también por la necesidad de traspasar mi experiencia a los otros, de mostrarles mi asombro frente a lo que voy descubriendo, mi expectación frente a lo, para mí, hasta ayer desconocido.

"Es en esta actitud de inquieta búsqueda, en esta tarea de crear una expresión comunicativa, que vienen desde lo más hondo de mi ser, que he sido sorprendido por este Premio Atenea que posee todos los atributos de un magnífico presente y que vigoriza mi entusiasmo y alegra mi espíritu. Sí, alegría y entusiasmo; porque yo escribo con pasión, con gozoso arrobamiento y, por consiguiente, es legítimo que sienta un hondo reconocimiento por esta distinción de tan alta talla.

"Comprendo que esta noticia de mi entusiasmo y alegría para escribir debe parecer extraña a muchos, dado el género difícil y los intrincados caminos que he elegido para mi labor literaria. Sin embargo, estas rutas, si bien se internan por la jungla muchas veces oscura, y aparentemente sin huellas, de la ciencia y la filosofía, caminan en busca de aventura, van tras el regocijo del asombro. Qué cabal resulta el pensamiento socrático: "La verdadera señal de un filósofo es el sentimiento de extrañeza que experimenta". Extrañeza, asombro, curiosidad, creación del mito primero para buscar la verdad, después, el camino alucinante.

"Contra lo que muchos todavía creen, las matemáticas, ciencia madre que de un modo u otro nutre mi obra literaria, no viven en un mundo frío, inexorable, atenido sólo al rigorismo de los números. No. El suyo es un mundo de armonía, de equilibrios y eurtmias. Es cierto que las matemáticas emplean un lenguaje riguroso

que no admite interpretaciones personales o circunstanciales, pero es ya claro que, a pesar de ello, son capaces de sueño, de fantasía y de belleza. Es más, podemos afirmar que estos atributos constituyen sus elementos vitales. Además, y por ello caminan junto a la filosofía de hoy, las matemáticas constituyen la herramienta más eficaz de la inteligencia y del pensamiento y en la marcha de la ciencia trazan los esquemas de acción. Por algo se ha dicho que la ciencia sufre una incurable nostalgia geométrica.

"Por otro lado, la capacidad de fantasía y de sueño de la ciencia de los números ha permitido que la llamada literatura científica, que la cultura científica, deslinden con los anchurosos campos de ese nuevo género literario de nuestros días llamado ciencia-ficción.

"Es que tan cercanos están la ciencia y el sueño, la realidad y la fantasía, que algunos de los más altos científicos de nuestros días, para contarnos lo que divisan desde el horizonte de sus laboratorios y las inquietudes que estos hallazgos les despiertan, han debido recurrir al relato de ciencia y ficción. El caso de "La Nube Negra", de Hoyle, el gran astrónomo inglés, y de "The Tempter", de Norbert Wiener, el genial creador de la cibernética, son una muestra de esta nueva y curiosa actitud de los hombres de ciencia convertidos en literatos que utilizan la fábula y la quimera para adelantar camino hacia la verdad.

"Mi afán de escritor está acicateado, pues, por una permanente curiosidad y por un anhelo de comunicación, y vive en los ámbitos de la ciencia de nuestros días, en que todo resulta prodigioso y aceleradamente cambiante, en permanente búsqueda. Van a cumplirse dentro de poco 25 años desde que escribí un ensayo, el primero que se internaba por los senderos de la cultura científica, y que titulé "Matemática y Poesía". Desde entonces, en todos mis escritos he pretendido, con esfuerzo y ojos despiertos, estar en el atalaya, avizorar la aurora que despunta... Pero siempre la realidad ha sobrepasado muy lejos, muy lejos a mi imaginación. Y cómo no habría de sobrepasarla si aun los grandes soñadores, no ya un Julio Verne dejado muy atrás, pero Wells, Karl Kopek, Romain Rolland, Villiers de L'Isle Adam, y aun el propio Edgar Allan Poe, no tuvieron la capacidad de imaginar, ni remotamente, lo realmente acaecido durante nuestra propia vida.

"Bastaría una lista, una lista sólo de los grandes capítulos, para apreciar la tremenda, la sísmica alteración, la gigante avanzada realizada por el hombre en este último cuarto de siglo.

"La radioastronomía, que multiplica en forma insospechada la posible observación del Universo; la penicilina, los antibióticos y otros elementos terapéuticos, que han puesto en el camino del hombre el pavoroso problema de la explosión humana; los productos plásticos y sintéticos, que proporcionan millones de artículos que facilitan y modifican nuestro diario vivir; la energía nuclear, con la transformación de los elementos, sueño de los alquimistas, que proporciona a nuestra especie un tremendo poder de vida y de muerte; los aviones supersónicos, que cambian el concepto de velocidad al quintuplicar ya la velocidad del sonido; la electrónica, con sus sistemas de computación, sus cerebros mecánicos y sus inverosímiles dispositivos capaces casi de pensar; los satélites artificiales, que cambian, por decisión del hombre, el mapa del espacio, y los cohetes de autopropulsión, que llevan cápsulas a otros parajes del cielo y que mañana llevarán al hombre a mundos diferentes en contacto, tal vez, con superinteligencias; la cibernética y su automatismo de retroacción que, al hacer perder la estupidez al simple automatismo ciego, parece caminar tras la imitación de la vida.

"Y la televisión transmitida a través de un satélite extraterrestre, y la luz organizada perforando el acero, y los microscopios electrónicos aumentando centenares de miles de veces nuestra capacidad de ver, y los órganos artificiales, y los ya cercanos organismos cibernéticos, que nos permitirán vivir en los medios más inhóspitos del cosmos. Todo esto y mucho más ha aparecido en los últimos 25 años y se expande y se multiplica con velocidades y aceleraciones de asombro.

"Pues aquí, en este ambiente sísmico, entre estos vendavales de renovación, frente a estas verdades que muchas veces son mitos, y a estos hombres sabios que son taumaturgos o fantasmas, he buscado mi camino de escritor, tratando, modestamente, de mantenerme no en el sueño, sino en la realidad... que también me ha resultado sueño".

Arturo Aldunate Phillips.

Divisa

Dentro de sus limitadas capacidades, la Ciencia ha descubierto que el conjunto de energía que constituye la materia prima del Universo no apareció al acaso ni procede sin sentido a través de fenómenos anárquicos, inconexos o desorbitados. Y se ha asombrado al comprobar que la conducta del mundo físico y su estructura se atienen a un sistema matemático que muestra, hasta en sus menores detalles, la huella de una suprema e incomprensible inteligencia; pero no ha logrado todavía imaginar siquiera la razón de ser de la Vida, ni le ha sido dado cruzar el linde del Ego individual que permanece inaccesible a su dominio y desde cuyo misterioso recinto el Hombre divisa a Dios.

Viene al caso, entonces, reproducir en esta primera página el consejo del Pobre de Asís, expresado a través de la pluma extraordinaria de Nikos Kazantzaki y que me sugirió el nombre de este ensayo:

*La tierra tiene siete pisos, el cielo otros siete;
y toda la inmensidad no puede contener a Dios;
pero el corazón del hombre encierra a Dios entero.
Entonces, ten cuidado, no hieras el corazón del Hombre
porque podrías herir a Dios.*

Dedicatoria

Dedico este libro al peregrino grupo de hombres de ciencia que en Inglaterra, bajo el nombre de ARTORGA, se han reunido la más extraña sociedad que yo haya oído mentar; y especialmente lo dedico a su Presidente, Oliver D. Wells, por su talento clarividencia.

ARTORGA es una asociación apacible, de sabios internacionales, cuyo fin confesado es el de fabricar organismos artificiales (de allí su nombre), pero cuyo profundo objetivo es el de renovar la ciencia contemporánea mucho más allá de lo que aparentemente ha sido renovada. La tentativa no tiene predecesores y las ideas expuestas periódicamente por sus miembros, en un sencillo boletín mimeografiado, son revolucionarias y, a veces, alucinantes.

Los temas fundamentales de la "doctrina" de ARTORGA aparecen, a mi entender, con bastante claridad: una fuerte voluntad para hacer triunfar el pensamiento matemático y una seria preocupación de comprender a la naturaleza y al mundo tal como son y no tal como se les ha concebido.

A lo largo de este ensayo, cuando desee elevar el nivel de mi posición, o darle a mis opiniones un mayor respaldo, haré referencias a esta curiosa sociedad y especialmente a Oliver D. Wells.

Advertencia

Si pudiera volver a vivir mi vida, no elegiría por cierto el ser escritor y ver pasar mi vida en una sociedad retrógrada, en que la aventura yace debajo de la cama, como un perro. Necesitaría una aventura-león. Me haría físico teórico, para vivir en el corazón ardiente del romanticismo verdadero.

EL RETORNO DE LOS BRUJOS

Para muchos debe ser inexplicable el por qué se escribe un libro y mucho más por qué se siguen escribiendo otros si ellos, muchas veces, no producen dinero ni dan poder ni gloria. Algún día daré mi explicación y espero ser entonces, comprendido y perdonado.

Por el momento, me limito a dejar constancia que éste completa la docena de ensayos publicados por mí desde 1934, en que vio la luz el primero.

Mis libros han resultado de un género difícil y trabajoso. Hace cuatro años que empecé a escribir el que Ud., amigo lector, se prepara a leer; y a pesar del ardimiento interior que lo ha alimentado sin descanso; a pesar de la permanente inquietud que ha angustiada mi espíritu durante su gestación, pasaron los días, las semanas, los meses y los años, y recién ahora, como resultado de una decisión violenta, casi arbitraria, para llegar "solo hasta aquí", he puesto el fin y he cortado, dolorosamente, el cordón umbilical que lo unía a mí, y lo he entregado a las prensas. El tráfago de la vida diaria, las mil obligaciones, responsabilidades y faenas que tontamente tal vez, acostumbro a echarme encima, me han impedido terminarlo bien y terminarlo antes, como era mi íntimo anhelo.

Pero hay algo más principal que deseo decirle a Ud., lector, en estas líneas de advertencia: el tema de este ensayo abarca fenómenos de un tal dinamismo, tan múltiples y tan revolucionariamente activos, que siempre lo que exprese de ellos resultará apenas una fugaz instantánea de un torrente; instantánea que no puede

tener, por ello, ni el ruido, ni el color, ni el movimiento de ese despeñarse de acontecimientos de ayer a mañana, ya que debo limitarme a enfocar una sola perspectiva del paisaje.

Han sido mi duda y mi tragedia, en estos últimos meses, la elección del momento en que debía fijar esa instantánea, diciendo: "Fin, hasta aquí llegaste; y aunque mañana discrepes de lo escrito, porque nuevas informaciones te habrán abierto nuevos horizontes, no puedes seguir porque no terminarías nunca".

Un viaje, la exigencia de los exámenes o trabajos universitarios u otro asunto que no admitía demora tomaban algunos de los días o semanas que, monótonamente y sin consideración, iba desgranando el calendario... Y tenía que recomenzar, ponerme una vez más en ambiente mientras nuevas cosas habían sucedido: un libro recién leído, el artículo de una revista, una conferencia, una conversación, otro sueño despierto ... Y ya había algo o mucho que agregar o que quitar a tal o cual capítulo.

Conozco, pues, como que de mis entrañas ha salido, los defectos de conformación de este libro; y comprendo también que los lectores descubrirán otros. Respecto a aquéllos, repito que estoy consciente de su existencia, pero que allí quedan porque, o no soy capaz de remediarlos, o sólo pretendo con mi obra provocar nacientes inquietudes; o porque sólo me he propuesto, a petición de muchos de los que me han seguido y alentado en mi ya larga tarea de escritor y urgido por mi propio deseo, mostrar ventanas que dan hacia los múltiples y casi intransitados caminos que la ciencia y la tecnología están abriendo todos los días para llegar al mañana.

Ojalá que este ensayo, a pesar de su innato defecto de configuración, cumpla su cometido.

Mientras tanto, y espero que ello no constituya una amenaza para nadie, una nueva semilla traída por uno de los múltiples vilanos que cerebros privilegiados echan a volar sobre nuestro mundo, empieza a henchirse y a madurar en la heredad de mi espíritu que vive rebelde, buscando cómo complicarme la existencia.

Arturo Aldunate Phillips.

Capítulo 1

Hasta los Lindes de la Cibernética

*En la escala de lo cósmico,
sólo lo fantástico tiene
probabilidades de ser verdadero.
TEILHARD DE CHARDIN*

Humanismo Científico.

Los Hombres de ciencia de hoy no limitan su acción y su pensamiento al campo de su especialidad; viven preocupados del "hombre", de su porvenir, de su evolución y desarrollo; y cada día están más unánimemente de acuerdo en que urge informarlo de todo lo que ha sucedido y está sucediendo en el ámbito de la ciencia, y también de lo que parece que va a suceder. Y ello, no sólo porque así se le hará comprender el mundo material en que vive, sino porque, fundamentalmente, las modernas postulaciones de la ciencia son las que están orientando la posición filosófica de la especie humana y su actitud ante la vida.

El aliento y acicate que los sabios de nuestros días están dando al robustecimiento del humanismo científico, a la creación de una literatura científica y a todos los esfuerzos por divulgar los nuevos conocimientos, llegan hasta la acción directa en que ellos mismos participan. Muchos han salido de las torres de marfil, donde todavía suelen encerrarse para pensar e investigar, y discuten en la plaza pública como los filósofos y pensadores de la antigua Grecia.

En la modesta esfera de mi labor literaria, por lo menos larga, he podido apreciar el apasionado interés que tienen por este mundo, mantenido todavía en la penumbra, todos aquellos que, aunque sólo sea de cuando en cuando, sienten la necesidad de pensar. Y es sorprendente comprobar que son muchos más de lo que generalmente se cree.

Este ensayo es la continuación natural de varios otros que, sobre este ilimitado tema que podría llamar "ciencia y filosofía" o "humanismo científico", he venido desarrollando, generosamente alentado por mis lectores y por la crítica, desde hace varios años. Ahora me propongo escribir sobre las llamadas (a mi entender mal

llamadas) máquinas inteligentes, sobre su semejanza y relación con nuestro organismo y sobre lo que ellas pueden significar en el mañana maravilloso e inimaginable de nuestra especie.

Para entrar en el mundo que me he propuesto visitar con el amigo lector, creo necesario que nos ubiquemos, primero, en el panorama del Universo que actualmente conoce la ciencia; y que esbochemos una imagen, aunque sea muy general y simplificada, del cosmos que han logrado avizorar los estudiosos del siglo XX¹.

Ordenación del Universo Físico.

Si debiera explicar, en forma sencilla y esquemática, mi concepto de lo que es el Universo; si debiera decir a mis hijos qué significado tiene para mí el cosmos y lo que creo saber de su razón de ser y de su modo de comportarse, tendría que empezar por decirles que mi explicación debe limitarse sólo a la realidad física, o sea, a todo aquello que concierne a la materia y, por ende, a la energía que es su componente elemental, su "alter ego".

Porque sólo en estos ámbitos la ciencia y la inteligencia humanas han logrado precisar algo cuantitativo y cualitativamente, aunque, todavía, sea mucho más, muchísimo más, lo que se ignora que lo que se sabe.

En el otro mundo, en el del espíritu, tanto o más real que el de la materia, en éste no podemos penetrar científicamente porque, como dijo Max Planck, el genial descubridor de la discontinuidad de la energía, "para ello deberíamos traspasar el umbral del ego individual en el cual las leyes y aun los sistemas científicos no tienen cabida ni la tendrán nunca".

Limitándome, pues, al mundo de la materia y tratando de ser lo más simple posible, diría

El Cosmos es un sistema, una estructura, formada esencialmente por energía que inició² su existencia hace varios miles de millones de años.

De dónde nació, de dónde provino la prodigiosa cantidad de energía que se hizo presente en esa hora primera, nada sé y creo que las respuestas a estas preguntas

¹ Quienes se interesen por esta imagen universal y deseen ampliarla, pueden encontrar más información en mis últimos ensayos: *Al Encuentro del Hombre y Quinta Dimensión*.

² Por falta de otro más apropiado, he debido utilizar el verbo iniciar, a pesar de que su significado es contrario a la ley de la conservación de la energía.

deben quedar, todavía, entre los muchos misterios que la inteligencia humana tratará de develar en el futuro.

Y hacia dónde se encamina la creación, qué fin persigue y por qué los fenómenos que nos muestran su existencia se realizan, eso, tampoco puedo decirlo.

Pero no todo es tan desolador; hay algo hartamente atractivo en el atisbo que podemos realizar en este mundo de la materia y la energía; como lo creen casi todos los hombres de ciencia y pensadores de alta jerarquía de nuestros días, este atractivo estriba en el hecho de que las comprobaciones realizadas tienen una proyección indudable sobre nuestro espíritu y sobre nuestra filosofía y nos permiten imaginar posibles caminos si usamos la lógica sin prejuicios y libres de pasiones.

Desde luego se han encontrado razones, cada día más vigorosas, para estimar que ese conjunto de energía no apareció al acaso ni se comporta sin sentido a través de fenómenos anárquicos, inconexos o desorbitados.

La ciencia ha debido asombrarse, y sigue asombrándose cada día de mayor manera, al comprobar que el comportamiento del mundo físico y su estructura obedecen a un sistema perfectamente establecido y congruente; es más, obedecen a un sistema matemático riguroso.

Las Leyes Físicas y los Números.

La materia y la energía cumplen con ciertas leyes y se comportan ateniéndose a determinadas conductas que han logrado ser formuladas por el hombre sobre la base de observaciones estadísticas o, a veces, sólo guiado por su intuición. La materia y la energía actúan sujetándose a una trama, podría decir, cuya realidad la ciencia ha empezado a descubrir enclavada en los números naturales y en otros de especial envergadura llamados constantes o invariantes universales que aparecen en las formulaciones matemáticas más trascendentales de los fenómenos físicos conocidos.

Sería de gran interés seguir esta curiosa aparición de los números en el campo de la ciencia y de la vida; pero para ello debería salirme de los lindes fijados a este ensayo. He de restringirme, pues, a dar algunos ejemplos, los más señeros y significativos, pero suficientes, por otra parte, para probar mi aserto.

Combinación de los Elementos.

En pleno florecimiento de la química, que había reemplazado a la vieja y misteriosa alquimia, Juan Dalton, el padre de la teoría atómica, afirmó que "un átomo de hierro combinado con un átomo de azufre, forman una molécula de azufre hierro". Pero Lavoisier había clarificado el proceso al afirmar que todos los átomos de un determinado elemento tenían el mismo peso. Así, entonces, cada átomo de hierro que interviene en la combinación tiene un peso peculiar que llamaremos P' y cada uno de los del azufre, otro peso P".

Pues bien, en la combinación de ambos se integran en la proporción 1" : P", es decir, en forma perfectamente determinada (ley de las proporciones definidas de Proust), lo que se expresa, diciendo: cuando dos cuerpos se unen para formar un tercero, lo hacen siempre en una proporción fija, invariable, que no se modifica por el exceso de uno de ellos.

De esta sencilla ley nació otra, formulada por el propio Dalton, que vuelve a mostrarnos la inteligente ordenación que rige el mundo de la materia, y que dice: "cuando dos elementos se combinan entre sí para dar nacimiento a varios compuestos, mientras la cantidad de uno de ellos permanece constante, la del otro varía en la proporción sencilla de los números naturales (1, 2, 3, 4, etc.).

La Clasificación Periódica.

Más adelante, cuando Mendelejeff se propuso ordenar los elementos químicos en una serie, ateniéndose a sus pesos atómicos, se encontró con un hecho sorprendente: aquellos de características físicas o químicas semejantes no se encontraban juntos, pero sí se encontraban colocados, dentro de la escala adoptada, en ubicaciones con determinadas relaciones. Efectivamente, los ubicados en una misma columna (vertical) tenían características físicas y químicas semejantes, por lo que los llamó "familias", y los ubicados en una misma línea horizontal tenían pesos atómicos crecientes, y los llamó "períodos". Esto permitió, entre otras cosas, suponer que debían existir ciertos elementos desconocidos cuyas localizaciones aparecieron entonces vacías y que fueron encontrados efectivamente más tarde. Y con el andar de los años pudo hacerse una demostración de algo tan asombroso como esta ordenación. Es sabido que el átomo de cada elemento

químico está formado por un núcleo central alrededor del cual giran, dentro de ciertas órbitas, unas pequeñísimas partículas llamadas electrones. Y a medida que aumenta el peso del elemento considerado, aumenta también el número de protones del núcleo y el consiguiente de electrones orbitales; pues bien, resulta ser que el número de orden de los elementos en la serie de Mendelejeff corresponde exactamente al número de protones del núcleo y, por lo tanto, de electrones orbitales del cuerpo considerado.

El Microcosmos, los Números y el Quanto de Planck.

Pero cuando el carácter cósmico de los números se hizo evidente, fue al descubrirse algunas constantes universales como el quanto de Planck y la velocidad de la luz.

En circunstancias que Niels Bohr trató de imaginarse las modificaciones que podrían producirse en el interior del átomo cuando irradiaba un fotón, pudo afirmar que éste emite luz en el momento en que deja su trayectoria para saltar de una órbita a otra; y que esa luz es precisamente la pérdida de energía que experimenta al trasladarse de órbita. Pero lo más sorprendente fue su verificación de que las "diferencias energéticas de las distintas órbitas son números enteros multiplicados por el Quanto de Planck".

Y a medida que se obtenían nuevas comprobaciones en este micro mundo de maravillas, los números agigantaban sus perfiles. Al analizarse los rayos X se demostró que ellos surgen de profundos niveles de energía de los átomos y que cada especie emite un tipo especial de rayos X que queda invariable cualquiera que sea la composición de la molécula en la cual el átomo se encuentre y, asómbrese el lector, la frecuencia o largo de onda de una línea dada del espectro de rayos X varía de un elemento a otro y su raíz cuadrada es linealmente³ proporcional, no al peso atómico del elemento, como se hubiera podido esperar, sino a su número atómico⁴.

En este camino Arnaldo Sommerfeld, al proponer las trayectorias elípticas de los electrones, probó que el primer número cuántico de Bohr, que indica que la ubicación de las distintas órbitas varía en proporción al valor del quanto, no era suficiente y que debía exigirse la agregación de un segundo número, también

³ Linealmente proporcional quiere decir que varía siempre en la misma proporción.

⁴ Número atómico igual al número de cargas positivas del núcleo o al número de electrones planetarios.

cuántico, cuyas variaciones determinarán las elipses permitidas por la regla de Bohr.

Pero la representación bohriana, aun mejorada por Sommerfeld, sufrió diversas modificaciones y ajustes: las trayectorias de los electrones no se desplazan dentro de un mismo plano, sino que se mueven, como era lógico suponerlo, en el espacio tridimensional, manteniendo sus relaciones cuánticas, porque el espacio del átomo está, indiscutiblemente, cuantificado.

Y al completarse la imagen intuitiva salida de la mente de Bohr exigiendo que los electrones, además de desplazarse en una trayectoria elíptica movable en el espacio tridimensional, tuvieran también un movimiento rotativo alrededor de sus propios ejes, apareció un cuarto número cuántico que permitió a Wolfgang Pauli afirmar: "Dos electrones en un átomo no pueden encontrarse sobre la misma trayectoria y jamás en el mismo estado cuántico. De un electrón a otro es menester que haya, por lo menos, una diferencia de un número cuántico"⁵.

La presencia de los diferentes elementos químicos aparece así como el resultado de las posibles combinaciones de los electrones dentro de sus trayectorias alrededor de los núcleos. Como ha dicho Bachelard, "lo que caracteriza a un cuerpo químico no es otra cosa que esta organización numéricamente matizada, esta organización de números que se completan y se excluyen".

Pero muchas otras comprobaciones fueron haciendo más matemática la "trama", más sujeto a los números el mundo de la energía y de la materia. La sabiduría de la microfísica se fue convirtiendo en un archivo estadístico de datos, números, matrices y relaciones. Y aun la famosa ecuación de Schrödinger, como las matrices numéricas de Heisenberg, pasó sobre los números reales para llevarnos al mundo, aún más subjetivo, de los llamados números imaginarios y complejos.

Según lo que ya hemos visto, los electrones, al moverse en sus órbitas, contrariando las leyes de la vieja física, no dan señales de movimiento, no radian, como dijo Niels Bohr; y al ser sacados de la materia o del grupo energético que integran, con la ayuda de los bombardeos efectuados con otras partículas o por radiaciones u otros medios, deben ser captados o enfocados con ondas que sean

⁵ Como no podría ampliarse esta introducción general con demasiadas explicaciones, remito al lector interesado a mi ensayo Quinta Dimensión, donde expongo, en forma sencilla, la constitución atómica, el cuanto de Planck y otros conceptos a que debo referirme aquí someramente.

capaces de ponerlos en evidencia. A los investigadores les ha correspondido elegir el medio de observación más eficiente, pues si se utiliza la onda luminosa, su largo mayor que el electrón permitirá sólo un examen impreciso en cuanto a la ubicación del mismo; pero, en cambio, afectará relativamente poco la velocidad del observado. Por el contrario, si se desea tener una mayor precisión respecto a la situación del electrón podrá emplearse un largo de onda más reducido, rayos X, por ejemplo, que chocarán con él y lo harán visible: pero ahora, de la colisión resultará una importante variación del impulso del electrón con la consiguiente variación de su velocidad. Es decir, si elegimos ondas largas para no perturbar demasiado la velocidad del electrón observado, su posición quedará indeterminada; si, al contrario, empleamos ondas cortas, lograremos una mayor exactitud en su posición a expensas de una indeterminación de su velocidad.

"Resulta, pues, que las dos datos no pueden obtenerse conjuntamente con absoluta precisión; y lo sorprendente es que el producto de estas dos imprecisiones lo mide la constante de Planck.

"Esta verificación de Heisenberg tiene proyecciones insospechadas, porque de ella resulta que la imposibilidad para aumentar la exactitud de nuestros conocimientos sobre el microcosmos no depende de la penetración o poder de los instrumentos utilizados, sino de una encubridora característica de ese mundo"⁶.

Pero entremos por otro de los caminos seguidas por la ciencia en busca de un mayor conocimiento del microcosmos.

El fenómeno de la descomposición de la luz blanca es sobradamente conocido. Se trata de una dispersión del rayo luminoso en sus componentes que van del rojo al ultravioleta y que se ubican en líneas de ordenación perfecta, según el largo de sus ondas (espectro de la luz). Cuando se estudian rayos luminosos correspondientes a diversos elementos en estado incandescente, se verifica que cada uno de ellos posee rayas espectroscópicas características de longitud de onda y frecuencia perfectamente determinadas. Pero la posición, el color y las demás peculiaridades de las distintas rayas espectrales son tan complejas y su número tan extraordinariamente grande que para conocerlas y clasificarlas los investigadores debieron iniciar una abrumadora tarea.

⁶ Quinta Dimensión, A. A. Ph.

Ahora bien, observando la curiosa distribución de las rayas o líneas espectrales de algunos gases, el sabio suizo J. J. Balmer, guiado por un innato sentido artístico, buscó la armonía que existe en los esquemas del Universo y supuso que la sucesión y distribución de las rayas de un elemento en la banda del espectro, debería tener un cierto ritmo.

Después de dos años de estudios y experimentaciones logró dar con la fórmula de distribución de las rayas: ella se realizaba ateniéndose a los campos energéticos del interior del átomo; las distintas posiciones estaban ligadas por la relación de los números naturales multiplicados por la constante de Planck.

Y así podríamos seguir... pero pasemos al macrocosmos, al mundo de las estrellas y las galaxias.

El Macrocosmos, los Números y la Constante de la Velocidad de la Luz.

Hace poco más de cien años, Guillermo Herschel "irrumpió a través de las barreras del firmamento" ("coelorum perrupit claustra", como reza su epitafio), y mostró que el sistema solar es un pequeñísimo conglomerado de cuerpos celestes que forma parte de una galaxia: la Vía Láctea. Y esta galaxia, que tiene un diámetro mayor de 100.000 años luz (950.000.000.000.000.000 kilómetros), es sólo una de las muchas que pueblan el Universo, en el cual el telescopio de Monte Palomar ha logrado penetrar hasta los confines de una esfera de 3.000 millones de años luz de diámetro⁷. Y lo observado debe ser no más de una centésima parte del Universo.

El hombre, para estudiar los fenómenos de ese inconmensurable macrocosmos, debió dejar atrás las dimensiones domésticas a que estaba acostumbrado. Albert Einstein fue quien, en forma definitiva, emprendió esta tarea y demostró que la mecánica newtoniana no es aplicable a velocidades que se acercan a aquella de la luz y constituye sólo una primera aproximación respecto a distancias y masas que abarquen fracciones importantes o la totalidad del Cosmos. Sus geniales postulaciones mostraron la interdependencia entre las dimensiones espaciales y el tiempo; en otras palabras, mostraron cómo la velocidad de los movimientos alteraba las longitudes y duraciones, es decir, las medidas espacio temporales. Y

⁷ Esta cifra que hasta hace poco era de 1.000 millones de años luz ha debido ser ampliada como consecuencia del mejor conocimiento de la estructura del cosmos que hoy tenemos.
1 año luz = 9.500.000.000.000 de kilómetros (distancia que recorre la luz en un año).

postuló también que dentro de la relatividad de todos estos valores existía una cantidad que era absoluta e invariable: la velocidad de la Luz. Y al escribir las ecuaciones que mostraban cómo cambiaban las dimensiones espaciales y el tiempo con las velocidades, vio aparecer en ellas esa constante que se designó en todos los cálculos matemáticos con la letra "c"⁸.

Y cuando logró escribir la fórmula sencilla y trascendente que mostró la relación entre la materia de un cuerpo m (su masa) y la energía E en él almacenada, debió escribir:

$$E = m \cdot c^2$$

en la cual apareció la constante misteriosa.

Es decir, por todas partes los números, las proporciones rigurosamente establecidas, el orden, el sistema.

Habría muchos otros ejemplos para demostrar la esencia matemática del mundo físico y la sorprendente ordenación que todo lo rige. Como última muestra, me referiré a un hecho, a mi entender, asombroso.

El Azar Sometido a Disciplina.

Algunos fenómenos que aparecen anárquicos y sin sentido al observarlos aisladamente o en grupos relativamente pequeños, empiezan a mostrar su

⁸ Una varilla de largo L que se mueve a la velocidad V, se acorta en el sentido del movimiento y adquiere un largo

$$L' = L \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$

siendo

L' = largo de la varilla en movimiento

L = largo de varilla en reposo

C = Velocidad de la luz

El tiempo registrado por un reloj que se traslada a la velocidad V aquietta su ritmo y el tiempo T primitivo se dilata, se hace más lento y toma el valor

$$T' = T \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$

sometimiento a leyes o sistemas rigurosos cuando el número de individuos o partículas, elementos u observaciones, son suficientemente numerosos.

Es decir, se nos aparece como desordenado o sin sentido aquello que conocemos a través de un conjunto de observaciones demasiado pequeño en relación con el total del fenómeno. El perfil de la ordenación va apareciendo a medida que somos capaces de realizar nuestro análisis desde un punto de vista de mayor perspectiva o a partir de una información más integral y completa. Trataré de explicarme con dos ejemplos, uno muy sencillo que simplifica excesivamente el problema propuesto y otro que corresponde a un fenómeno cuyo desarrollo ha logrado expresarse en una ley física.

"El caso tan conocido de juego de ruleta nos proporciona un ejemplo claro y simple. Cada uno de los 37 números de la rueda es marcado por la bolita blanca sin orden ni concierto. El 17, por ejemplo, puede repetirse seis veces seguidas, como puede no resultar elegido durante minutos inacabables para el jugador que lo persigue. Pero si aumentamos el número de jugadas más allá de cierto límite, empezaremos a notar que, "en promedio", todos los números aparecen marcados igual número de veces. Las estadísticas de las salas de juego son notablemente decidoras; si se analizan todas las jugadas de un determinado período, suficientemente largo por supuesto, cada uno de los números del tablero aparecerá favorecido casi exactamente igual número de veces".

"La Ley de Boyle Mariotte, que rige el comportamiento de los gases, la llamada teoría cinética, afirma que la presión de un gas sobre las paredes del matraz o del recipiente que lo contiene es igual en cualquier punto de ella.

"Y esta afirmación es verdadera, con una condición: que el tiempo considerado y la superficie de pared sobre la cual se mide la presión no sean excesivamente pequeños; o sea, se trata de una ley referida al fenómeno macroscópico, que aparece a la observación como la resultante de miles de pequeños fenómenos microscópicos que, integrados, dan un promedio estadístico siempre constante. Porque, extraño e incomprensible misterio, en el microcosmos las partículas gaseosas, los átomos del elemento considerado, se mueven en un tremendo e incomprensible desorden que aparece regularizado sólo a través de las leyes estadísticas del azar, aplicados a un número apreciable de ellos.

"Ha aparecido aquí el carácter de probabilidad estadística de las leyes físicas que reglamentan fenómenos, integración de un considerable número de micro fenómenos inciertos que, a la escala humana, se convierten en una verdadera certidumbre acrecentada con el número de ellos observados. ¡La escala da la seguridad a la Ley!

"En el caso de la ley cinética de los gases se puede afirmar, paradójicamente: el destino de una partícula de gas no es previsible; pero el del conjunto general de partículas, sí lo es. El grupo, el conjunto, tiene una curiosa característica de sujeción a la ley que el individuo no respeta.

"El determinismo aparece sólo como una compensación de movimientos desordenados, como la regularización de un caos que, con razón, desorienta a los filósofos por el sentido extra físico que ello presupone. La ley de los gases trata sólo de aproximaciones y si, con un manómetro ultrasensible, pudiéramos medir la presión en un millonésimo de segundo y en cada micronésima superficie del matraz en que el gas está contenido, veríamos que ella cambia constantemente como consecuencia de la intrínseca irregularidad del bombardeo molecular"⁹.

La Realidad y el Espectro Electromagnético.

Cabe hacer aquí una referencia, aunque sea muy breve, de la trama matemática sobre la cual se configura la realidad de todo lo que conocemos objetivamente.

El conocimiento del mundo externo se nos hace presente a través de un conjunto de ondas o vibraciones que, captadas por nuestros sentidos, son transmitidas por el sistema nervioso al cerebro. Este, utilizando un mecanismo todavía desconocido, interpreta los mensajes recibidos y hace aparecer en nuestras conciencias determinados colores, formas, temperaturas u otras características.

Ahora bien, como ya expresé, todas esas comunicaciones o transmisiones de la energía y la materia son emitidas desde su punto de origen, en forma de ondas que tienen la curiosa característica de poder alinearse, en una escala de perfecta secuencia, dentro del llamado espectro electromagnético. Y según sea el largo de la onda y su ubicación en el espectro, "veremos" un color, "sentiremos" una cierta temperatura o experimentaremos otra sensación, cada una marcada por el número

⁹ Quinta Dimensión, A. A. Ph

de la frecuencia de la oscilación que la ha generado. Es decir, el color verde tiene su ecuación, y los Rayos X de un determinado elemento, la suya, y son, en último término, "números de algo".

Orbitas Privilegiadas.

En esta rápida enumeración, por muy somera que sea, no puedo olvidar tampoco el sometimiento de los cuerpos celestes y de los corpúsculos del microcosmos a trayectorias que obedecen también a ecuaciones matemáticas. Y resulta curioso comprobar que estos obligatorios recorridos u órbitas tan particulares podemos obtenerlos simplemente, haciendo, en un cono de eje vertical y base circular (véase dibujo), cortes con planos cuya inclinación varía. Estas especialísimas curvas que los conos rectos guardan sin decirlo, son las únicas trayectorias posibles, no sólo para las estrellas, planetas, satélites, cometas u otros viandantes del espacio, sino también para esos vehículos, laboratorios o cuerpos que el hombre está lanzando más allá de la tierra en busca de nuevos horizontes. Sputniks, Explorers, Luniks o Discoverers; todos, para cumplir sus objetivos, tienen que someterse dócilmente y en forma absolutamente rigurosa, a alguna de las ecuaciones que representan a la circunferencia, a la elipse, a la parábola o a la hipérbola¹⁰.

¹⁰ Toda sección plana de un cono recto de base circular es o un par de rectas divergentes, cuando la sección pasa por la cúspide o un círculo ($x^2 + y^2 = r^2$; centro como origen) o una parábola ($y^2 = 2px$; vértice como origen) o una elipse ($x^2 / a^2 + y^2 / b^2 = 1$; ecuación central) o una hipérbola ($x^2 / a^2 - y^2 / b^2 = 1$; ecuación central). Véase dibujo.

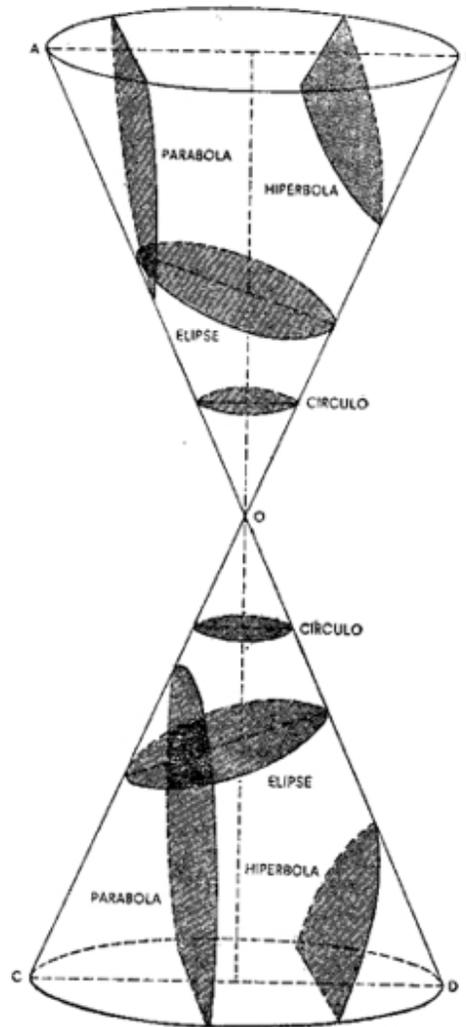


Figura 1. Dos conos rectos de base circular, opuestos por su vértice, producen las trayectorias o curvas privilegiadas al dibujar sobre sus superficies las intersecciones con planos perpendiculares u oblicuos con respecto al eje central o paralelos u oblicuos con respecto a las generatrices.

Apasionantes, asombrosos son estos vasallajes de la conducta de la energía y la materia al dominio de las matemáticas, pero en esta oportunidad debo limitarme a su sola mención.

Los Números y la Belleza.

Finalmente, y a pesar de no pertenecer a la temática de este ensayo, debo complementar lo expuesto con alguna referencia a otro mundo de maravilla en el

que también intervienen los números con una presencia tan indiscutible como la que se advierte en los fenómenos de la física.

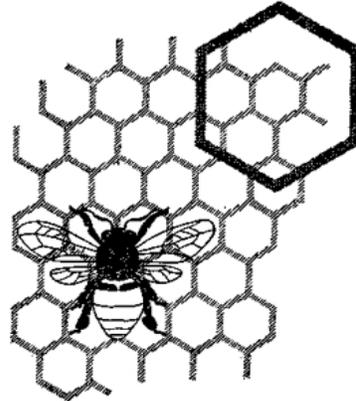


Figura 2. El hexágono regular del panal de abejas

Los griegos, Pitágoras, fundamentalmente, descubrieron las relaciones de magnitud y forma sobre las cuales se construye casi todo lo que el hombre aprecia como bello y armonioso. Desde la trabazón entre el largo de las distintas ondas que establecen la escala musical hasta los módulos y la "sección áurea" que señalan las proporciones en que deben componerse las medidas arquitectónicas y plásticas para producir belleza, todas aparecen atenuadas a formulaciones matemáticas.

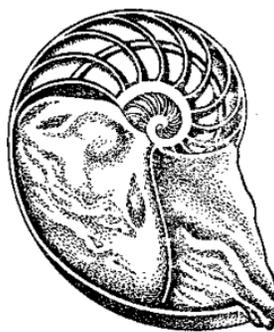


Figura 3. La espiral logarítmica de los caracoles

La hermosura y sabiduría de las formas geométricas, sean ellas las simples y transparentes de Euclides o las complejas de Lobachevski y Riemann y las mil soluciones de belleza natural que utiliza la naturaleza para hacerse presente, todas

se atienen sin vacilación a las precursoras ecuaciones Pitagóricas. Allí están los cristales dibujados en cubos y poliedros de mantenido equilibrio, las blancas figuras maravillosamente geométricas de la nieve, las curiosas combinaciones de estructura y diseño de las flores y las conchas de los caracoles marinos, que adaptan su desarrollo y crecimiento a la espiral Pitagórica circunscribiéndose a los rectángulos que, en forma creciente, se desgranán dentro de la "divina proporción" que describiera Leonardo da Vinci.



Figura 3. Las asombrosas figuras geométricas de la nieve

Para mí, esta correlación entre la Belleza y las Matemáticas, constituye una de las características más asombrosas del mundo en que vivimos. En mi ensayo "Matemática y Poesía" traté el tema con más extensión.

La Ley de la Entropía.

Pero no termina aquí la aventura: al catalogar y coordinar todas las leyes, apotegmas y teorías que los hombres de ciencia habían logrado encerrar en lenguaje matemático, apareció otro hecho extraordinariamente curioso: todas las postulaciones tenían la común condición de ser reversibles; es decir, mantenían su validez independientemente de la dirección del tiempo, independientemente de que camináramos hacia el mañana o hacia el ayer.

Pero existía, sin embargo, una excepción: una ley física que al amarrarse al tiempo "en su dirección hacia adelante", proyectaba sus consecuencias en el campo

filosófico. Se trata de la segunda ley de la Termodinámica, más conocida como Ley de Carnot-Clausius, que indica la "flecha del tiempo" y que prohíbe la vuelta al pasado. Esta curiosa ley, nacida de la observación de los fenómenos de transformación del calor, traducida al lenguaje corriente, expresa que la Energía del Universo, si bien se conserva a través del tiempo, en cambio se "degrada", se desorganiza. O sea, que cada vez va quedando menos energía disponible para transformaciones ulteriores, pues ella va haciéndose más simétrica, va adquiriendo, como dicen los físico-matemáticos, estados más probables, ya que lo más probable es lo que tiende a la desorganización, lo que no requiere inteligencia ni sistema. La greda, la arcilla, la tierra que encontramos en el campo, está más simétricamente distribuida, más desorganizada, en un estado mucho más probable que un ladrillo fabricado con esa tierra o esa greda, el cual, a su vez, tiene un estado más probable que un edificio construido con muchos ladrillos.

En el capítulo "Comunicación y Control" explicaré en forma más detallada este fenómeno de la desorganización de la energía, que ocurre, según lo señala la segunda ley de la Termodinámica, sólo en el sentido progresivo de la flecha del tiempo, en el sentido del devenir.

Por ahora bástenos con recordar que esta desorganización, este aumento de probabilidad en los recuentes fenómenos, es lo que se llama la "entropía" y que la ley que señala su permanente aumento muestra algo extremadamente importante: en el alba de la historia del Cosmos, la energía en él contenida poseía una determinada organización que empezó a perderse y que, dentro de un lapso de millones de años, terminará por convertir al Universo en un mundo oscuro, estático, desorganizado, simétrico, muerto.

Toda clase de explicaciones se ha tratado de dar para mostrar cómo empezó este proceso y cuál será su fin. Sin embargo, ellas sólo trasladan un misterio a otro misterio; cambian una expresión vaga por otra imprecisa. Antes del principio, ¿qué había? ¡Nada! Pero la palabra "nada" no tiene, en este caso, a mi entender, ningún significado para el modo de comprender del ser humano. Es como tratar de explicar dónde empieza, no ya en términos de tiempo, sino de espacio, el Universo. El Universo no empieza ni termina, es infinito en el tiempo e ilimitado en el espacio.

Dos expresiones tan sin significado real, tan imposibles de ser objetivadas como la nada; pues el hombre no tiene capacidad de concebir algo sin término ni principio... Este campo permite, sin embargo, apasionantes especulaciones nacidas de las nociones relativistas y del concepto espacio-tiempo. Por ejemplo, el espacio puede convertirse en tiempo, ¿o viceversa? ¿Puede, desde un punto de vista, todavía extrahumano, concebirse un eterno presente? Y estamos otra vez en ese ámbito enrarecido de lucubraciones al que llegan extrañas luces a través de ventanas que ni siquiera sabemos dónde están.

Dejemos, pues, estos juegos de abalorios y de imaginerías y volvamos a los fenómenos que se desenvuelven en el campo de la ciencia, en ese constreñido mundo que llamamos realidad.

La Aparición de la Vida.

Después de cumplirse la ley entrópica por miles de millones de años, siempre en el despeñadero de la desorganización energética, apareció, hace unos 1.500 millones de años en nuestro planeta, y con anterioridad, tal vez, en otros parajes del Universo, algo que, a falta de otro vocablo, debemos llamar también fenómeno y que es: la Vida. Empezaron a crearse y a multiplicarse organismos que viven.

¿Qué es la vida? ¿Cómo nació? ¿Qué impulsó a los seres movidos por ella a seguir una determinada conducta de permanente cambio? ¿Hacia dónde los lleva este cambio?

Nada definitivo se sabe: sólo ha podido establecerse que los seres vivos y que las especies en que se agrupan, evolucionan y se perfeccionan; que algunas especies detienen su proceso y quedan estacionarias; pero que otras siguen ascendiendo un curioso camino de complejidad y perfeccionamiento.

Extrañas cosas suceden a los seres vivos. Desde luego, a pesar de estar formados por los mismos elementos y la misma energía que constituyen el mundo físico que hemos llamado material, observan un comportamiento propio: pero, asombrosa actitud, lo hacen sin alterar en nada las leyes que rigen a sus componentes cuando éstos son materia inerte, permitiendo su estricto cumplimiento, pero con una sola excepción: la ya mentada condición de irreversibilidad, ¡la ley de la Entropía!

Efectivamente, la vida reorganiza la materia y la energía. Vuelve atrás y crea nuevas y complejas disimetrías y para realizar su propósito busca las soluciones que las leyes físicas y matemáticas señalan como menos probables, aunque no imposibles; lo hacen de tal manera que la vida ha sido considerada por algunos brillantes hombres de ciencia como una anti-probabilidad.

La vida impulsa la creación de moléculas primero y células de extraordinaria complejidad después y éstas se van haciendo más complicadas, mientras más perfeccionados son los organismos vivos que la evolución va creando. Es decir, sobre la ley entrópica que señala cómo la energía debe evolucionar hacia la desorganización, ha aparecido, sin dejar de cumplir, en su aspecto estrictamente material, con las otras leyes físicas, una nueva evolución: la evolución de los seres vivos que se orienta tras un permanente aumento de la complejidad y el perfeccionamiento de sus organizaciones y que camina empujada por un deseo instintivo de supervivencia, por una teleología todavía desconocida. Aparición de la Inteligencia.

Y transcurridos cientos de millones de años en que la evolución de la vida empujaba cuesta arriba a las especies cada vez más diferenciadas, cada vez más morfológicamente organizadas, empezó a hacerse presente un nuevo y aún más desconcertante fenómeno: la inteligencia.

Cómo, o en qué instante apareció, no tiene ninguna importancia desde el punto de vista en que estamos analizando este problema. Basta decir que se hizo presente. ¿El deseo o la mano de Dios? ¿La creación por fuerzas desconocidas de condiciones para que ello fuera posible? Da lo mismo como quiera llamársele. Allí estaba la nueva realidad. Algunos seres vivos, los más evolucionados en su estructura, la especie humana, habían empezado a pensar, a tener conciencia de sus actos, a actuar por propia iniciativa, reprimiendo y aun alterando en muchos casos los mandatos ancestrales del organismo vivo. Pitecántropos Erectus, hombre de Heidelberg, de Pekín o de otros rincones de la tierra, el Homo Sapiens estaba en dos pies y llevaba sobre su cabeza una nueva lucecilla que, al acrecentarse, le daría el dominio del planeta.

Utilizando los mismos mecanismos de la vida y de la materia, pero con la capacidad de contradecir los impulsos profundos que tienden a la conservación de la especie,

el hombre inteligente se mostró capaz de sacrificar, conscientemente, su propia vida en aras del bienestar o de lo que él cree los ideales de la Humanidad; mostró que, como ha escrito Georg Simmel, vivir, es vivir más; pero también es más que vivir.

Mejoramiento del Medio y Perfeccionamiento Biológico.

Además, y aquí empieza otra de las actitudes más sorprendentes del ser inteligente: el hombre se puso a la obra de perfeccionar sus capacidades biológicas y de acción. Actuando sobre su "propio organismo" y sobre el medio que lo rodea, logró disminuir los peligros de la existencia, fortaleciendo las defensas del individuo y, entre otras creaciones de maravilla, está empeñado con éxito en hacer más larga y más fácil la existencia. Interminable sería la lista de todo lo que este ser, desguarnecido de armas naturales, de desmedrada estatura y de apariencia poco arrogante, ha realizado sobre la faz de nuestro pequeño planeta. Creación de elementos que hacen más fuertes y más eficaces sus órganos y sus sentidos; utilización de la energía almacenada en la naturaleza; transformación de los materiales diseminados por el globo en otros susceptibles de ser empleados como abrigo o alimento; multiplicación prodigiosa de su velocidad de traslación por medios automotrices para desplazarse en la tierra, en el agua y en el aire; bosques artificiales, jardines, edificios, túneles, ciudades, carreteras y toda clase de huellas de su acción están cada día más densamente diseminadas sobre y bajo los continentes y sobre y bajo los mares, y muestran al globo terráqueo como un mundo prodigiosamente organizado por la inteligencia del hombre.

A la creación de herramientas, primero, y de maquinarias, después, y a todo el dominio de la ciencia y de la técnica, me referiré, con cierta detención, más adelante. Pero no puedo dejar fuera de esta lista, previa y elemental y sólo destinada a orientar al lector, un hecho extraordinario: como la avalancha de realizaciones apuraba a la inteligencia; como la velocidad necesaria para realizar cosas nuevas y la complejidad de los problemas que el propio hombre se planteaba, lo sometían a permanente desafío, se inició una nueva era: la de la creación de máquinas capaces de realizar tareas intelectuales. El análisis y alcance de este hecho y de sus consecuencias fluirán de las páginas siguientes de este Ensayo.

Por ahora, sólo quiero anotar cómo la especie humana que, al igual que los demás seres vivos, contradice en su propio organismo la ley de la Entropía por el solo hecho de existir, al crear dispositivos mecánicos que constituyen también una reorganización de la materia y la energía, se está oponiendo cada día en mayor escala y con mayor frecuencia a aquella tendencia cósmica orientada hacia el estagnamiento y la muerte.

El hombre ha empezado a mostrar su capacidad, puedo decirlo, aunque parezca atrevido, de cambiar las leyes naturales. Estamos en un asombroso momento de nuestra historia: no sólo hemos modificado la estructura de nuestro planeta; no sólo hemos sometido a nuestro dominio a las demás especies que lo habitan llegando hasta los microorganismos, microbios y virus; no sólo hemos escudriñado en los fondos profundos de la superficie terrestre, en la hondura de los piélagos y en los confines de la estratosfera; no sólo hemos modificado el funcionamiento de la naturaleza y de nuestro propio organismo; ahora estamos también introduciendo alteraciones en el ámbito espacial y en el sistema planetario.

Por muy insignificante que para nuestro propio pequeño sistema solar sea la puesta en órbita de los minúsculos satélites creados por el hombre, el hecho es real y trascendente: existen en este momento en el espacio cuerpos celestes artificiales que se han incorporado al sistema solar y el hombre mira ya con certeza las posibilidades de evadirse de su prisión terrena. Estos hechos señalan el primer balbuceo de un desarrollo que nadie puede imaginar, pero que da base para las fantasías más audaces.

¿Qué es lo que viene?

¿Qué es lo que viene? ¿Cuáles son los caminos que las generaciones jóvenes de hoy y las de mañana habrán de recorrer? ¿Qué metas se fijarán y qué modificaciones podrán producirse en el propio organismo humano y en el ambiente en que él se desenvuelve?

Toda la imaginación, toda la ficción basada en el conocimiento actual de las cosas y en la ya demostrada capacidad de la especie para crear, resulta, a mi entender, incapaz de trazar siquiera un bosquejo, una sugerencia de lo que será el mundo de mañana.

Pero, aunque sólo sea en son de juego, algo se puede ensayar: por lo menos señalar algunos posibles caminos, algunas de las múltiples rutas que parecen abrirse a la aventura.

Entre todas las disciplinas a que el hombre se ha sometido en sus procesos de investigación y estudio, hay una en la avanzada: la cibernética, cuyos ámbitos se están extendiendo de modo asombroso y cuyos alcances parecen tener por horizonte el sueño.

¿Qué es la cibernética? ¿Qué hará la cibernética? ¿Cómo esta ciencia contribuirá al abismal desarrollo que, intuimos, habrá de alcanzar el conocimiento, la cultura y la inteligencia humanos? Veamos...

Capítulo 2

¿Qué es la Cibernética?

No es fácil explicar qué es la cibernética y cualquiera descripción que ensaye ha de resultar imprecisa e insuficiente.

Es que estamos frente a una disciplina recién nacida, cuyos límites y alcances están todavía en proceso de solidificación. Se trata más que de una nueva ciencia, de un esfuerzo de integración y coordinación entre diversos campos, hasta ayer aparentemente inconexos, que empiezan hoy a descubrir escondidas relaciones entre sí. Además, y ésta es otra de sus características, los diversos investigadores están utilizando en sus trabajos las mismas herramientas y las mismas metodologías, las más revolucionarias y audaces concebidas en los últimos años.

Platón y Kybernetike.

El término cibernética ha sido empleado desde antiguo y con muy distintos significados. Platón usó la palabra Kybernetike, derivada de Kubernetes, que significa piloto, director, para designar el arte de navegar un navío y, ampliando un poco el concepto, el arte de dirigir en general.

En los tiempos modernos no parece existir, antes de nuestra época, otra utilización de esta palabra que la efectuada por Ampère en 1843 en su "Ensayo sobre Filosofía de la Ciencia", al tratar de clasificar todos los conocimientos humanos en categorías. Y lo extraño, y hasta cierto punto paradójico en la pluma de este matemático antes que escritor, es que emplea la palabra en la categoría "política", para designar el estudio de los medios de gobernar; es decir, la emplea con sentido figurado.

Cybernetics y Norbert Wiener.

En realidad, con el significado en que debo emplearla ahora aparece por primera vez en 1948 como título de un libro bajo todo punto de vista precursor. "Cybernetics" se llama la obra publicada ese año por Norbert Wiener, extraordinario hombre de ciencia, profesor de Matemáticas del Instituto de Tecnología de

Massachusetts; y lleva un subtítulo que busca aclarar el alcance del ensayo: "Control y Comunicaciones en los Animales y las Máquinas"¹¹.

En la introducción de su obra el profesor Wiener explica que un grupo de personas, entre los que se contaban matemáticos, fisiólogos, físicos, neurólogos, filósofos y otros, inició una serie de conversaciones informales sobre temas muy diversos, pero que se orientaban fundamentalmente tras la búsqueda de una metodología común que permitiera coordinar los distintos campos de investigación y las correspondientes experiencias en todo lo relacionado con controles y comunicaciones. Agrega que decidieron dar un nombre a todo el territorio que podría cubrir una eventual teoría sobre estas acciones, tanto en los organismos vivos como en las máquinas, y que el nombre elegido fue "Cybernetics". Explica Wiener que formaron esta palabra partiendo del término griego Cubernetes (Kubernetes) o, según su propia frase, en letra cursiva: "Steersman - piloto - timonel - timonero; de steer, gobernar el rumbo de la embarcación". Y agrega: "a pesar de que el término cybernetics no viene más allá que del verano de 1947, creímos conveniente usarlo para referirnos a épocas anteriores en el desarrollo de este campo".

No cabe duda, pues, que a pesar de las objeciones hechas por los franceses por el olvido de Ampère, la fe de bautismo de la joven disciplina parece inobjetable.

Después de la aparición del libro de Wiener y de la publicación de artículos y conferencias nacidos del grupo original, la palabra cibernética empezó a ser utilizada más profusamente en revistas técnicas y textos de estudio o de divulgación y aun en uno que otro libro que abordó algunas de las zonas del amplio campo cubierto por el subtítulo de la obra madre "Control y Comunicaciones en los Animales y las Máquinas".

Es fácil comprender que no todo estaba claro en estos primeros balbuceos y que, todavía hoy, después de todas las discusiones, congresos, seminarios, publicaciones, institutos, cursos y demás actividades nacidas alrededor de este apasionante mundo de las conductas de las máquinas y la vida, sigue perfilándose y precisándose, enriqueciéndose y robusteciéndose esta recién nacida disciplina que ya, universalmente, se designa como Cibernética.

¹¹ El año 1962 en noviembre fue publicada una segunda edición de este libro extraordinario, corregido y con dos nuevos capítulos

Cibernética, una Definición.

Voy a tratar de configurar la definición prometida en el primer párrafo de este capítulo; pero lo haré con cautela y, naturalmente, no en una frase sino a través de comentarios y anotaciones de algo de lo mucho que ya se ha dicho y escrito sobre el asunto.

Empezaré, naturalmente, con el profesor Wiener su libro básico "Cibernética", y el varias veces mencionado subtítulo.

De inmediato surge la pregunta: ¿Era necesario crear una ciencia nueva para estos estudios? ¿No existían diversos campos muy especializados dedicados al análisis de la morfología y el funcionamiento de las máquinas y los seres vivos? El estudiarlos juntos, ¿implicaba alguna diferencia? Por otra parte, la referencia, aparentemente tan limitativa, al control y a las comunicaciones, ¿tenía justificación v algún voluntario significado?

Espero que, tratando de contestar, aunque sólo sea en sus aspectos más generales estas preguntas, lograré avanzar los primeros pasos.

Dos Mundos que se encuentran.

Seres vivos y mecanismos. Antes de la cibernética, lo digo exagerando un poco, los organismos vivos, su funcionamiento, reacciones y controles eran considerados pertenecientes a un mundo, no sólo ajeno, sino que totalmente diferente al de los verdaderos mecanismos, las máquinas creadas por el hombre. El vocablo mecanismo, fuera del mundo de la Física o de ciertas tecnologías anejas a ella, se usaba sólo metafóricamente. Muchos ponían entre estos dos mundos, el de lo vivo y el de lo mecánico, una barrera filosófica y aun religiosa: los seres vivos eran obra de Dios; las máquinas eran obra del hombre.

El "Mecanicismo" que buscó explicar los fenómenos de la vida y del espíritu a través de las leyes mecánicas del movimiento, contribuyó a hacer más profundo este divorcio entre los dos mundos. Contra lo que aseguraba esta materialista doctrina metafísica y biológica, los teleologistas y vitalistas advertían que los seres vivos y, por tanto, sus organismos, tenían conductas finalistas, es decir, perseguían

objetivos por sí mismos; en cambio, las máquinas actuaban de un modo totalmente diferente: pasivo, realizando movimientos predeterminados por sus constructores. Sin embargo, como veremos luego con más detalle, los caminos de los dos mundos habían empezado a cruzarse y pronto, máxime desde que la cibernética lo proclamó y lo hizo razón de su investigación y estudio, pudo advertirse que algunas máquinas de retroacción capaces de variar por sí mismas sus comportamientos según las circunstancias y los resultados de su trabajo, empleaban los mismos sistemas observados en la naturaleza, y llegaban hasta mostrar un sometimiento a pautas aparentemente finalistas. Y lo que es, tal vez, más trascendental: que los procesos de información, comunicación y control que intervienen o provocan el desarrollo de las conductas, tenían extraordinaria semejanza o eran los mismos, en el mundo de las máquinas y en el de los seres vivos.

Control y Comunicaciones.

Al reconocer esta analogía era lógico proponer que se estudiaran conjuntamente todas las conductas con apariencias teológicas, ya se tratase de las de la materia viva o de la materia inerte. Pero, pensará el lector, ¿por qué la frase de Wiener, que usó como subtítulo de su libro, se refiere sólo a los controles y a las comunicaciones y deja fuera, aparentemente al menos, la morfología y otras características de los organismos en cuestión?

Como era de suponerlo, las pocas palabras que forman el tan mencionado subtítulo fueron cuidadosamente seleccionadas y estudiadas por su autor, quien pretendió darles un sentido claro y estricto.

Wiener buscaba fundamentalmente el estudio de las formas de funcionamiento, de acción, de movimiento e interrelación. No se trataba de profundizar en el estudio de la estructura de los organismos o de las máquinas, sino de analizar las relaciones de estos organismos con otros, o de unas máquinas con otras, o de las máquinas con los organismos vivos. Se trataba de conocer la manera de comunicación entre ellos y sus reacciones frente al medio, frente a los mensajes o intervenciones de otros sistemas; se trataba de estudiar conductas y procedimientos.

Entonces apareció, o más bien dicho se precisó y aclaró la fundamental importancia de las formas de comunicación, de los recados que ordenaban o buscaban

respuestas y de los controles que resultaban ser también mensajes de vuelta, contestaciones de los primeros.

Y el ámbito de estas investigaciones fue adquiriendo un desarrollo no imaginado. La vida social en la que cada día, de mayor manera, las máquinas y las estructuras mecánicas están teniendo intervención, resultaba ser, en último término, un complejísimo y aparentemente enmarañado conjunto de circuitos a través de cuyos conductores iban y venían mensajes y comunicaciones que configuraban la realidad "viva" de la colectividad.

En sus publicaciones y conferencias el autor de "Cybernetics" aclara que, a su entender, el funcionamiento de nuestra sociedad y, por consiguiente, de sus componentes, podrá ser entendido sólo a través del estudio de sus mensajes y de los medios de comunicación correspondientes. Y agrega, en su apasionante Ensayo "The Human Use of Human Beings" algo que le da un ceño especial a las nuevas investigaciones. "En el futuro desarrollo de los mensajes y de los medios de comunicación inherentes, los que corresponden a las relaciones entre los hombres y las máquinas, entre las máquinas y los hombres y entre las propias máquinas entre sí, jugarán cada vez un papel más importante".

Es que, como acabo de expresar, el modo de expresión, la concreción de la realidad de la vida y la inteligencia y de los elementos que ellos manejan se realizan a través de comunicaciones v órdenes de mando o de control.

Naturalmente, hay diferencias de importancia entre los distintos tipos de mensajes y controles, concernientes a las relaciones de los seres vivos y las máquinas; pero también se presentan entre los propios seres vivos. Es indudable, por ejemplo, que bajo el término mando u orden se involucran comunicaciones que son de información y que pueden o no tener como reacción un efectivo mensaje de control. Una información que llega del exterior a nuestros sentidos, tal vez no los haga reaccionar activamente, pero puede quedar registrada en la memoria como un conocimiento, como un acervo de experiencia que influirá en una acción posterior.

Es tras la búsqueda de sistemas de investigación, de caminos para analizar este enmarañado inundo de señales de ida y vuelta que constituyen nuestra realidad, que la cibernética ha expresado el propósito de desarrollar un lenguaje y las necesarias normas y procedimientos que hagan posible enfrentar el problema del

control y las comunicaciones en general; pero también que hagan posible crear un conveniente y operante repertorio de ideas y antecedentes clasificados según las particulares manifestaciones de estos fenómenos, bajo claras y determinadas normas.

Y para todos estos estudios, trabajos de investigación y lucubración, ha sido necesario utilizar, cada día en mayor escala, técnicas y equipos complejos y un lenguaje matemático enriquecido con nuevos y difíciles sistemas de notación y cálculo.

Es por todo lo señalado que, según sea la especialización de quien consultemos o los campos a los cuales tratemos de asomarnos, la definición de Cibernética aparecerá, a primera vista, distinta y aportará elementos que no deben ser olvidados para una fórmula integral.

Teoría Matemática, Doctrina Filosófica, Mundo de los Robots.

Anotaba Georges Boulanger, el agudo presidente de la Asociación Cibernética Internacional, que para algunos esta nueva ciencia constituye una teoría matemática muy complicada; y a mi entender, ello resulta explicable por la razón antes expuesta: las teorías y las técnicas que se utilizan en el campo cibernético han debido expresarse en lenguaje matemático, atentas a una rigurosa sistematización. Cuando se pretendió postular una teoría de la información o describir una "cantidad de información" fue perentorio utilizar el lenguaje algebraico.

"Para otros", continúa Boulanger, "es una técnica de los servomecanismos o mecanismos de retroacción"; lo que también resulta comprensible ya que es este tipo de automatismo que auto corrige su acción de acuerdo con los resultados reales de ella¹², el que está siendo empleado cada día en mayor escala en los trabajos cibernéticos y cuya conducta muestra una curiosa semejanza con la de los circuitos nerviosos de los seres vivos e inteligentes.

"Otros creen que la Cibernética es la ciencia que estudia las analogías que pueden existir entre las máquinas y los seres vivos"; y ya podemos colegir que quienes así piensan, también tienen parte de razón.

¹² Véanse Capítulos 4 y 5

Finalmente, el presidente de la Asociación de Cibernética, expresa: "Para otros aun se trata de una cierta doctrina filosófica o metafísica que se dedica a estudiar el gran problema del misterio de la vida, cuando no da motivo a alguna evocación de un futuro fantástico de robots y cerebros electrónicos".

Es aquí donde ha enfocado uno de los aspectos más apasionantes de la Cibernética, pues si bien ella no es una doctrina filosófica ni metafísica, es indudable que está impulsando un progreso y un avance en el desarrollo de la vida y en el servicio de los elementos creados por el hombre para protegerla, satisfacerla y perfeccionarla, que tienen una incuestionable proyección en el campo filosófico. Si a esto se agrega que la investigación y el pensamiento mancomunados de los campos mecánicos y biológicos están permitiendo conocer muchos aspectos y características del proceso vital hasta ayer desconocidos, tendremos que aceptar el papel que estas nuevas disciplinas están jugando en la posición del hombre frente a su destino.

Y cosa curiosa: la descripción que Boulanger sugiere al término de su comentario, como la más sencilla y concisa, es: "La ciencia de los robots", que tiene a mi entender la condición de ser ilimitada, sugerente y aun misteriosa. Porque, ¿qué son los robots? Máquinas cibernéticas. Y estamos así nuevamente en el círculo hermético del cual resulta muy difícil salir.

Desarrollo y Perfeccionamiento del Hombre.

A mi entender, lo apasionante de este nuevo campo de investigación y estudio del comportamiento de las máquinas y de los seres inteligentes y de sus relaciones y medios de comunicación, estriba en que las máquinas, artificios mecánicos creados por el hombre para ayudarse en su desarrollo y perfeccionamiento, están adquiriendo calidades y condiciones que les permiten ya no sólo aumentar la "fuerza" de su creador, por así decirlo, sino también darle los medios de utilizar su inteligencia en forma más eficaz, con menos desgaste y con resultados asombrosamente más rápidos, y que, además, en sus nuevas intervenciones están utilizando, cada día más ampliamente, los modos de acción de los seres vivos.

Y se avizora la combinación máquina-organismo cada vez más estrecha; se ve venir el perfeccionamiento del soma del hombre, su mejor y más larga conservación, y

con la ayuda de organismos cibernéticas, su adaptación a medios que resultaban actualmente inapropiados para su supervivencia.

Y como una nueva luz también se anuncian sistemas, dispositivos, ambientes o condiciones capaces de aumentar la propia inteligencia del hombre, o por lo menos de acelerar su evolución y progreso y hasta la entrada en el campo de los fenómenos extra sensoriales o de súper consciencia. Llegados a estos territorios, algunos se preguntan: ¿estará el hombre, con estas búsquedas, violando las leyes de la naturaleza? ¿Podrá pensarse que está corrigiendo, orgullosamente loco, la obra de Dios?

Opino que no cabe ya a estas alturas del progreso científico y de la cultura filosófica, pensar de tal manera. El hombre está utilizando la inteligencia que ha logrado obtener en esta prodigiosa evolución, para mí teleológica, en su cabal perfeccionamiento. Y es lo que le corresponde hacer; primero el progreso evolutivo se realizó empujado por las fuerzas ciegas del instinto y por las leyes de la vida; ahora, acelerará su ritmo con la intervención consciente del propio hombre, capaz de aprovechar para su beneficio todos los elementos y los medios disponibles en la naturaleza y de adaptar las características de su organismo material e intelectual a su perfeccionamiento y desarrollo.

Aunque apenas estamos levantando el velo en este novedoso campo, ya podría el lector preguntarme, como yo lo hice hace pocos meses al Dr. Wiener en Massachusetts: ¿Vamos a hablar de sueños y fantasías o de realidades? Y yo debería contestarle, como él lo hizo (perdón por la inmodestia de la comparación): "Eso no tiene importancia, pues en los sueños de hoy está el germen de las realidades de mañana".

Capítulo 3

Algo más Sobre el Mismo Tema

Después de la reseña vaga y, seguramente incompleta del capítulo anterior, creo del caso volver sobre algunos aspectos que caracterizan a la cibernética y, que se refieren, en especial, a los métodos con que esta nueva disciplina actúa en el campo de las realizaciones, investigaciones o discusiones que a diario surgen en sus dominios.

Conductas, Comportamientos.

Desde luego debo insistir en que una de las peculiaridades de la cibernética consiste en que ella no estudia objetos, no estudia la conformación de una máquina o de un sistema nervioso; no se preocupa de lo que esos objetos "son", sino de lo que "hacen". Estudia conductas, comportamientos, independientemente de las morfologías de los entes o sistemas que así actúan.

La cibernética es "esencialmente funcional y, conductista", como dice Ross Ashby.

Es por esto que, según lo expresa el subtítulo de la obra inicial de Wiener, sus enfoques se refieren a regulación y control, a coordinación; sus búsquedas se interesan por las comunicaciones que son manifestaciones de determinados procederes. Y al estudiar las posibilidades de regularlas, reproducirlas, determinarlas o controlarlas, o aun provocarlas, la nueva ciencia no depende de modo fundamental de las leyes de la física o de las propiedades de la materia; éstas sólo la afectan o le atañen en forma indirecta.

Ahora bien, esta preocupación "conductista" hace que la cibernética, teóricamente al menos, no pare mientes en la existencia o realidad de la máquina u organismos que estudia; ella considera sistemas "posibles", entendiendo por posibilidad aun los planteamientos o realizaciones teóricas. Es decir, no tiene importancia o la tiene muy secundaria, el que la máquina haya sido construida o no pueda serlo, o que el ser o la estructura fisiológica considerada no se dé en la naturaleza.

Irrealidades Cibernéticas.

De lo anterior parecería desprenderse, y en cierto sentido es verdad, que la cibernética estudia estructuras generales dentro de las cuales pueden caber o no máquinas u organismos singulares. Y es por ello que Ashby puede afirmar: "La cibernética es indiferente al reproche de que algunas máquinas que ella estudia no estén incluidas entre las que encontramos entre nosotros".

Por lo demás, esta técnica, aparentemente extraña, ha sido empleada desde antiguo por diversas ramas de la ciencia. La físico-matemática maneja, por ejemplo, gases perfectos que no existen ni existirán nunca, y resortes sin masa y partículas con masa, pero sin volumen; la geometría describe y analiza formas objetivamente inexistentes como el punto, la línea recta o la esfera. Se trata de configuraciones, sistemas de cálculo, investigación o raciocinio, que han permitido, no obstante su irrealidad, lucubrar teorizaciones sobre las que se afirman innumerables aplicaciones prácticas.

Repetimos pues: nuestra ciencia estudia las realizaciones "posibles" entre máquina y máquina, o entre organismo y organismo, o entre máquina y organismo, entendiendo esta posibilidad en el ámbito teórico que, en determinados casos, puede acomodarse al ámbito cierto. Encara un mundo potencial mucho más vasto y amplio que el real; y llegado el momento adapta a ese mundo el caso o la restricción que impone la realidad.

Vocabulario único e Integración de Especialidades.

Veamos, ahora, algunos de los instrumentos y métodos que la cibernética emplea:

En primer lugar, es de especial importancia destacar su búsqueda de integraciones; su orientación hacia la unión de especialistas, investigadores y pensadores de distintos campos para que combinen sus esfuerzos; ello por el convencimiento de que todos los fenómenos de comportamiento tienen nexos comunes y claros parentescos.

Pero, para hacer esta integración, para acercar a hombres con disciplinas distintas o puntos de vista a veces muy lejanos, es indispensable, como primera condición, crear un lenguaje común, un vocabulario único, un conjunto también peculiar y bien determinado de conceptos que permitan la representación adecuada de los diversos tipos de campos que se pretende integrar. Esto, naturalmente, obliga a abatir

algunos de los muros que separan a los particulares territorios científicos y muchos prejuicios conceptuales.

En esta búsqueda se ha puesto en evidencia que la suma de las zonas que abarcan las especialidades no cubre el universo todo de los temas o problemas existentes. Quedan muchas zonas inexploradas en las cuales, quizás, pueden encontrarse las soluciones de algunas de las incógnitas que preocupan a los de otras zonas vecinas¹³. Otras veces los campos especializados se traslapan y los mismos problemas se estudian con antecedentes diferentes o incompletos, y con notaciones, métodos de expresión y terminologías desconocidos para los demás, limitándose así la posibilidad de intercambiar y difundir los conocimientos adquiridos.

Alguien escribió que desde Leibniz no había existido otro hombre capaz de dominar toda la actividad intelectual de una época. Ello no es sólo debido a la alta capacidad del gran filósofo y matemático, sino a que, desde entonces, se ha acrecentado la labor de las especializaciones en campos que tienden a ser cada vez más múltiples y al mismo tiempo más estrechos y restringidos. Es difícil, si no imposible, que alguien pueda llamarse hoy un físico o un biólogo cabal. Fuera de que la extensión de cada ciencia ha adquirido dimensiones inconmensurables, la subterránea interrelación entre todas ellas hace irrealizable el conocimiento pleno e integral de sus dominios.

Además, como ya expresé, las diversas especializaciones han explorado sus territorios con técnicas y puntos de vista diferentes y con fines, muchas veces, totalmente dispares. En algunos casos, se ha procedido con actitud y mentalidad puramente matemáticas, en otros con alcances estadísticos, tras la exploración de la ciencia o de la ingeniería eléctrica, de la neuropsicología, de la filosofía y aun de la utilización material de los resultados. En estas investigaciones, cada nueva noción o elemento recibió distintos nombres según el especialista o el grupo de sus cultores y, en muchos casos, los trabajos se repitieron, duplicaron o triplicaron, mientras las búsquedas en zonas intermedias eran postergadas, demoradas o dejadas de mano por falta de interés o simplemente de conocimientos o informaciones que eran, sin embargo, básicos o aún cíclica rutina en alguna otra especialidad.

¹³ "En estas regiones fronterizas es donde se encuentran las más ricas oportunidades al investigador calificado", ha escrito nuestro mentor Norbert Wiener.

Parece evidente que si la dificultad de un problema de fisiología es matemática, diez fisiólogos que no sepan matemáticas llegarán exactamente tan lejos como uno solo sí ellos, y no más. Y si un fisiólogo que no sabe matemáticas trabaja con un matemático que no sabe fisiología, el primero será incapaz de colocar el problema en términos asimilables para su colaborador, mientras el segundo no sabrá encontrar los resultados o respuestas si el que hace las formulaciones o las preguntas no las presenta en formas para él comprensibles.

Naturalmente que el matemático no necesita conocer el arte ni tener la destreza o la habilidad necesaria para realizar un experimento fisiológico, pero debe ser capaz de entender el experimento para criticarlo o sugerir cambios o modificaciones; como tampoco es necesario que el fisiólogo sea capaz de demostrar un determinado teorema, pero sí es indispensable que pueda concebir su significado para indicar al matemático qué es lo que éste debe buscar.

Los especialistas en cada campo siguen siendo indispensables, pero es cada vez más necesaria también la existencia de individuos con suficientes conocimientos generales y de los campos vecinos especializados, para ver los problemas desde horizontes más amplios y con un constructivo sentido de integración.

Es interesante anotar, en forma específica, que cada día ha quedado más claro el que la resolución de los problemas mecánicos de las máquinas resulta más sencilla si se conocen los mecanismos fisiológicos de los fenómenos vitales y, a la inversa, que una investigación en un organismo vivo se simplifica o se hace más eficaz si se conocen las leyes mecánicas.

Pero, para este trabajo en común, para esta coordinación, es indispensable que todos los participantes, como lo acabamos de anotar, "hablen el mismo idioma" y usen conceptos similares y adecuados.

Cuando en las primeras andanzas el Profesor Wiener invitó a fisiólogos, ingenieros mecánicos, filósofos o psiquiatras a la mesa en que matemáticos y físico-matemáticos discutían problemas relacionados con las comunicaciones y su control, bien pronto se dio cuenta de que se había metido en una Torre de Babel.

Los diseñadores de servomecanismos hablaban de pilotos automáticos, de circuitos electrónicos, o de realimentación negativa; mientras tanto el fisiólogo hablaba de homeostasis, de citoplasma básico, de mitocondrios y de cromosomas como

elementos fundamentales de la célula viva. Así los genes y los ácidos nucleicos se cruzaban con las derivadas, matrices o infinitamente pequeños; y las similitudes de funcionamiento entre los servomecanismos y los dispositivos homeostáticos capaces de mantener el equilibrio vital, pasaban inadvertidos.

En cambio, ahora sentados alrededor de una mesa en la que se habla un lenguaje común y se tienen conceptos semejantes para representar o interpretar los distintos sistemas, ya la resolución de los problemas que se plantean tiene mucho avanzado.

Y puede entonces enfrentarse el estudio de casos que parecían impenetrables: los llamados sistemas complejos, tales como el funcionamiento de la corteza cerebral o el de la sociedad humana. La cibernética ya posee métodos para tratar el "complejo" como un todo autónomo sin tener que "desarmarlo" y convertirlo en sus piezas componentes como hace un niño con sus juguetes, dejando sobre el suelo, separadas, una serie de partes que nada dicen de cómo funciona el todo.

La cibernética, y éste es uno de sus mayores atractivos, "ofrece la esperanza de proporcionar métodos efectivos para el estudio y el control de sistemas que intrínsecamente son complejos en extremo, métodos esenciales para atacar los males psicológicos, sociales, económicos, que hasta el presente nos han estado derrotando por su complejidad intrínseca"¹⁴.

Conceptos fundamentales.

No cabría en esta reseña exponer en detalle todos los conceptos que la cibernética ha señalado como fundamentales; pero, como simple orientación para el lector, me parece del caso enumerar y referirme, aunque sea muy superficialmente, a algunos de clara importancia.

El primer concepto que fue necesario precisar y aclarar, tal vez el más importante, fue el de "cambio o variación". Desde luego, debió establecerse que el concepto de cambio involucra el de diferencia, pero tratando de prescindir de las demasiado pequeñas, infinitesimales y que se producen en forma continua, atenuadas al cálculo matemático diferencial; las variaciones consideradas debieron reducirse a unidades o saltos mensurables. Si se trataba de variaciones del dinero, por ejemplo, se supuso que ellas se realizaban en forma discontinua por cantidades no inferiores a

¹⁴ Introducción a la Cibernética. W. Ross Ashby.

las de un centavo; si se hablaba de crecimiento, debían considerarse pequeños pasos, pequeñas porciones de aumento. Así, siendo las diferencias entre dos posiciones finitas y mensurables, las comparaciones entre ellas podían decidirse por la simple acción de contar¹⁵.

Ahora, para que el lector pueda tener una noción general más clara de algunos procedimientos empleados, voy a plantear un ejemplo sencillo.

Supongamos que queremos analizar los cambios acaecidos con la aplicación de calor a un cuerpo sólido o líquido.

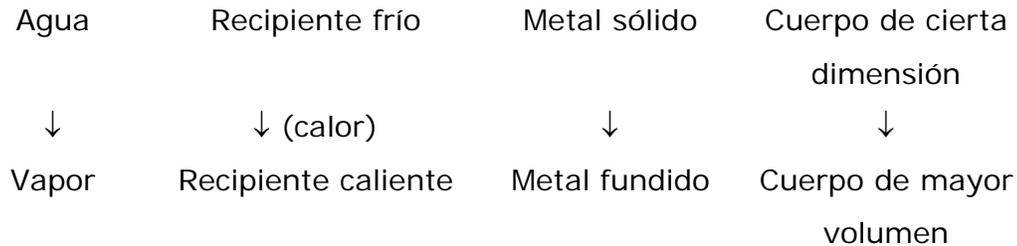
Si imaginamos un recipiente que contiene agua y le aplicamos calor, podremos conseguir un cambio bien determinado: el líquido se convertirá en vapor. El elemento sobre el cual se actúa (agua) se designa con el nombre de operando. El factor aplicado para el cambio (calor) se designa por operador y aquel en el cual el operando se transforma (vapor), se llama transformada. El cambio ocurrido recibe el nombre de transición y se representa por la siguiente forma de notación:

Agua		Operador	}	
↓	(calor)	Operando	}	Transición
Vapor		Transformada	}	

La transición queda claramente especificada por los estados inicial (operando) y final (transformada) y por las indicaciones de qué cambia qué y en qué (el calor cambia el agua en vapor).

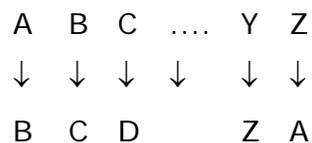
¹⁵ Ya sabemos, por otra parte, que el "Natura non facit saltus" de los clásicos, ha quedado abolido; Planck se encargó de borrarlo definitivamente.

Pero rara vez al aplicar la acción de un operador se produce una sola transición. En el caso señalado, podríamos agregar varios cambios que pueden operarse cuando aplicamos calor a un sólido o a un líquido. Por ejemplo:



Tal conjunto de transiciones en un conjunto de operandos comunes se llama una transformación

En un campo de notación más típicamente matemático, podríamos citar otro ejemplo: Un código telegráfico que contemple el convertir a cada letra en la siguiente (La A se convierte en B, la B en C... y la Z en A). Así, si se desea enviar en un mensaje la palabra MANO, debe transmitirse NBOP y esta transferencia se escribe como sigue:



Este tipo de transformaciones puede complicarse, como es de suponer, casi indefinidamente. En los casos más complejos se utiliza otra tipo de representación llamado "matriz"; se trata de esquemas numéricos o notaciones que señalan relaciones recíprocas, cambios simples, cambios repetidos, eliminaciones, condiciones de prioridad, productos, etc. Y cuando la matriz resulta demasiado compleja, se la visualiza con gráficos cinemáticos y así se transita por caminos cada vez más complicados y más típicamente matemáticos¹⁶. Pero no es, naturalmente,

¹⁶ Véase ejemplo al final de este capítulo.

el caso de adentrarme por estos parajes que me llevarían a planteamientos ajenos a la índole de este libro.

Siguiendo en la presentación de otros conceptos podría citar una descripción a primera vista desconcertante. Se trata de la noción de máquina, que de acuerdo con el espíritu de la cibernética, interesada, como he dicho, por los cambios y no por la constitución morfológica de los sistemas, se la define simplemente como "un sistema que se comporta de la misma manera que una transformación en forma cerrada"

Es indudable que la definición a primera vista vaga, al no referirse a un objeto ni siquiera a una estructura mecánica determinada, resulta para el no familiarizado con este modo de expresión, casi incomprensible. Es que ello tiene en consideración sólo la forma de comportamiento y está concebida para las mentalidades cibernéticas. Cosa semejante ocurre con la concreción del concepto de "estado", que se define como "cualquiera condición o propiedad bien determinada que puede reconocerse si se vuelve a producir".

Y así se puebla el campo de símbolos y concepciones característicos, expresados en un lenguaje eminentemente conductista en el que se van incluyendo, por lo precisos, cada día mayor número de términos de origen matemático que facilitan el diálogo y la expresión de fenómenos complejos que exigen, para ser expresados, que las palabras se manejen con esmero y exactitud. Sólo de este modo lograrán reflejar con cierta realidad el sentido de la búsqueda que realizan los hombres de ciencia, inconscientemente seducidos por este apasionante juego intelectual.

Pensamiento Lineal y Pensamiento matemático.

Resulta difícil, para quienes no tienen una educación científica o de sistematización matemática, imaginar cómo, dentro de la maraña que forman los datos, características particulares y correlaciones de los fenómenos conductistas, puede encontrarse el hilo racional que ha de permitir desenredar la madeja y ovillarla ordenadamente.

Sin embargo, la simple lógica, el uso del pensamiento cartesiano clásico de tipo lineal, pueden lograr, a veces trabajosamente, este objetivo Pero también lo alcanza más rápidamente y con menos fatiga, sobre todo en los casos complejos, el llamado

pensamiento matemático o matricial, susceptible, además, de poder realizarse a través de máquinas de cálculo.

Una somera definición de ambos sistemas, más que de pensamiento, de raciocinio, y un par de ejemplos, me permitirán aclarar lo que acabo de expresar y, además, mostrar la diferencia entre los dos métodos. También, de este modo podrá apreciarse la poderosa ayuda que la nueva dialéctica matemática aporta al avance científico y tecnológico.

El raciocinio llamado cartesiano, porque fue planteado y analizado por Descartes, parte del convencimiento de que en todo pensamiento debe existir un camino que lleva a la verdad y que para ello debe aplicarse una regla muy simple: "No admitir otras proposiciones que aquellas cuya verdad sea tan clara que no sea posible dudar de ellas". No admitir como verdadero sino lo evidente, no aceptar sino aquello que no es susceptible de duda.

Sin embargo, para resolver sobre la verdad del raciocinio se utiliza un camino que los matemáticos llaman "de trayectoria lineal"; es decir, se va de un punto a otro cercano, y del otro al que sigue, y así sucesivamente, siguiendo una línea, un movimiento de una dimensión

Y en este modo de desplazarse y de avanzar del raciocinio, está su eventual falla, a pesar del propósito de no aceptar otras proposiciones que aquellas cuya verdad (ateniéndose al proceso inductivo y deductivo del caso) sea tan clara que no sea posible dudar de ella. En efecto, para llegar a nuevas conclusiones no cabe considerar sino las proposiciones lógicas que puedan obtenerse siguiendo un razonamiento secuencialmente inductivo y deductivo.

Como ejemplo de raciocinio lineal, en este caso improductivo, puedo repetir el tan conocido que deriva de la frase de Epiménides de Creta: "Los cretenses son mentirosos".

El procedimiento simplemente deductivo, lineal, argumenta: Si Epiménides es cretense y los cretenses son mentirosos, su afirmación es falsa y los cretenses no son mentirosos ... Pero si los cretenses no son mentirosos, lo que ha dicho Epiménides es verdadero y los cretenses son mentirosos ... Y si seguimos en el camino que tenemos delante nos internaremos en un laberinto cerrado siguiendo tras un raciocinio aparentemente lógico, hilo de Ariadna que nos guía: un raciocinio

inductivo y deductivo que nos permite en cada etapa, ver solamente el próximo punto del camino ... Para liberarnos, para abrir la puerta de escape, tendríamos que elevarnos sobre las murallas del Dédalo que nos ocultan su verdadera forma y dirección, y tratar de divisar dónde queda la salida. Dicho de otro modo, deberíamos estudiar el problema que deseamos resolver usando todos los datos a nuestro alcance y sometiéndonos al rigorismo epistemológico: confrontar en cada paso nuestro pensamiento con la realidad.

Es decir, hay, que quebrar el método empleado de raciocinio con anteojeras, con vista sólo hacia adelante, sin horizonte. Debemos emplear el pensamiento matricial que es más complejo y que es integral, porque tiene en cuenta las distintas circunstancias que hacen variar la conclusión que tratamos de elaborar en nuestra mente; él considera la relatividad de las deducciones efectuadas por los distintos factores.

En el ejemplo que estamos analizando, el pensamiento matricial apuntaría: Epiménides es cretense, cierto. Todos los cretenses son mentirosos; ¿podemos aceptar esta afirmación tan rotunda?, ¿o algunos cretenses, en ciertos casos, aunque fueran la excepción, podrían decir la verdad? ¿Es posible que alguien siempre falte a la verdad? Y si así fuera la deducción siguiente que habíamos obtenido de la primera afirmación de Epiménides tendría relativa validez. Y sería necesario analizarla para saber, categóricamente, si el propio Epiménides es mentiroso, si lo es siempre, si lo fue al hacer esta afirmación y si existen otros antecedentes sobre la veracidad de los cretenses, y según esto sacar conclusiones.

Nos hemos levantado de la trayectoria de punto a punto, para raciocinar teniendo delante de nosotros no un camino lineal de una sola dimensión, sino tal vez usando la metáfora geométrica, en lugar de una línea (pensamiento lineal), una superficie de dos dimensiones o un espacio de tres

Como ejemplo claramente demostrativo del pensamiento matemático, presentaré otro ejemplo propuesto por Ashby que servirá también para mostrar un problema en que se manejan sólo comportamientos. Resulta, además, curioso hacer ver cómo es de importante la cuidadosa observación y ordenamiento de las conductas, relaciones y secuencias de los distintos fenómenos en juego, para captar primero su

existencia, después la posibilidad de reproducir el comportamiento del sistema y, por último, de manejarlo¹⁷.

El sugerente ejemplo aparece en una carta que lleva este extraño membrete:

*"Mansión Sepulcral
Encrucijada del Ingenio
Distrito de los Embrujados".*

Y dice así:

"Querido amigo:

Hace algún tiempo compré esta casa vieja, pero descubrí que en ella se escuchaban dos ruidos fantasmales: un canto lascivo y una risa sarcástica. En consecuencia, la casa resulta muy poco habitable. Sin embargo, aún queda una esperanza, pues gracias a algunas comprobaciones, he observado que el comportamiento de dichos ruidos está sujeto a ciertas leyes, oscuras, pero infalibles, y que tanto el canto como la risa pueden ser afectados si toco el órgano o quemo incienso.

A cada minuto, cada ruido o bien se deja oír, o bien cesa: no hay gradación. Lo que hará cada uno en el lapso de un minuto depende de lo que sucedía en el minuto anterior, exactamente de esta manera: el canto permanecerá igual que en el minuto anterior (se le escuchará o no) a menos que haya habido música de órgano y no haya habido risa, en cuyo caso el canto se transformará en lo opuesto: si sonaba callará y viceversa.

En lo que respecta a la risa, si se quema incienso, sonará o no de acuerdo con que el canto se escuchase o no (de manera que la risa remeda al canto un minuto más tarde). Si no se quema incienso, la risa hará lo opuesto de lo que hacía el canto.

En el minuto en que escribo oigo ambos, risa y canto. Dígame, por favor, cómo proceder con el incienso y el órgano para silenciar la casa y que permanezca así".

¹⁷ Parece indudable que una de las características fundamentales de nuestra época, en lo que concierne a los procesos intelectuales, es el paso progresivo e irreversible del pensamiento lineal al pensamiento matricial y, como lo ha dicho Pierre Demarne, "todo hace pensar que la sustitución del pensamiento lineal por el matricial, tendrá la misma importancia que tuvo hace algunos siglos el cambio del pensamiento escolástico por el cartesiano".

Este problema, como otros semejantes, puede ser resuelto a través de un proceso de lógica lineal, con la ayuda de anotaciones y ensayos. Naturalmente que para ello se requiere de una capacidad de concentración poco corriente, de una mente sistematizada y de un cierto sentido de ordenación. Es fácil comprender que el trabajo resulta largo, engorroso y se llega a la solución realmente por eliminación y tanteo.

Pero, afortunadamente, el pensamiento matricial resulta mucho más expedito y, aun, susceptible de ser utilizado a través de equipos electrónicos de cálculo. Veamos cómo funciona.

Explicaré, en primer lugar, en qué consiste el sistema y después, simplificando el razonamiento, trataré de encontrar la solución para nuestra misteriosa mansión sepulcral. Así se verá cómo se articula la lógica matricial o matemática y cómo los fenómenos que muestran una mantenida interdependencia y una correlación fija, permiten descubrir comportamientos futuros y, por tanto fijar y obtener también objetivos a través de un procedimiento deductivo sistematizado.

Empecemos por establecer la necesaria notación. Llamaremos:

C = Canto

R = Risa

X = Música cie órgano

Y = Combustión de incienso.

Acordemos en seguida designar por 0 el hecho de No producirse el fenómeno, y por 1 el hecho de si producirse el fenómeno. Anotaremos en seguida en una línea horizontal todas las posibles combinaciones del canto C y la risa R:

	00	01	10	11
	No Canto	No Canto	Si Canto	Si Canto
	No Risa	Si Risa	No Risa	Si Risa

En seguida, en una columna vertical anotaremos todas las posibles combinaciones de la música y del incienso:

00	NO música	NO incienso
01	NO música	SI incienso
10	SI música	NO incienso
11	SI música	SI incienso

Colocaremos la línea y la columna en posición cuadrangular:

	(C y R)				
música		00	01	10	11
e	00				
incienso	01				
(X, Y)	10				
	11				

La primera línea horizontal la llamaremos "minuto actual", ya que los fenómenos, según la carta, se producen por espacio de un minuto cada uno. La segunda línea será el minuto siguiente, y así sucesivamente. Trataremos, en seguida, de llenar los espacios vacíos de los minutos siguientes de acuerdo con las condiciones que han sido impuestas.

¿Qué puede suceder en el minuto siguiente al actual?

Desde luego, y siempre que tengamos $X = 0$ e $Y = 0$, que es lo que aparece a la izquierda de la primera columna, o sea, siempre que no haya incienso ni música, si en el minuto anterior no había ni canto ni risa ($C = 0, R = 0$), en el actual no podrá haber C pero sí podrá haber R (01). Si no había C, pero sí había R en el minuto anterior, en el siguiente, manteniendo siempre que no haya música ni incienso, tendremos también $C = 0, R = 1$ (01).

Si había C y no R, habrá nuevamente C y no R y si hubo C y R (11), habrá C y no R (10). Así, escribimos en la línea siguiente en los espacios que teníamos desocupados:

01 01 10 10

En esta forma, si seguimos las indicaciones precisas de la carta, podemos llenar todos los espacios y constituir la matriz del problema que quedará finalmente compuesta del siguiente modo:

		(C y R)			
música e incienso (X, Y)		00	01	10	11
	00	01	01	10	10
	01	00	00	11	11
	10	11	01	00	10
	11	10	00	01	11

Hemos logrado esquematizar, a través de símbolos convencionales, todas las condiciones del problema, dándole forma de una matriz, la cual corresponde ahora utilizar en busca de la solución.

Según se expresa en la carta, en el último párrafo, cuando el autor terminaba de escribirla, había canto y risa. Si tomamos este momento como minuto inicial, debemos considerar la situación representada por el símbolo 11. Esta condición aparece en el minuto actual de nuestra matriz en el último casillero de la derecha.

Partiendo de este casillero, bajamos por la columna correspondiente en busca de 00 (C = 0, R = 0), en alguno de los minutos siguientes, que es lo que vamos a perseguir. Desgraciadamente en esta columna no se presenta esta condición; los dos más cercanos son 10 en la segunda línea y 10 en la cuarta. Ensayaremos con 10 de la segunda, para lo cual trasladaremos esta condición al minuto actual: cuarto casillero de la primera línea. Bajaremos por la columna respectiva y encontraremos en la cuarta línea lo que andábamos buscando (00). Esta condición la volvemos a llevar al minuto actual (primera línea, segunda columna), y bajamos por ella y encontramos en la tercera línea nuevamente 00. Este símbolo lo llevamos al minuto actual, bajamos por la columna y se vuelve a repetir el mismo resultado, el cual habrá de mantenerse indefinidamente.

Es decir, estamos estabilizados en la tercera línea frente a 01 de la primera columna ($X = 0, Y = 1$), que señala la NO existencia de música y SI de incienso. Eso nos indica que para mantener la estabilización, debemos quemar incienso y no tocar música. De este modo, la casa permanecerá libre de risa y de canto.

Aunque la condición impuesta de mantener encendido permanentemente un brasero con incienso no deja de tener su complicación, es indudable que el dueño la adoptará para verse libre de los espeluznantes ruidos que embrujan la casa.

Si el lector emplea su imaginación, comprenderá todo el mundo de posibilidades que tiene el sistema expuesto, que está siendo empleado en las máquinas electrónicas de calcular como ayuda al raciocinio inteligente. Se fijan en una tarjeta perforada o en un marco de circuito de conexiones las diversas condiciones de información que tenemos anotadas en la matriz. En seguida estableceremos a través de contactos o botones de la máquina, las condiciones finales buscadas, en nuestro caso $C = 0, R = 0$; ponernos en movimiento el mecanismo y en fracciones de segundo recorrerá todo el campo de posibilidades, sujetándose a las exigencias impuestas y nos dirá: Queme incienso. El proceso lógico e intelectual del hombre se ha mecanizado a través de un sistema que aparentemente se presenta como misterioso, pero que es perfectamente consecuente.

La Caja Negra.

Por último, para que el lector pueda apreciar algunas otras intimidades domésticas de la nueva ciencia, deseo referirme a un conocido tipo de problema enfrentado constantemente en los trabajos cibernéticos y que muestra otra de las encrucijadas que el investigador debe sortear en el complejo desarrollo del mundo de "sistemas" en que vive, usando también un raciocinio deductivo. Me refiero al llamado problema de la "caja negra", en el cual se busca deducir la conformación de un determinado sistema a través de su conducta o, sin conocer la estructura o la morfología de éste, prever su reacción frente a determinados estímulos o sollicitaciones.

El problema y su nombre nacieron en el campo de la ingeniería eléctrica.

Se proporciona al investigador una caja cerrada con dos terminales de entradas y dos de salida. El operador, sin conocer las conexiones, dispositivos o circuitos

encerrados en el interior, debe, aplicando tensiones, alimentando el conjunto con corrientes conocidas o produciendo cualquier otro tipo de perturbación en los terminales de entrada, medir y analizar las reacciones aparecidas en los de salida y tratar de deducir, hasta donde sea posible, el contenido de la caja o, por lo menos, su usual modo de comportamiento

Este tipo de "rompecabezas" se presenta a diario en la práctica. Sin ir más lejos, el médico que somete a un enfermo a examen se encuentra muchas veces frente a una "caja negra" a la cual somete a perturbaciones o a acciones sin poder "abrir" al paciente para ver cómo trabajan los órganos o sistemas internos y aun su cerebro. El organismo reacciona en determinada forma que le permite a él, al médico, conocer lo que en el interior sucede o el método a que atienen sus reacciones. El caso más elemental del niño que, sin la llave del caso, hurga una chapa con una herramienta o un alambre, deseoso de hacerla funcionar, sin abrirla, se refiere también a una caja negra. Y muchos investigadores que atisban en el interior del átomo o en ámbitos en los cuales se mueven los corpúsculos del microcosmos deben, con paciencia, dedicación e imaginación, ante un mundo que no "ven" funcionar y cuya composición muchas veces no conocen o conocen precariamente, usar este tipo de técnicas que, si bien a primera vista parecen puramente empíricas, van adquiriendo, con la experiencia, las necesarias selecciones estadísticas y las debidas ordenaciones matemáticas, caracteres sistemáticos que permiten buscar las soluciones a través de un raciocinio lógico o con la ayuda de un dispositivo mecánico o electrónico.

Aprecio perfectamente que las enumeraciones y referencias de este capítulo quedan muy lejos de lo que podría ser una exposición científica; pero he tratado de mantenerme dentro del carácter de información general de este trabajo; en todo caso, los ejemplos propuestos sólo pretenden dar al lector algunos retazos de este apasionante mundo.

Capítulo 4

El Hombre, las Herramientas y las Maquinas

Para internarnos por el mundo de las creaciones mecánicas y a través de él llegar a los lindes donde empieza el dominio real de la Cibernética, es indispensable aclarar otros conceptos. Todos creemos tener concretos y bien precisos conocimientos de lo que es una herramienta o una máquina. Aun los que poseen cierta educación básica de mecánica piensan que saben lo que es una máquina automática o un servomecanismo. Pero, generalmente, cuando nos ponemos ante la exigencia de describir estos dispositivos en una frase o en una sentencia, frente a alguien que no conoce el asunto, advertimos que éste es más complejo de lo que habíamos pensado.

Trataré de analizar, en forma retrospectiva y sencilla, cómo fueron apareciendo en la historia del hombre estas concepciones que le han permitido un tan extraordinario dominio sobre la naturaleza; y así iré precisando las ideas y las imágenes.

Las Herramientas.

El hombre primitivo se encontró frente a la naturaleza desguarnecido de elementos de defensa y de ataque. Ni dientes, ni uñas carniceras, ni piel fuerte, ni escamas, ni siquiera pelo suficiente para protegerse de los elementos. Una estatura desmedrada y un cráneo de poca resistencia por su excesivo volumen. Pero en el volumen desproporcionado de esa caja de hueso estaba el secreto: aunque recién erguido en dos pies, el Homo Sapiens tenía ya una lucecilla brillando dentro de ella.

Para golpear más fuerte tomó en su mano una piedra o un palo; después, al amarrar la piedra al extremo del palo había creado una herramienta, que también era un arma. Para suplir la debilidad de sus dientes y de sus uñas usó tal vez, manejados con sus hábiles dedos, dientes y uñas de otros animales más fuertes que él. Y así, poco a poco, fue creando una serie de avíos que aumentaban la eficacia de sus pies y de sus manos.

Primero un tronco de árbol que luego se hizo una embarcación; duras cáscaras de frutas o conchas o trozos de madera se convierten en remos; y así el largo camino

del perfeccionamiento dio al animal pensante una posición activa frente a la naturaleza y señaló una actitud permanente destinada a satisfacer sus ambiciones de dominio y de progreso, con el concurso de su inteligencia, de su imaginación y de su habilidad que suplieron, sobradamente, sus debilidades físicas.

Conviene a esta altura que precise qué son las herramientas, para distinguir las de las máquinas que, según veremos, corresponden a un proceso de creación muy diferente. Un martillo es una herramienta porque aumenta la fuerza del golpe del brazo de quien lo utiliza; un cuchillo es una herramienta porque le da filo y dureza a la mano; herramientas o instrumentos son los remos que multiplican el esfuerzo que contra el agua realiza el remero. Y herramientas también o instrumentos, o "trebejos", como decían nuestros mayores, son los anteojos que aumentan el poder de la vista y todos aquellos utensilios que requieren de la destreza y la fuerza del hombre para ser empleados y que constituyen para éste un refuerzo que no le agrega habilidad, que no le agrega pericia, sino que le da una oportunidad para ejercer, más plenamente, con mayor eficacia, sus medios personales de acción.

Pierre de Latil, en un interesante volumen¹⁸ da la siguiente definición que perfecciona la que acabo de proponer: "Herramienta es un objeto pasivo pero que, utilizado por quien trabaja, aumenta su capacidad y le da aun propiedades que no tiene con las manos desnudas". "La herramienta participa de la acción humana y la prolonga; es, pues, un utensilio o un aditamento material que el hombre agrega a sus órganos para mejorar o aumentar sus fuerzas, su precisión, su rapidez de ejecución; la herramienta, repito, aumenta la eficacia y el rendimiento de la acción". Bergson la había definido ya como "un órgano postizo que prolonga el organismo natural".

Con la ayuda de estos aperos a los cuales el uso del "hierro" (Ferramentum - herramienta, instrumento de hierro) dio extraordinaria diversidad y solidez, el hombre fue perfeccionando sus métodos y aumentó sus capacidades. Y así nacieron los artesanos, los mecánicos, los técnicos que creaban sus propios enseres y los utilizaban con la ayuda de sus experiencias, de sus talentos y educación. Pero es muy importante repetirlo: la herramienta no le da habilidad a quien la emplea, sólo aumenta su eficacia.

¹⁸ La Pensée Artificielle. Pierre de Latil.

Las Máquinas.

Pues bien, en este proceso de perfeccionamiento y esfuerzo, un día el hombre tuvo una idea nueva, o tal vez una intuición. Buscó el medio de transferir a un artefacto mecánico su habilidad, su pericia de artesano o de técnico. Los primeros ensayos fueron de extrema simplicidad; pero lograron que quien utilizara este "mechane", este artefacto, esta máquina, aumentara con ella su maestría en el trabajo. Lo que antes tenía que ser realizado por un trabajador con experiencia, con destreza, con conocimientos y técnicas, podría ser hecho ahora por cualquiera a quien se le enseñara el simple manejo del nuevo aparato. Aquí, en este momento, apareció la simiente de la gran revolución industrial; aquí, en este instante crucial, nacieron los problemas y las luchas entre el capital y el trabajo; entre quienes poseyeron las máquinas y su capacidad de operación y el hombre desguarnecido de la pericia, de la maña del artesano, convertido en un número. De aquí nació la unión de los trabajadores en resistencia para hacer frente a quienes tenían el capital: los medios mecánicos y materiales del trabajo.

Este aspecto sociológico y económico del problema queda fuera del marco de este trabajo. Sólo me corresponde concretar: la máquina es una perfección mecánica, la mayor de las veces un sistema al cual los hombres le han transferido parte de lo que saben, le han dado habilidad, maestría; le han enseñado a hacer determinada operación o trabajo, ya sea por sí misma o con la colaboración de otros hombres que serían incapaces sin ella de realizarla; además, la máquina generalmente emplea un tipo de energía ajena a quien la maneja.

El ya mencionado Latil, después de revisar múltiples definiciones, llega a la siguiente, que parece bastante comprensiva, aunque, a mi parecer, no incluye con claridad el concepto de la habilidad transferida que estimo fundamental. Una máquina, dice, "es un sistema fabricado por el hombre para desarrollar una determinada acción cuando se le proporciona la energía necesaria".

Analicemos la definición palabra por palabra. Se comienza por decir que es un "sistema" porque es complejo y porque corrientemente constituye una suerte de organismo; contrariamente a la herramienta que siempre es relativamente simple.

Se agrega que está hecha para "desarrollar una acción". Es indudable que no podría considerarse máquina a algo incapaz de actuar, a algo pasivo como las herramientas. La máquina se construye con el propósito de que realice una acción perfectamente determinada y, podría agregar, una acción que muchas veces el hombre es incapaz de llevar a cabo por sí mismo.

Termina la definición refiriéndose a la necesidad de "proporcionarle energía a la máquina". Al respecto, cabe aclarar que existen algunas que emplean sólo la energía humana pero que pueden, y en la mayor parte de las veces lo hacen, utilizar energía no humana. En todo caso, y esto es importante anotarlo, la energía se le debe entregar a la máquina en forma adecuada, es decir, ya transformada y lista para que pueda utilizarla; lo cual requiere generalmente la intervención de otro tipo de máquinas, capaces de transformar la energía calórica, potencial o del tipo que se encuentre disponible en la naturaleza, en energía motriz. Pero la máquina no varía su misión ni su modo de comportarse porque varíe el tipo de energía o de motor que la accione.

De la última parte de la definición que he glosado resulta una característica de la máquina, cuya consideración nos irá llevando hacia el terreno que busco. La máquina utiliza, generalmente, dos grupos o tipos de energía: la energía de acción, que es la que efectúa el trabajo propiamente tal (rotación y avance en un torno) y la de comando o manejo (la de la mano del maestro o de algún dispositivo automático que guía la herramienta y los elementos de movimiento); en ciertos casos, ambas energías resultan difíciles de ser diferenciadas.

Las Máquinas Automáticas.

Sin embargo, para mi exposición, este asunto tiene trascendental importancia: a través de la energía de comando o de la propia y directa acción del hombre, la máquina recibe un "mensaje" y debe actuar en consecuencia. En muchas máquinas, en las llamadas de control manual, es el hombre quien, como resultado de la información o la orden que él ha recibido, hace accionar la máquina. Las máquinas automáticas, en cambio, reciben directamente la información del hombre o del medio, o como resultado del propio trabajo que están realizando. Ellas reaccionan por sí mismas frente a las contingencias de la operación que realizan y completan o

corrigen el mensaje de orden mediante uno o varios dispositivos de control que señalan si la orden inicial ha sido cumplida y cómo lo ha sido.

La orden de trabajo, pues, se transmite a través de la energía de comando y es la máquina quien la pone en ejecución. "El automatismo", se ha dicho, "consiste en la distribución por la propia máquina de su energía de comando".

Pero, suponiendo que no conociéramos lo que significa energía de comando, podría aclararse la definición de esta manera: el automatismo consiste en un mecanismo que ordena por sí mismo la variación de la acción de una máquina en el tiempo y el espacio.

Planteado el problema sobre esta definición aparece una serie de grados de automatismo según sea la independencia del dispositivo que informa u ordena con respecto a las contingencias del medio. O, dicho de otro modo, según cómo los factores externos, susceptibles de variación, son enfrentados directamente por el propio mecanismo automático¹⁹.

Para que el lector pueda acompañarme con más facilidad en este camino, creo útil recurrir a algunos ejemplos, empezando por los más sencillos: los aparatos de seguridad contra incendio, que representan un caso de automatismo interesante como primera etapa. Se trata de un dispositivo sujeto a contingencias imprevistas, pero que caben dentro de una programación general.

En los grandes edificios que quedaban desocupados en la noche se utilizaban, hace algunos años, "vigilantes nocheros" a quienes, para obligarles a revisar todos los puntos peligrosos, se les hacía marcar relojes de control colocados en los sitios de mayor peligro e importancia. Hoy día esta vigilancia ha sido reemplazada por un dispositivo automático de gran sencillez y efectividad. Antaño el nochero sabía que se había iniciado un incendio en el edificio que él debía controlar, a través de impactos externos que afectaban sus sentidos: las llamas o el humo que él veía; el calor que sentía sobre su epidermis o el olor de la combustión que llegaba a sus narices. Ahora bien, la influencia del calor sobre un aparato termostático no fue difícil utilizarla para conectar maquinarias o dispositivos que esparcían materiales anti inflamables, tales como agua o determinados productos químicos; pero fue necesario inventar un ojo electrónico, la célula fotoeléctrica, para que sucediera lo

¹⁹ Automático: de "auto", sí mismo y "mateo", desear, querer.

mismo con el humo y la luz de las llamas. Finalmente, ciertas reacciones químicas especiales sirvieron para que los gases de la combustión pusieran en marcha el dispositivo de seguridad. ¿En qué consiste, pues, finalmente, este aparato automático contra incendios? Sencillamente, en mecanismos que a través de la reacción de determinados elementos químicos, de una célula fotoeléctrica o de un termostato, actúan como "sentidos" que perciben una sombra, una luz, un determinado gas o una cierta elevación de temperatura, y accionan la energía de comando (una corriente eléctrica) que, a su vez, pone en marcha la energía motriz, encargada de provocar el funcionamiento final del aparato.

Los aparatos de seguridad contra robos están concebidos de una manera muy semejante.

Mecanismos de Retroacción (leed-back).

Para avanzar en este análisis menester es que analice otro factor, tal vez el más importante en la evolución y progreso de las máquinas automáticas y que ha resultado ser una característica que se hace presente en casi todas las manifestaciones de la vida en la naturaleza. Se trata, fundamentalmente, de que en algunos casos el resultado de una acción afecta "de vuelta" a su causa y la modifica. Se produce así el fenómeno llamado de "retroacción", en el que la falla o la imprecisión de un determinado resultado, se reflejan en la causa inicial, actúan nuevamente sobre ella y la modifican, con lo cual, podría decirse, la causa se auto corrige a través de sus propios efectos.

Este tipo de mecanismo merece que nos detengamos a examinarlo, tanto por el valor que tiene en sí mismo, como por la importancia fundamental que su acción ha ido adquiriendo en las nuevas creaciones cibernéticas.

En primer lugar, creo del caso advertir que si bien es cierto que los automatismos de retroacción están siendo perfeccionados hasta límites de asombro, y constituyen uno de los elementos de más valor en la estructuración y el funcionamiento de los prodigios mecánicos de nuestra era, ellos habían sido descubiertos y puestos en trabajo por el hombre hace ya muchos años.

Tal vez el más sencillo y conocido invento de este tipo, al cual, por supuesto, no se le había dado el suntuoso nombre de servomecanismo o mecanismo de retroacción,

es el regulador inventado por Watt para su máquina a vapor. Todo el mundo conoce el curioso dispositivo colocado en las antiguas máquinas a vapor que, los que nacimos a principios del siglo XX, vimos funcionar en los lomos de los antiguos locomóviles campesinos. Consiste en dos esferas de fierro unidas por un sistema de palancas que gira impulsado por el motor y cuya velocidad de rotación depende, por consiguiente, de la velocidad de éste. Ahora bien, al aumentar la velocidad con que gira el dispositivo regulador, las esferas accionadas por la fuerza centrífuga abren sus brazos y elevan una válvula que disminuye la entrada de vapor a los cilindros, los cuales, en consecuencia, reducen su velocidad y dan lugar a que el mecanismo actúe a la inversa, disminuyendo la fuerza centrífuga y provocando el descenso de las esferas y de la válvula y con ello el aumento de la entrada de vapor. En este juego de vaivén u oscilación el aparato va acercándose al régimen normal de funcionamiento y alcanzado éste, allí se mantiene. Es el típico automatismo de retroacción. La causa (entrada del vapor y velocidad del cilindro) produce un efecto (rotación de las esferas y separación de ellas) y este efecto influye sobre la causa y la modifica.

La aplicación de este tipo de automatismo se aceleró notablemente, como sucede por desgracia muchas veces, con la necesidad de resolver los problemas que plantea la guerra.

En la última gran conflagración mundial se presentó la urgente necesidad de defenderse contra los aviones enemigos que estaban causando terribles estragos. Pero la velocidad de los aeroplanos que se pensaba derribar era tal que todos los métodos clásicos de la artillería debieron ser dejados de mano. Fue necesario introducir en la técnica de dirección del fuego antiaéreo cálculos complejos de alta matemática y los correspondientes aparatos de control que modificaron fundamentalmente los sistemas de tiro usados hasta entonces. Y los cálculos y dispositivos necesarios resultaron notablemente difíciles de realizar y manejar por el hecho de que el aeroplano moderno, a diferencia de todos los objetivos anteriores, emplea una velocidad más o menos de la misma escala que la del proyectil usado para derribarlo.

Si para matar una liebre usamos un rifle, el impacto resulta relativamente sencillo porque la velocidad del proyectil es tremendamente superior a la del animal que

huye. En cambio, si quien desea alcanzarla es otro animal, un perro, por ejemplo, cuya velocidad de carrera es semejante a la de la liebre, el problema resulta mucho más difícil y el proyectil, el perro, debe prever los movimientos del blanco, la liebre, y modificar constantemente su trayectoria y su velocidad si desea alcanzarla.

En el caso del avión, de acuerdo con esta nueva relación de velocidad entre proyectil y blanco, el disparo debe realizarse no hacia el objetivo, sino que hacia un punto donde ambos "choquen" en el espacio en un momento determinado. Es necesario, por consiguiente, encontrar un método capaz de predecir las posiciones del avión en el futuro para usar como blanco los puntos de esa eventual trayectoria. Por supuesto, el método más sencillo consiste en extrapolar la trayectoria del aeroplano a lo largo de una línea recta; lo que no será un absurdo si tenemos en cuenta que el piloto debe tender a esa solución, pues mientras más curva es la trayectoria del avión o más rápido el giro o cambio de su dirección, menor debe ser su velocidad y mayor, por consiguiente, el tiempo que ocupará el piloto en cumplir su misión y el riesgo correspondiente al lapso durante el cual el aparato permanecerá en la zona peligrosa.

Podemos, pues, suponer que el piloto tratará siempre de volar siguiendo una trayectoria lo más recta posible. Sin embargo, en el momento en que la primera granada haya estallado o el primer proyectil haya sido lanzado, las próximas situaciones no serán iguales a la prevista o a las anteriores y el avión tratará de zigzaguear, cambiar su velocidad o su rumbo, y huir. Si estas acciones del piloto dependieran exclusivamente de su voluntad y él pudiera usar con plena inteligencia todas sus posibilidades, sería casi imposible alcanzarlo a no ser con el empleo de una barrera de fuego que obligaría a un enorme derroche de proyectiles y que cambiaría fundamentalmente las bases del problema cuya solución nos hemos propuesto. La verdad es que el piloto no tiene absoluta libertad para actuar, ni están en su mano todas las posibilidades de manejo de la máquina puesta bajo su mando. El no puede maniobrar a su antojo, porque un aeroplano a gran velocidad que pretendiera desviarse bruscamente de su trayectoria produciría tales aceleraciones, esfuerzos de inercia y fuerzas centrífugas, que provocarían la inconsciencia del piloto por insuficiente irrigación del cerebro o la desintegración del aparato.

Todas las maniobras de quien maneja el vehículo volador deben ser ejecutadas, pues, con relativa lentitud y prudencia; fuera de que la emoción del combate impulsará al hombre que está exponiendo su vida, a mantenerse en su trayectoria y tras su objetivo, desafiando el peligro y, como quien dice, "con los ojos cerrados" para demorarse lo menos posible.

Todo esto debió ser previsto por la investigación y el estudio de quienes buscaban encontrar la fórmula para abatir los aviones de bombardeo y terminó en la búsqueda de un método para predecir los vuelos de quienes se deseaba derribar.

Ahora bien, predecir el futuro de una trayectoria es desarrollar una determinada operación en su pasado; el verdadero operador de la predicción no puede ser mecánicamente construido, pero hay ciertos tipos de operadores que tienen un parecido con aquél y ellos fueron utilizados con buenos resultados.

Fue necesario concebir y fabricar un sistema electromecánico destinado a desempeñar dos funciones hasta entonces reservadas al hombre y que aún éste no había sido capaz de realizar integralmente. En primer lugar, proyectar un complicado modelo de cálculo y en seguida predecir el futuro. Para lo último resultaba ineludible estudiar y analizar la forma de realizar ciertas funciones humanas, pues la operación de predicción requería un control por radar coordinado con un operador artillero humano (es verdad que en ciertos casos se llegó aun a prescindir del artillero). Era esencial, pues, conocer las características y las reacciones normales del hombre que opera el lanzamiento de los proyectiles de caza, de las máquinas controladoras y también las del piloto, que guía el blanco que se mueve y que se desea derribar, para considerarlos y combinarlos matemáticamente.

Un factor de extrema importancia en estas acciones en que interviene la voluntad del hombre, es lo que los diseñadores de aparatos de control llaman "feed-back" y que he designado por "retroacción".

Al Profesor Wiener le correspondió ponerse a la cabeza de un grupo de hombres de ciencia, especialmente matemáticos, para resolver este problema de la caza de aviones de gran velocidad; y pronto encontró que le era preciso utilizar en su empeño mecanismos de feed-back. En su libro "Cybernetics", uno de cuyos capítulos he glosado en algunos de los párrafos precedentes, el maestro da una

descripción de este fenómeno que, ajustándolo un poco a nuestro idioma, me parece que puedo transcribirlo de la siguiente manera:

Retroacción o feed-back es una acción de comando destinada a modificar otra acción u orden anterior; pero, y esto es lo más importante, ella nace de la diferencia entre la acción efectivamente realizada y la que se proyectaba realizar. Es decir, cuando deseamos que un movimiento o impulso siga un cierto trayecto, cumpla con una norma o reproduzca un modelo, la diferencia entre la norma, el modelo o la trayectoria proyectada y el movimiento o acción realmente ejecutados, se emplea como origen de una nueva orden o acción correctora destinada a obligar a la parte que se desea regular a actuar o moverse de tal manera que se acerque más a la norma o modelo tenido como objetivo.

Naturalmente que si la retroacción es excesiva, la corrección en exceso será tan inconveniente como una corrección en defecto y, además, puede provocar una "oscilación", un vaivén alrededor del objetivo que impida ubicarlo. Por tanto, la retroacción debe ser suave, paulatina, ajustada.

Estudiando este ajuste alrededor de un objetivo manejado, podría decir, por la imprecisión, por el margen de error del movimiento o la acción ejecutada, se pensó en analizar de qué manera los seres vivos proceden, en un tal caso, a través de su mecanismo fisiológico.

Un ejemplo es muy usado en todos los libros cibernéticos para aclarar esta experiencia. Se trata de una persona que se inclina para recoger un objeto que está en el suelo.

El individuo está de pie, ve el objeto, decide recogerlo y su cerebro, a través de las respectivas conexiones nerviosas, ordena a los músculos los movimientos del caso. Los músculos actúan y la mano parte en busca del objeto, el torso se inclina y... Supongamos que, ya iniciado el movimiento, o sea, después de impartidas todas las órdenes para realizar el propósito, el individuo cierra los ojos. ¿Tendrá seguridad de que la mano llegará exactamente a su meta? Podríamos anticipar que no, porque, normalmente, el movimiento muscular se va ajustando a medida que la mano se acerca a su objetivo y si, como es lo más seguro, el individuo advierte, inconscientemente en la mayor parte de los casos, que en la dirección seguida el impacto no se va a producir, la diferencia entre la trayectoria teórica, exacta, que

debería haber seguido y la realmente realizada por la mano, es registrada por el cerebro que actúa sobre el centro de comando, el cual corrige y ajusta el movimiento cada vez con mayor exactitud.

El Cruce de la Frontera Cibernética. La Automación.

De las máquinas automáticas, clásicas podríamos decir, que reaccionan frente a las contingencias del futuro ateniéndose estrictamente a un esquema o programa previamente calculado, he pasado a los servomecanismos o mecanismos de retroacción, que actúan ateniéndose a los "resultados" de sus previas actuaciones.

A mi entender, con esto he cruzado la frontera de la cibernética. El nuevo tipo de máquina que he estado considerando no es ya "estúpido" en el sentido de que sigue la instrucción impartida sin parar mientes en si con ella se cumple o no el cometido que se tuvo en vista al ponerla en acción; ella procede ahora siguiendo el método del ser inteligente o simplemente vivo: persigue el "resultado" y varía su conducta ajustándola a la finalidad que se propuso conseguir.

Más adelante voy a comentar más específicamente la adopción de estas prácticas "inteligentes" por las máquinas; ahora sólo deseo dejar constancia de que este fenómeno es lo que yo entiendo por automación, respecto al cual todavía hay mucha confusión y desacuerdo y que, como ha podido apreciarse, difiere fundamentalmente de la automatización. No sé que se haya creado todavía un adjetivo similar a automático en el nuevo campo; ¿tal vez autómaso (muy poco armonioso) o automasio?

De cualquier modo, a pesar de que más adelante me referiré a las máquinas inteligentes al describir los mecanismos o conmutadores que calculan, porque a ellos se les ha dado esta designación, deseo dejar establecido aquí, y lo repetiré más adelante, que a mi parecer lo que más se parece al uso de la inteligencia y de otros procedimientos de los seres vivos es el empleo de los sistemas de retroacción, primero simples y ahora cada día más múltiples y complejos.

Parentesco entre Organismos Vivos y Máquinas.

Del intercambio de experiencias y de la colaboración entre los distintos campos científicos, pudo muy luego colegirse que los dispositivos, sistemas de comunicación

y control de las máquinas y los organismos vivos, tenían claro parentesco y una similitud tal que podían usarse las conclusiones y la sabiduría obtenidos del estudio de los seres vivos en la creación de aparatos y cuerpos mecánicos y a su vez seguir las técnicas y los procedimientos de las máquinas para profundizar el conocimiento de los sistemas fisiológicos y especialmente nerviosos de las creaturas.

Así, del acercamiento de los investigadores de distintos bandos ha ido resultando un continuo traspaso e intercambio de noticias, una modificación de conclusiones y conceptos y, finalmente, una serie de nuevos planteamientos y amplios programas de investigación realizados, muchas veces, por conjuntos de especialistas de campos que hasta ayer se ignoraban mutuamente.

El estudio metódico y comparativo de los organismos vivos y de los nuevos mecanismos industriales o de investigación muestra el mismo claro parentesco señalado entre las herramientas y las máquinas y los dispositivos elementales de acción de la naturaleza. En el fondo, las entelequias creadas por la inteligencia del hombre, por complicadas que aparezcan, tienen un doble o un gemelo en los organismos biológicos o en alguna manifestación de la naturaleza. Con sorpresa se ha ido advirtiendo cómo todas las creaciones de los hombres de ciencia y de los técnicos en sus variaciones mecánicas, eléctricas o electrónicas, cómo todos los dispositivos de acción, circuitos o sistemas servo mecánicos utilizados en sus investigaciones o realizaciones, son copias conscientes, intuitivas o casuales de otros ya existentes en la naturaleza. Aunque hay que convenir que se les ha perfeccionado, combinándolos para hacerlos más efectivos o rápidos que los sistemas naturales.

Y este paralelismo o semejanza no sólo se ha hecho presente en lo que corrientemente se conoce como mecanismos o máquinas de trabajo o acción; él aparece también, y ello es mucho más trascendente, en los elementos y sistemas de mando de las fuerzas de trabajo, en los sistemas de transmisión de las órdenes y mensajes, en los dispositivos de control y regulación de aquéllos.

El sistema nervioso transmite sus órdenes a la musculatura a través de finísimos y complejos circuitos y de corrientes energéticas cuantitativamente muy pequeñas; y al corregir y controlar esos mensajes por medio de servomecanismos que se ponen en marcha como consecuencia del error o imprecisión con que las órdenes han sido

ejecutadas, resulta admirablemente semejante a los elaborados sistemas de comunicación, control y rectificación de la mecánica o la electrónica de nuestros días.

Y a esta altura de la incursión por el campo de los organismos, de las herramientas y las máquinas, cabe hacer algunas reflexiones de orientación.

Todos los grandes inventos industriales y técnicos que nos han sorprendido y ayudado durante los últimos cien años han servido para mejorar la capacidad de nuestros sentidos; para mejorar y acelerar nuestros medios de transportarnos de un punto a otro de la tierra; han hecho posibles las comunicaciones a larga distancia; han perfeccionado nuestros sistemas para producir alimentos, abrigo y, habitación. Se han imaginado y fabricado instrumentos y dispositivos para aumentar portentosamente nuestro conocimiento del Universo estelar y del microcosmos. Todo lo creado y conseguido tiende, en primer término, al mejoramiento de la capacidad de acción del hombre, al aprovechamiento, cada día en forma más integral, de la energía disponible en la naturaleza para agigantar las fuerzas de la especie, al mejoramiento de los rendimientos de producción no sólo de las manufacturas, sino también de los productos que entrega la propia naturaleza. Para ello, después de crear las herramientas, fue necesario, como ya lo expresé, encontrar el modo de transferir a los mecanismos creados la habilidad de los técnicos y de los trabajadores más diestros; y poco a poco se fueron incorporando también a las máquinas dispositivos para transmitirles las órdenes, para que ellas mismas las interpretaran y transmitieran y para que, finalmente, se auto controlaran en el fiel cumplimiento de las tareas ordenadas.

Ya en esta etapa del proceso maquinista fue cuando pudo pensarse que se le estaba dando a las creaciones mecánicas una especie de inteligencia, ya que ellas adquirirían la capacidad de "elegir" entre una u otra forma de operar, según cuales fueran las contingencias con que se encontraban durante su trabajo; pero, todavía, todo lo que se construía o realizaba se refería, como lo ha dicho con gran propiedad el Dr. Desiderio Papp, al Homo Faber.

El ser artífice y fabricante había sentado sus reales sobre la Tierra y había creado sirvientes mecánicos que obedecían ciega y rigurosamente a sus caprichos y conjuros. El hombre había aumentado y perfeccionado la fuerza de sus bíceps y con

ello su capacidad para elaborar cada día más y más complejos artículos de producción y de consumo.

Máquinas Inteligentes.

Pero en ese momento de apogeo de la creación mecánica fabril, en ese momento en el que las máquinas parecían tomar cada vez más libertad al ser manejadas a través de automatismos hábiles para enfrentar las contingencias del medio y de lo por venir, empezaron a levantarse, lentamente al principio, y con velocidad en perpetua aceleración después, las nuevas y para muchos inquietantes estructuras de los llamados mecanismos inteligentes. Aparecieron artificios capaces no sólo de agregar fuerza muscular, fuerza mecánica y material o eficacia a la labor del hombre, sino también capaces de ayudarlo en sus tareas intelectuales.

La época del "Homo Faber" había dado paso a la del "Homo Sapiens" con sus máquinas aparentemente inteligentes.

Porque la ejecución material de los inventos, el estudio y la producción de ellos y las investigaciones científicas y tecnológicas de todo orden que constituye el almacigo de las nuevas producciones, estaban exigiendo la resolución de inúmeros problemas y el desarrollo de cálculos y raciocinios matemáticos cada vez más complicados y nutridos. Y para ello, los sabios y técnicos disponían sólo de sus inteligencias que, aunque agudas y luminosas, eran lentas en sus acciones y tenían el grave defecto de cansarse.

Entonces, frente al desafío que los ambiciosos programas lanzaban, pensadores, investigadores y realizadores empezaron, poco a poco, casi sin apercibirse, a utilizar más a menudo dispositivos que habían sido creados para ayudar en las tareas intelectuales: la regla de cálculo, modestamente escondida en los bolsillos de los chalecos de los ingenieros, los ábacos, las sencillas máquinas de sumar utilizadas en los ejercicios de contabilidad. Luego, las que pudieron restar, multiplicar y hasta dividir. Un apasionante nuevo camino se abría a la inventiva del hombre.

Y en unas pocas décadas, afinando sus creaciones mecánicas, concibiendo artificios de cálculo, utilizando el poder de los circuitos electrónicos, se inició, a un ritmo asombrosamente acelerado, la configuración y realización mecánica de equipos cada vez más intrincados y capaces de ayudar, si no a pensar, por lo menos a resolver

problemas cuyo tratamiento había sido reservado a las inteligencias privilegiadas de algunos sabios, especialmente matemáticos, ayudados hasta entonces sólo por modestos lápices y hojas de papel. Y las máquinas trabajaban, fielmente, sin temor a equivocaciones, a velocidades prodigiosas, y sin cansarse.

Al ser difundidas estas informaciones, quienes las escuchaban como cuentos más maravillosos que los de LAS MIL y UNA NOCHES, pensaron, con aparente base, que la inteligencia y hasta la sensibilidad humanas podían nacer en estas herméticas entelequias que realizaban prodigios que ellos no eran capaces de entender y ni siquiera de imaginar.

Se habló, por eso, con metafórica exageración, de cerebros electrónicos, de máquinas que piensan y memorizan, dando a estas denominaciones el significado que corresponde a las capacidades mentales del hombre.

La verdad fue que había empezado una era en que el hombre podía, con el uso de ingeniosas creaciones suyas, aumentar la eficacia de su cerebro, acelerar la resolución de sus problemas matemáticos y técnicos, memorizar millones de datos y antecedentes, y ordenarlos y aprovecharlos con la necesaria secuencia y en la debida oportunidad para el desarrollo de sus, cada día, más ambiciosas concepciones. Pero debo insistir una vez más: no es, a mi entender, la construcción de estas máquinas de calcular aparentemente inteligentes porque realizan mecánicamente operaciones o trabajos reservados hasta ayer al cerebro humano, lo preponderante. Lo fundamental, lo substancial es el uso en aparatos o instrumentos creados por el hombre, de sistemas o normas semejantes a los utilizados por los seres vivos y por los seres vivos inteligentes: el uso de procedimientos homeostáticos, de dispositivos de retroacción cada día más múltiples y variados. Es aquí donde brilla el momento estelar, donde enfrentamos la etapa crucial, el paso del automatismo a la automación; el genuino emparentamiento de las máquinas con los organismos vivos.

No es que pueda decirse, a mi entender, que las nuevas máquinas son inteligentes; pero, como lo anticipé, tampoco puede decirse, ya tan simplemente, que son estúpidas. El hecho de tener la capacidad de no seguir, como antes, repitiendo una acción o una operación que, por una alteración de las circunstancias o aun por un error de cálculo, no produciría ya el resultado que se tuvo en vista al ponerla en

movimiento, tiene una trascendencia extraordinaria y señala la entrada de la tecnología en un terreno de insospechadas posibilidades, en un camino en que puede pensarse ya, con cierta razón, que logrará descubrir máquinas que tengan la vital condición de aprender y de adquirir experiencia.

Capítulo 5

Servomecanismos y Maquinas de Calcular

"Si se desea fabricar cerebros electrónicos capaces de retroacciones múltiples, expresa Oliver d. Wells, será necesario crear células mecánicas capaces de registrar muchísimas más informaciones que las fabricadas hoy día".
"Tal vez, dicen que concluyó a media voz, el cerebro electrónico del porvenir será un cerebro de células biológicas".

Las más atrayentes y fundamentales realizaciones de la cibernética, tanto en el campo de la biología como en el de la sociología y la mecánica, están siendo hechas posibles con la ayuda de dispositivos o sistemas servo mecánicos a pesar de haberme ya referido a ellos en el capítulo anterior, he creído necesario profundizar algo más en el tema, aun cuando, dada su complejidad y amplitud, tenga que limitarme siempre a mostrar sólo algunos de sus aspectos más representativos.

Acción sobre el futuro.

En general, en casi todos los campos de la cibernética nos encontramos ante un tipo de problemas cuya resolución se inspira siempre en un esquema que representa la búsqueda de una acción sobre el futuro.

La raíz misma de la ciencia fue conscientemente amarrada al "kubernetes". O sea, a quien gobierna. Y gobernar un sistema o un grupo de seres o cosas significa asignarles en un futuro un estado bien específico que, teóricamente, excluye todos los otros estados posibles. El gobernante resuelve lo que debe hacerse teniendo en vista alcanzar un cierto objetivo. El gobierno pretende enfrentarse al azar y establecer cuáles serán los estados que él ha resuelto de antemano ordenar.

Como dice Albert Ducrocq, "la cibernética debe parecerse una disciplina eminentemente noble, pues responde a ese imperioso deseo del hombre de imprimir a los acontecimientos la orientación que decide".

La cibernética, al actuar, necesita, en primer término, clasificar los estados posibles del sistema (máquina u organismo) y en seguida resolver si posee los medios para influir sobre los elementos capaces de producir tales estados.

Después deberá establecer una meta, o sea, determinar el estado al cual desea llevar el sistema y, además, un procedimiento, una ruta, un programa para alcanzar el fin propuesto.

Naturalmente que esto implica que si se trata de alcanzar una finalidad en un ámbito enteramente nuevo, sea necesario un prolijo trabajo de investigación previa, un esclarecimiento de los fenómenos involucrados, tanto para conocer el sistema que se pretende gobernar como para saber de qué modo puede actuarse sobre las magnitudes o elementos capaces de producir la transferencia de un estado a otro.

Grados de libertad.

En el análisis de tales problemas, muy pronto el investigador se encuentra con que ellos tienen lo que se llama distintos "grados de libertad". Es decir, de las magnitudes existentes sólo algunas pueden variar.

Para que el lector pueda entender mejor el asunto, voy a mostrar algunos casos simples en los cuales, dentro de las transferencias propuestas, existen diversos grados de libertad.

Supongamos un móvil considerado como un punto y, por consiguiente, sin dimensiones, que se desplaza sobre una línea recta a partir de un cierto origen. Nos encontramos aquí en presencia de un sistema que comprende un solo grado de libertad, pues el móvil no puede dejar la línea que posee sólo una dimensión y su estado se halla determinado por el número que mide la distancia recorrida por el móvil a partir del origen.

El problema se presenta igual en el caso de una elevación de temperatura, de un movimiento rotativo, de un aumento de presión, etc. Para el problema que nos interesa, movimiento del móvil de un punto a otro, el caso de un tren que debe

alcanzar desde un punto "o" hasta un punto "d" situado a una distancia "1" es un buen ejemplo.

En este caso todas las demás características del convoy o sus variaciones (peso de la locomotora o los carros, temperatura del conjunto, humedad o densidad del aire, energía consumida en el trayecto) no entran en juego; el único cambio, la única transición que nos interesa es el traslado desde el punto o hasta el punto d.

Ahora, si el móvil es un barco y debemos trasladarlo también de un punto a otro, nos enfrentamos al caso de dos grados de libertad, pues el barco, que no está aprisionado por los rieles, podrá moverse en un plano sorteando las dificultades que se le presenten (continentes, islas u otras embarcaciones) sin sujeción "obligada" a una ruta, la cual deberá ser resuelta por el capitán del barco usando dos cambios bien definidos: de sur a norte, o de norte a sur, o de este a oeste o viceversa y, naturalmente, todas las componentes de estos dos movimientos en el plano considerado.

La generalización del ejemplo a un punto en el espacio nos llevaría a tres grados de libertad. Y si además de la ubicación el cambio debiera sujetarse también a un tiempo determinado para llegar al punto elegido, estaríamos frente a cuatro grados de libertad. El caso de una grúa móvil que debe colocar un objeto en determinada posición y dentro de cierto tiempo cabe en este ejemplo.

Y así podemos seguir complicando los posibles estados con cada vez mayor número de grados de libertad, hasta llegar a organismos como el cuerpo humano, cuyo funcionamiento implica un estado tan alto de sutiles posibilidades de movilidad y acción, que se considera que logra manejar hasta 50 grados de libertad²⁰.

Pero, y supongo que muchos lectores estarán ya haciendo mentalmente la objeción, resulta que los casos realmente simples, sujetos a sólo pocos grados de libertad, no existen. Aquellos que estudiamos como elementales, es porque, consciente o inconscientemente, han sido simplificados. Así, por ejemplo, si consideramos que un cuerpo sólido tiene cinco grados de libertad, es porque olvidamos que es deformable por razones de temperatura, de presión, de acciones químicas o eléctricas u otras que tienen realmente influencia sobre él. La verdad es que estamos tratando de un cuerpo ideal, inexistente.

²⁰ Lo cual explica que con todo lo que la mecánica y la electrónica han alcanzado, no hayan podido nunca acercarse a reproducir la marcha humana "artificial", por ejemplo.

Y debiéramos ir más lejos, pues si, por ejemplo, consideramos la temperatura como otro grado de libertad, ella no va a ser, seguramente, igual en todo el sólido señalado como móvil, lo cual, por sí solo, producirá efectos no desdeñables.

Y así en todos los demás factores que influyen en el fenómeno.

Incertidumbre.

Todo lo anterior nos lleva a darnos cuenta de que cuando enfrentamos un sistema que deseamos gobernar, o simplemente estudiar en teoría, especulativamente, tenemos siempre que limitarnos a considerar algunas de las variables o grados de libertad con los cuales constituimos un conjunto que nos parezca suficientemente representativo del conjunto real. Ello, naturalmente, condenará nuestros resultados a un cierto margen de incertidumbre.

Esta incertidumbre, en un gran porcentaje de los sistemas mecánicos manejados por el hombre, aparece como el resultado de desdeñar factores que en realidad pueden ser despreciables dentro de la precisión que nos hemos impuesto, pero nunca deja de existir y sólo podrá ser realmente despreciable cuando nos induzca a un error del mismo orden que el inherente a nuestros datos experimentales. Dicho de otro modo, como todas las medidas de observación que el hombre realiza llevan siempre aparejados los errores provenientes de la imprecisión de tales observaciones o medidas, resulta inconducente tratar de exigir para los resultados o metas precisiones mayores que estos márgenes.

El resultado es que el azar que interviene en toda acción del hombre jamás podrá ser totalmente suprimido, lo que nos lleva, por caminos muy distintos, a las mismas conclusiones que, a través de los planteamientos de Heisenberg, alcanza la física moderna²¹. Esta comprobación constituye una de las permanentes sorpresas que nos proporcionan la naturaleza y la vida y que muestran la subterránea correlación entre todos los acaeceres y la invisible trama sobre la cual tejemos nuestra realidad humana.

En el capítulo anterior dije que el "automatismo consiste en la distribución por la propia máquina de su energía de comando" y aclaré que el mecanismo o dispositivo

²¹ Quinta Dimensión - Incertidumbre.

automático ordena, por sí mismo, la variación de la acción de una máquina en el tiempo y en el espacio.

Pues bien, este mando no ofrece dificultad para ser comprendido cuando se trata de sistemas relativamente simples. Si ponemos en marcha por medio de un botón (energía de comando) el funcionamiento de un horno eléctrico (energía de acción), podemos comprender un automatismo termostático que, sin necesidad de que el hombre intervenga, pueda conectar o desconectar la energía de acción (resistencias eléctricas, quemadores de petróleo, etc.), para mantener la temperatura entre determinados límites. Se trata de un sistema de uno o a lo sumo dos grados de libertad.

Pero cuando el sistema se hace más complejo y se llega, por ejemplo, a un motor de automóvil en el que a través de una acción de comando de un grado de libertad (el movimiento del acelerador), actuamos sobre un sistema de numerosos grados de libertad (rotación del cigüeñal, ascensión de los pistones en los cilindros, apertura y cierre de las válvulas, encendido de las bujías, funcionamiento del carburador, del distribuidor, etc.), el problema de la automatización se complica gravemente y los resultados van cobrando grados de incertidumbre que ponen en peligro el automatismo y aun llegan a impedirlo si no se toman las medidas del caso.

Los servomecanismos en acción.

Es entonces que el perfeccionamiento de los servomecanismos adquiere su jerarquía. Resulta indispensable controlar los resultados y corregir la acción de acuerdo con lo cumplido. La retroacción entra a jugar un papel fundamental: el dispositivo de mando debe mantener su "ojo" puesto en el trabajo realizado y comparar constantemente éste con el programa original para ordenar nuevas acciones destinadas a corregir la desviación o el error en que se haya incurrido.

La acción emanada de esta confrontación entre el programa elaborado y el trabajo ejecutado es lo que en lenguaje cibernético se llama el "sometimiento".

Cuando un carpintero asierra una tabla, previamente dibuja sobre ella la línea por la cual ha de guiar el corte. Desde la sierra en trabajo van los rayos luminosos a la retina del carpintero quien, en su cerebro, aprecia la diferencia entre la trayectoria

marcada por el corte y la línea guía trazada previamente y ordena al brazo que maneja la herramienta, ligeros movimientos destinados a mantener la línea de aserradura sobre la línea guía. Este circuito de mensajes de ida y vuelta se llama "anillo de sometimiento" y es el encargado del manejo del servomecanismo que, en el caso de mi reciente ejemplo, es el sistema nervioso del propio trabajador.

En busca de automatismos de esta especie, la industria, fundamentalmente, se enfrentó al problema de reducir las acciones de comando sin poder disminuir los grados de libertad del sistema. Y lo obtuvo a través de muchas máquinas que actuaban sobre numerosos grados de libertad, pero según un enlace rígido, que permitía un comando simple.

Sin embargo, el desarrollo de estos equipos se vio limitado. Albert Ducrocq se pregunta: "¿por qué esa solución de las acciones entrelazadas no fue extendida, por ejemplo, a una usina entera?". Y comenta después: "desde el instante en que se programa una fabricación, nada parece, en efecto, impedir el análisis de todas las operaciones que implica. Y lo mismo que un simple motor de resorte imprime numerosos movimientos a un autómatas, que se ejecutan fielmente unos al cabo de otros, se hubiera podido concebir teóricamente una fábrica automática, imaginando tan sólo un árbol central que accionara diversos juegos de engranajes y palancas a fin de asegurar la marcha de las máquinas en su conjunto, su eventual alimentación de materia prima y la evacuación de los objetos terminados".

"pero", continúa, "resulta fácil comprender la razón por la cual ello no es concebible. Reside en que dicha fórmula del comando rígido suprime la posibilidad de que cada acción, considerada aisladamente, se someta en alguna forma al programa del cual debe constituir un reflejo. En otras palabras, tan sólo es admisible la automatización sistemática cuando no existe la imperiosa necesidad de un sometimiento, vale decir, para gestos perfectamente definidos donde el margen de imprecisión puede omitirse; en otros términos, esta fórmula concierne únicamente a los fenómenos sobre los que no tiene efecto el azar en lo relativo a la precisión del trabajo. Este es el caso de multitud de sistemas mecánicos, siempre que las cadenas de transmisión no tengan demasiada longitud. Así puede perfectamente un mismo motor, por medio de una correa única, accionar en paralelo a decenas o a centenares de árboles de los cuales se espera un trabajo sincronizado; resulta, en cambio, muy

pronto inaceptable una acción progresiva, por ejemplo mediante largas series de engranajes, pues aparece un "juego" inevitable que amenaza con hacerse enorme. Y ello establece los límites de la automatización, viable dentro del marco de un trabajo puramente mecánico, pues se corre el riesgo de que la imprecisión ocasionada por ese juego nos valga un "yerro" total de la máquina"²².

He reproducido este párrafo de uno de los experimentadores y, escritores científicos más prestigiosos en estos campos, porque nos pone frente a una grave encrucijada. Dice el técnico francés que la automatización mecánica demasiado amplia, de ser posible en cuanto a las transmisiones, puede introducir un "juego excesivo".

¿Qué quiere decir esto? Quiere decir que a medida que ampliamos el radio de la automatización disminuimos la precisión de los resultados. Este problema surgió en los momentos en que la industria aumentaba aceleradamente las exigencias de exactitud y precisión, de tal manera que el árbol de transmisión mencionado en el ejemplo debió ser reemplazado por motores individuales colocados en cada máquina para asegurar, por medio del hombre que intervenía directamente, un control más exacto de la operación, un más estricto sometimiento.

Pareció, entonces, que automatización y precisión eran dos factores antagónicos; el hombre no podía ser eliminado en su acción de sometimiento y de receptor y discriminador de las necesarias informaciones.

Afortunadamente en esos momentos la cibernética empezaba a proyectar sus nuevas luces; los fenómenos de información y control podían ser analizados y sus problemas resueltos con la ayuda de la ciencia y la tecnología electrónicas, que daban a la nueva disciplina los medios adecuados para avanzar. Automatización y sometimiento (automación), decía la orden; información y control, respondía la cibernética. La información daba nacimiento a la orden y a través de un circuito de sometimiento se producía el control; todo manejado por la propia máquina, lo cual requería que su intervención fuera ampliada a las fuentes de información, concedoras de la meta fijada.

Las acciones de sometimiento e información habían salido de mano del hombre y era la máquina la que se estaba encargando de ellas.

²² El mundo de los robots. Albert Ducroeq.

El servomecanismo resulta ser así un ciclo de sometimiento que, llegando hasta la fuente de información, elimina la intervención del ser humano y transforma revolucionariamente sistemas tales como fábricas, organismos de producción, laboratorios, centros de investigación, medios de transporte y, en general, gran parte de la actividad humana. Eso sí que, ahora, al ciclo de sometimiento se le exige la condición cuya falta hizo tambalear al automatismo: precisión, y se le agrega otra nueva exigencia: rapidez. El tiempo de la respuesta tiene importancia decisiva.

Por fortuna hoy la energía eléctrica trabaja estrictamente sojuzgada por la ciencia y la técnica; vale decir, por el hombre, y esto facilita el cumplimiento de las nuevas tareas. Los "captoreos" que miden la magnitud gobernada, transforman esa magnitud, de cualquier tipo que sea, en electricidad, la cual debidamente amplificada alimenta el discriminador que la compara con otra corriente que representa el programa. De la diferencia de ambas resulta una tercera corriente eléctrica que es proporcional, por consiguiente, a la desigualdad entre la magnitud gobernada y la programada y que constituye la señal correctiva del trabajo.

Este esquema tan simple, aparentemente, es en la realidad, intrincado y difícil y se asemeja notablemente al empleado por los organismos vivos. Sin embargo, para mis propósitos, creo que es suficiente lo ya expuesto y me permite dar el paso siguiente.

Margen de tolerancia.

Es indudable que la orden de corrección producida por la tercera corriente del ejemplo anterior debe llegar a su objetivo con cierto atraso, no tanto por la demora en la transmisión de los mensajes, que corren a la velocidad de la luz, sino por la inercia interior de las piezas mecánicas o de los dispositivos en juego y, por consiguiente, resulta altamente improbable que ella, la transmisión, pueda ser rigurosamente exacta. Por otra parte, el dispositivo que informa respecto a la imprecisión cometida, no puede actuar sino que "un poco antes o un poco después" de alcanzado o sobrepasado el objetivo. Si la temperatura del horno a que me referí antes debe mantenerse en 250° , es indudable que el servomecanismo actuará cuando ella haya alcanzado sólo a 245° o haya sobrepasado hasta los 255° , diferencia que constituye el margen de tolerancia de la operación. Si no fuera así no

tendríamos una posición estable, pues el dispositivo estaría constantemente en acción en un sentido o en otro, dado el ineludible margen de incertidumbre de la orden y el control y, seguramente, terminaría en una oscilación permanente alrededor del punto fijado.

Ahora bien, los servomecanismos que sólo persiguen, como en el caso del ejemplo, la mantención de una magnitud (temperatura, largo, humedad, viscosidad, etc.), se designan por un nombre más modesto: reguladores; pero más allá de ellos, cuando se trata de que el programa varíe buscando no la mantención de una constante, sino siguiendo cierta ley dada, o sea, reflejando una función del tiempo, entonces aparecen realmente los servomecanismos.

Resulta evidente que en estos casos complejos existe el peligro de la oscilación y que aun en el hombre sano se presenta corrientemente²³. El ejemplo de dos personas que se encuentran frente a frente en la calle, caminando en sentido inverso, es bien decididor. Ambos, al acercarse, se preguntan interiormente: ¿tomará la izquierda o la derecha? Los retardos en la decisión, primero, y en la acción, después, provocan una vacilación que se agrava al observar cada individuo la posición tomada por el otro, con el retraso que implica todo el proceso de información de ida y vuelta. Este fenómeno no tiene importancia en dos seres inteligentes, cuyos servomecanismos son esencialmente sutiles, múltiples y sensibles, pero puede llegar, en otro sistema más rudimentario, a una permanente ampliación de la oscilación, que se expresa en una actitud vacilante. De aquí proviene que el auténtico sometimiento no se limita a un simple rechazo de una desviación o apartamiento de la conducta programada, sino que consigna también la velocidad con que la diferencia acrece o disminuye, a fin de dosificar su acción en consecuencia y actuar, eventualmente, por anticipado.

El ejemplo de un tirador que hace la puntería y cuyo brazo hace oscilar la mira por sobre o bajo el blanco, muestra cómo interviene una previsión en el sometimiento que actúa antes de que el movimiento haya sobrepasado el blanco.

Máquinas de calcular.

²³ La enfermedad llamada "ataxia" refleja una inseguridad incontrolable en el alcance e intensidad de las acciones musculares.

Muchas son las soluciones propuestas y realizadas para ejercer, mecánicamente, estas complicadas acciones de sometimiento, pero toda la gama de mecanismos y sistemas cibernéticos desarrollados en los últimos años requieren, como ya lo anticipé, de un complejísimo trabajo previo de computaciones matemáticas; y por ello las llamadas máquinas de calcular resultan indispensables como aditamento de todo servomecanismo delicado y deben, por consiguiente, ser analizadas aquí aunque sea sólo superficialmente. Entre ellas se han precisado dos grupos de especial significación, los cuales, aun cuando en muchos casos llegan hasta zonas comunes en que resulta difícil distinguir a uno del otro, pueden describirse ateniéndose a sus características más descollantes.

Se trata de las máquinas analógicas y de las máquinas digitales.

Máquinas calculadoras analógicas.

En estas máquinas de calcular los números no actúan directamente, sino "representados" por magnitudes físicas tales como una distancia o una corriente o una tensión eléctrica.

Entre los números y las operaciones matemáticas que con ellos deben realizarse y las cantidades y hechos físicos que los representan, existe una "analogía" completa, existe una relación de semejanza cuantitativa permanente. Pero debo aclarar que los números son "discretos", es decir, discontinuos, compuestos de individuos separados que, podría decir, varían de "uno a otro" con un salto; en cambio, los fenómenos físicos análogos, tales como una distancia, varían en forma continua. Las máquinas de calcular analógicas se caracterizan, entonces, por el hecho de que sus operaciones son continuas. Y esta condición, que no existe en los números, hace que tales máquinas no proporcionen resultados matemáticamente exactos y que sea mucho más difícil aumentar en ellas la exactitud que en las máquinas digitales que actúan con números. No obstante, dada su rapidez de información, su economía y el que las aproximaciones obtenidas son generalmente suficientes, tienen gran aceptación.

El caso más conocido de instrumento matemático analógico es la regla de cálculo de los ingenieros. Estas dos tablillas con números, que se deslizan una sobre la otra,

efectúan sus operaciones sumando o restando distancias a las cuales corresponden los números marcados en las dos partes movibles.

Para multiplicar un número por otro se colocan dos distancias representativas de los números, una a continuación de la otra, es decir, ellas se suman.

Como puede apreciarse, la operación realizada es continua y el resultado obtenido es aproximado; su exactitud dependerá de la habilidad del lector y del tamaño de la regla. Sin embargo, si se piensa en incrementar la exactitud del efecto ampliando el tamaño del instrumento, hay que tener en cuenta que para obtener un resultado diez veces más preciso deberíamos darle a la regla un largo diez veces mayor, lo que, de ordinario, resulta impracticable.

En general, los medios de acción de este género de calculadoras son, además de los desplazamientos lineales, las rotaciones y, especialmente, las tensiones y corrientes eléctricas. Estas últimas se han utilizado de preferencia porque tienen sobre los medios mecánicos la extraordinaria ventaja de su simplicidad constructiva y operacional (no tienen piezas en movimiento) y la asombrosa velocidad con que actúan.

En resumen, la máquina analógica no efectúa cálculo numérico alguno y funciona, sencillamente y de preferencia, a través de un montaje eléctrico en el cual la circulación de corriente es una transformación del movimiento o de alguna de las magnitudes que se quiere analizar.

Precisamente el valor de la máquina analógica se hace presente cuando debemos enfrentar un problema para el cual no se conoce ni se ven posibles soluciones matemáticas directas, pues las calculadoras electrónicas digitales no pueden ser utilizadas si no se les proporciona un programa de trabajo perfectamente específico. Para aclarar esta curiosa conducta de las máquinas analógicas, voy a recurrir al ejemplo dado en el libro de Ducrocq que, aunque un poco extenso, me parece luminoso:

"coloquémonos en el caso de un constructor de automóviles que, al perfeccionar un nuevo modelo, se halla animado del encomiable deseo de conseguir la mejor suspensión posible. Antes se ofrecían dos soluciones tipo: la experiencia o el cálculo. En el primer caso, imaginaba una suspensión empírica, inspirándose en las realizadas previamente, y la montaba sobre un prototipo, libre para modificarla por

tanteo. Lamentablemente, este método exige largos ensayos y es dudoso que proporcione la solución realmente ideal: en efecto, son tan numerosos los factores en juego, que corresponde experimentar una cantidad demasiado elevada de soluciones. El cálculo también "desmerece" rápidamente ante la dificultad de plantear y resolver las ecuaciones reales, relativas a ese problema de la suspensión. A lo sumo, consigue aportar algunas indicaciones sobre puntos determinados.

"ahora bien, hoy se abre una perspectiva completamente distinta con la máquina analógica. Examinemos, en curso de ejecución, el movimiento del vehículo en sentido vertical, bajo el efecto de las impulsiones que le comunica una rueda por intermedio de la suspensión. Tal problema coincide con el de una masa desviada de su posición de equilibrio y su movimiento es función de muchos factores; de ahí la importancia de la impulsión, de los coeficientes de frotamiento, de la elasticidad de la suspensión, etc. Por lo tanto, la ecuación de ese movimiento, muy clásico, es igual a la de un simple circuito eléctrico que comprenda un generador, una resistencia, una bobina y una capacidad, con la reserva de dar a esos elementos valores convenientes, asegurando una correspondencia numérica con el problema de suspensión considerado. De lo cual nace la conclusión lógica abstenerse de observar el modelo estudiado, es decir, el vehículo, para dirigir toda la atención hacia ese circuito, fácil de examinar. "Sin embargo, esto sólo concierne a los desplazamientos del automóvil bajo la acción de una rueda y, para colocarnos en el caso real, deberemos tener en cuenta las cuatro ruedas. Pero ello no ofrece dificultad: estructuraremos cuatro circuitos a los que ligaremos eléctricamente para traducir el hecho de que la suma de las cargas parciales sobre las diversas ruedas representa evidentemente un peso igual al del vehículo, y la combinación mecánica de los movimientos aplicados a un bloque rígido, el chasis, que se integran para procurar tres movimientos reales y distintos que habrán de caracterizar a la cualidad de la suspensión. Estos tres movimientos que se verifican en el centro del vehículo son: uno vertical, que se manifiesta por saltos desagradables para los pasajeros, y dos de balanceo en el sentido del eje de desplazamiento y perpendicular a él; y, naturalmente, la combinación resultante de ellos tres".

"una vez llevado a cabo el montaje analógico con sus cuatro circuitos interconectados, veremos cómo se procede. Tres cuadrantes (eventualmente

reemplazados por oscilógrafos o mejor por aparatos registradores) permitirán la lectura de las corrientes que traduzcan los tres movimientos libres del vehículo ya referidos, juzgándose la suspensión tanto peor cuanto más importantes resulten esos movimientos. Además, cuatro generadores que alimentarán a los circuitos proporcionarán tensiones "moduladas" para representar las impulsiones transmitidas por las cuatro ruedas, caracterizando la amplitud de la modulación el estado de una ruta, mientras que la frecuencia acusará la velocidad del automóvil. En otras palabras, es viable concebir dos botones que permitan una analogía de todas las peculiaridades del camino y de todas las series de velocidad. Otras manivelas facilitarán, por último, el hecho de variar a voluntad el self de la bobina, el valor de la resistencia y la capacidad del condensador, vale decir, de experimentar cuantos tipos de suspensión sean factibles, incluyendo las diversas posiciones posibles de las ruedas bajo el vehículo, que traducirán la repartición de las cargas²⁴.

Creo que el caso propuesto muestra una simplificación del complicado fenómeno de la suspensión de un automóvil sobre sus ruedas y su chasis, cuando éste se desplaza. Los movimientos resultantes de las sinuosidades y variaciones del camino, de las características mecánicas del conjunto y de las piezas componentes se pueden representar por una simple variación de una corriente eléctrica susceptible aun de ser mostrada gráficamente. Pero es indudable que el resultado obtenido a través de un tal sistema, semejante al de las máquinas analógicas, no ofrecerá las dificultades del obtenido por el análisis y el cálculo de todos los procesos de impulsión, frotamientos, elasticidad, etc., del conjunto; mostrará sólo la variación de ciertas cantidades representativas que tienen atingencia de relación, es decir, analogía con el fenómeno integral considerado.

Las máquinas digitales²⁵.

En el caso de estas máquinas, se trata de sistemas en los que los números están representados por determinados elementos mecánicos que son "contados" y que

²⁴ El mundo de los robots. Albert Ducrocq.

²⁵ Digital, de dígito, número que en el sistema decimal se expresa por una sola cifra.

permiten, por consiguiente, sumar, restar, multiplicar y dividir, es decir, desarrollar operaciones aritméticas.

Ahora bien, así como en el caso de las máquinas analógicas el ejemplo elemental lo constituye la regla de cálculo, en las máquinas digitales lo constituye el antiguo "ábaco" usado desde tiempos inmemoriales por los chinos, egipcios, japoneses, griegos, romanos y prácticamente por todos los pueblos de la antigüedad.

El tipo clásico más conocido de ábaco usado durante el siglo XIX, consiste en un marco con cuerdas que llevan ensartadas bolitas o cuentas susceptibles de deslizarse a lo largo de ellas. Cada cuerda, de derecha a izquierda, representa unidades, decenas, centenas, etc., en el caso de que eligiéramos para nuestro aparato el sistema decimal.

Como este elemental dispositivo encierra el principio de las máquinas digitales, creo interesante detenerme a examinarlo con un ejemplo simple de su modo de actuar.

Supongamos que deseamos sumar:

$$239 + 64$$

El primer sumando se escribe en el ábaco:

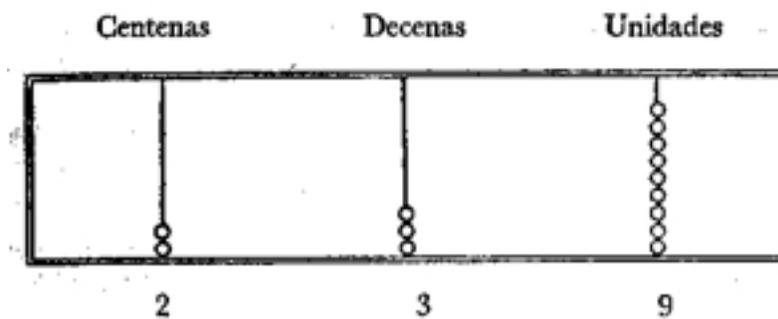


Figura 5

Si le agregamos 64, el 6 a las decenas y el 4 a las unidades, tendremos

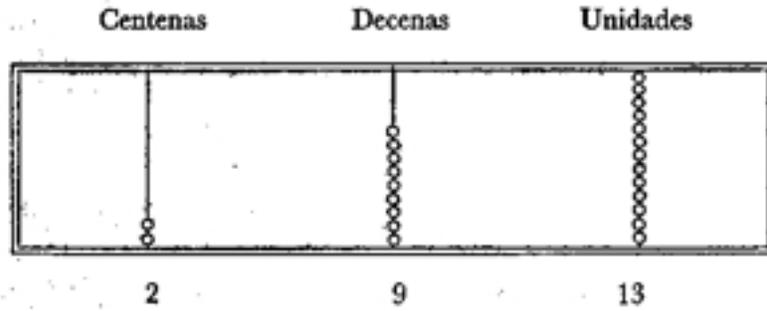


Figura 6

Ahora bien, pasemos 10 unidades de la cuerda derecha (10 bolitas) a la línea de las decenas, para lo cual nos bastará agregar en ésta una sola bolita y quedará el ábaco del siguiente modo:

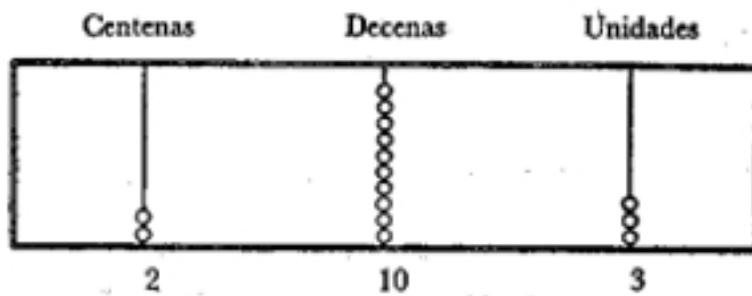


Figura 7

Pero las 10 decenas forman una centena que, al pasarla adonde corresponde, nos deja la solución definitiva:

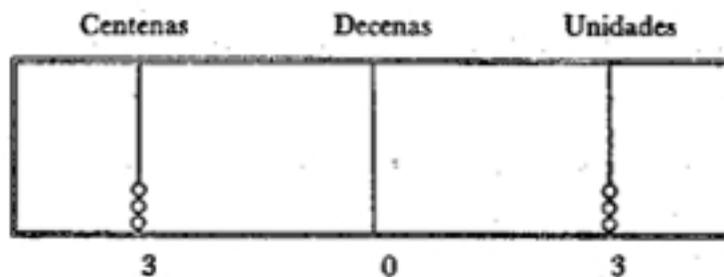


Figura 8

Es decir:

$$239 + 64 = 303$$

En los ábacos se efectúan adiciones y sustracciones que están constituidas, básicamente, por la operación de contar.

En las calculadoras digitales, en lugar de las cuentas o bolitas de los ábacos, se usan para ser contados dientes de un sistema de engranaje o acontecimientos tales como corrientes eléctricas o impulsos. Pero aquí, en contraposición con las máquinas analógicas, la base del funcionamiento estriba en una forma de contar señales, golpes, impulsos, cantidades que pueden definirse por números.

Pero antes de referirme a las actuales e intrincadas máquinas de calcular, creo que sería injusto no mencionar a quien construyó, en el lejano año de 1640, la primera de todas ellas. Se trata de Blaise Pascal, el universalmente conocido matemático y filósofo francés, quien, a la edad de 17 años y para ayudar a su padre, superintendente de Rouen, en la difícil labor de reorganizar las finanzas de Normandía, se puso a la tarea de reemplazar los voluminosos cálculos que se realizaban con la ayuda de pequeñas piedras que hacían el papel de acumuladores de miles y centenas de miles, por el trabajo de un pequeño dispositivo mecánico de engranajes.

El joven pascal logró, en 1645, terminar la construcción de su primera máquina a la cual se bautizó con el nombre, que aún conserva, de "la pascaline", capaz de ejecutar sumas y restas "sin necesidad de usar lápices ni piedras y aun sin que el que la usa sepa aritmética", como escribía su hermano al referirse al asombro de las gentes que consideraban como cosa de milagro el que un conjunto mecánico fuera capaz de realizar lo que hacía el cerebro humano. Otros ejemplares de esta máquina, de los cuales varios se conservan en los museos, fueron construidos más tarde y constituyen la prueba irrefutable de que pascal fue el primero que produjo un mecanismo capaz de ayudar al hombre en sus trabajos intelectuales.

Más tarde, e independientemente de Blaise pascal, Leibniz (1667) construyó su propia máquina de calcular y sólo en 1820 Babbage realizó la idea de una máquina computadora automática.

En la actualidad el contador más universalmente conocido y que por su sencillez nos permite analizar estos dispositivos es el cuentakilómetros de un automóvil. Consiste fundamentalmente en una combinación mecánica o eléctrica que cuenta el número de vueltas que da una de las ruedas del vehículo. Como conocemos el perímetro de ésta, la distancia recorrida resulta de multiplicar aquel perímetro por el número de vueltas dado por la rueda. Así, basta con que el número de señales, o sea de vueltas, se convierta proporcionalmente en un número indicador para tener el largo del recorrido buscado.

El contador de "arrastre" usado en la mayor parte de los medidores (energía eléctrica, agua potable, distancias, etc.) Es seguramente el más sencillo. El medidor eléctrico, por ejemplo, colocado en todas las casas que reciben energía, está formado por dos partes fundamentales: un disco metálico "a" que gira a una velocidad proporcional a la energía consumida en la casa y que constituye, según lo vimos anteriormente, un dispositivo analógico, y un contador digital que cuenta el número de revoluciones del disco.

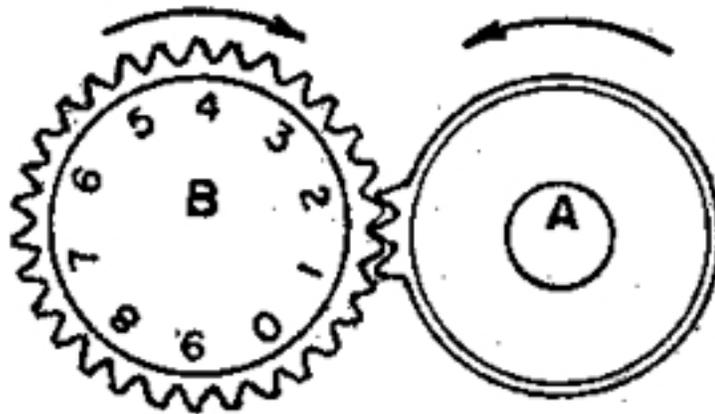


Figura 9. Operación de contar por "arrastre" hasta 10 unidades

La segunda parte del conjunto, o sea el contador digital, actúa contando las vueltas del disco "a" del modo siguiente: unida al disco se dispondrá una rueda de tres dientes, como indica la figura 9. Conectada con ésta habrá una segunda rueda

dentada "b" con 30 dientes²⁶ dispuestos en toda su periferia y que irá girando accionada, intermitentemente, por la rueda "a".

Si suponemos que el eje del disco da una vuelta completa en el sentido contrario a los punteros de un reloj, la rueda fija y él también habrán dado una vuelta completa. Es indudable que cada vez que los tres dientes de esta rueda solidaria del disco dan una vuelta, al pasar por los dientes de la rueda "b" la harán girar en el sentido de los punteros del reloj en un espacio igual al que separan dos números consecutivos de ella (3 dientes).

Así, en el caso de la figura 9, al iniciar su movimiento la rueda "a", pondrá el cero de la rueda "b" frente al indicador (abajo). Después de una vuelta completa, la rueda "b" dará un paso en sentido de los punteros del reloj y el número 1 quedará frente al indicador. Después de dos vueltas, será el número 2, y así a continuación.

Naturalmente que este medidor podrá contar sólo hasta 10 unidades. Para aumentar el número de unidades posibles de contar, bastaría con colocar en el mismo eje de "b" otra rueda "c" con dientes sólo en la décima parte de su circunferencia (figura 10), los cuales engranarían con los de una cuarta rueda "d" independiente y similar a "b" y con dientes en toda su periferia. Esta nueva rueda "d" marcaría un número cada vez que su solidaria "c" diera una vuelta completa (o sea, cuando "b" haya marcado 10 números) lo cual nos llevaría a que ella debiera registrar en total 100 vueltas del eje analógico. Es decir, "b" indica unidades de revoluciones y "d" decenas, y así podríamos seguir con otros engranajes que van arrastrando el número de vueltas del eje contador.

En el caso de la segunda figura, al iniciar "a" su movimiento, junto con poner el cero de "b" frente a la primera ventanilla del marcador pondrá también el cero de "d" frente a la segunda ventanilla. Al final de la primera vuelta de "a", los 3 dientes de ella accionarían nuevamente a "b" y

"b" marcaría 1 y

"d" seguirá marcando 0

Después de 10 vueltas de "a"

"b" marcaría 0 nuevamente (unidades) y

"d" marcaría 1 (decenas), o sea el dispositivo indicaría 10 vueltas.

²⁶ Que podrán ser 10, 20 o un múltiplo cualquiera de 10.

Es fácil comprender que para evitar la necesidad de muchas ruedas dentadas puede seguirse engranando, por ejemplo, directamente la rueda indicadora con la anterior, mediante un juego de engranajes de relación 1 a 10.

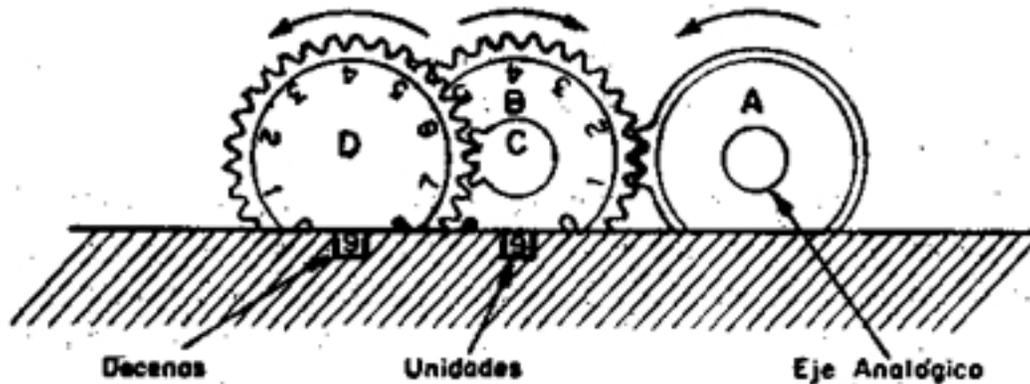


Figura 10. Operación de contar por "arrastre" hasta 100 unidades

Pero no voy a seguir describiendo los múltiples mecanismos utilizados para realizar las distintas operaciones aritméticas, pues ya el lector puede comprender que para sumar dos cantidades es sólo necesario contar la una a continuación de la otra, y como la multiplicación es sólo la adición de varios sumandos iguales, se reduce a la anterior. La sustracción, por su parte, es una suma inversa del sumando y la división es la operación recíproca de la multiplicación. Y volvemos al punto de partida: las cuatro operaciones terminan básicamente en la operación de contar.

La electrónica reemplazó todas las piezas mecánicas móviles para representar los números, por impulsiones o señales que se transmiten con las contingencias a que me referí cuando hablé de informaciones y mensajes.

Teniendo las señales, faltaba un dispositivo capaz de representar el papel de los engranajes en una calculadora o medidor. El problema se resolvió creando "células" que se reunían, para el caso de utilizar el sistema decimal, en cadenas de 10 unidades. A través de estas cadenas se trasladan los impulsos o señales en forma semejante al de una esfera que, rodando, debiera atravesar diez puertas sucesivas clausuradas pero susceptibles de ser atravesadas con un impulso determinado, capaz de abrir la puerta; con lo cual la bola pierde toda su energía y se detiene, dejando el paso libre. La bola que venga a continuación pasará por la puerta abierta

por su predecesora y abrirá la próxima. La décima bola enviada pasaría por toda la cadena cuyas puertas habrían sido abiertas por sus predecesoras y entraría a la próxima cadena; pero al hacer este pase accionaría un mecanismo que cerraría nuevamente todas las puertas de la primera cadena que acababa de atravesar.

En electrónica, las esferas están representadas por impulsos y las puertas por dispositivos de dos posiciones: cerrado o abierto. Naturalmente que este dispositivo sólo es capaz de realizar sumas, y para operaciones aritméticas de grandes números maneja, en el caso de las multiplicaciones y divisiones, una enorme cantidad de sumandos que, aun cuando se movilizan a extraordinarias velocidades, resultan demasiados.

Por esto se pensó en buscar un método directo capaz de realizar multiplicaciones y divisiones. Sin embargo, todo se complicaba al pensar en que el sistema numérico usado requería estadios o grupos de 10 unidades que se asociaran para formar uno de otro grupo de 10, y así sucesivamente.

Los sistemas binarios.

Fue entonces cuando se pensó en obviar la dificultad cambiando el sistema numérico por uno de base menor que 10; era indudable que, mientras menor fuera la base, el número de instrucciones debería reducirse en consecuencia. Ello llevó lógicamente al sistema binario, que es el que se emplea en todas las calculadoras modernas y que consiste en la utilización de circuitos formados por conmutadores electromagnéticos, válvulas y otros conjuntos que toman siempre una de dos posiciones: abierto o cerrado. Dando a cada una de estas posiciones o al largo de la señal emitida un significado, puede formularse un sistema numérico a base de dos signos, que son generalmente el 1 y el 0, con lo cual se puede, a través de un cierto código o acuerdo, expresar todos los números posibles.

Son varios los métodos propuestos para representar "binariamente" las cantidades deseadas. Voy a exponer en pocas líneas el más conocido, que nace del siguiente acuerdo:

- Los números 0 y 1 tienen un determinado valor según cuál sea su colocación de derecha a izquierda.

- La ubicación del número implica la multiplicación de él por 2 elevado a la potencia correspondiente a su lugar en la colocación de derecha a izquierda partiendo de 2^0 (2 elevado a 0).
- Sólo se escriben los guarismos 1 y 0; las potencias de 2 no se escriben, pero se entienden ubicadas en la forma descrita, multiplicando al número anotado.

Según esto, todos los números serán o 0 ó 1 multiplicados por 20, 21, 22, 23, según sea la posición de cada uno. Ahora bien

$$20 = 1^{27}$$

$$21 = 2$$

$$22 = 4$$

$$23 = 8$$

$$24 = 16$$

$$25 = 32$$

$$26 = 64$$

$$27 = 128$$

$$28 = 256$$

Así, si queremos escribir por ejemplo, el número 125, ponemos:

$$1 \times 2^0 = 1 \times 1 = 1$$

$$1 \times 2^1 = 1 \times 2 = 2$$

$$1 \times 2^2 = 1 \times 2 \times 2 = 4$$

$$1 \times 2^3 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 = 8$$

$$1 \times 2^4 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$$

$$1 \times 2^5 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$

$$1 \times 2^6 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$$

²⁷ Demostración de que $2^0 = 1$:
 $A^n / A_n = 1 = A^{(n-n)} = 1$, o sea $A^0 = 1$

Si sumamos todos los totales alcanzamos a 127, lo que nos indica que tenemos que suprimir el $1 \times 2^1 = 2$ y poner en su lugar 0×2^1 que es $= 0$ y nos queda: $1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$ que se escribe:

$$1111101,$$

Ya que el exponencial de 2 sólo se subentiende escrito.

Esta cifra 1111101 representa a 125 y la hemos escrito sólo con dos guarismos diferentes.

Con este sistema, las cadenas a través de las cuales circulan los impulsos o las señales, necesitan en lugar de 10 conmutadores o relays, como en el caso del sistema decimal, sólo 2 de ellos.

Ahora bien, la máquina calculadora deberá, naturalmente, funcionar con dos tipos de órdenes: las informaciones que podríamos comparar con trenes de muchos carros (guarismos) que marchan sobre las vías de una estación central y las instrucciones que representan las señales para los cambiadores de las vías que indican la ubicación durante un corto tiempo, de un convoy en una vía provisional, mientras se le necesita y se le pone en la vía definitiva.

El programa de una calculadora queda constituido así por dos tipos de mensajes.

Las cifras que van a ser utilizadas se anotan por trazos en un microfilm, el cual es leído por una célula fotoeléctrica que genera los impulsos del caso. Las instrucciones se hallarán consignadas en otra banda de microfilm para gobernar la ejecución de las operaciones sucesivas.

Si tenemos un número a y un número b que deseamos multiplicar, y en seguida dividir el producto por el número c para con el resultado realizar otra operación, procedemos como sigue:

El film de comando o instrucciones ordenará la primera operación; el producto será llevado a un punto de destino a, en el cual se dividirá por c y el resultado de las dos operaciones será enviado a un segundo punto de destino b, en el cual se le mantendrá hasta el momento de incorporarlo a una tercera operación. Estos puntos a, b, etc., son los llamados órganos reflejos o pretenciosamente, memorias, cuyo fin es el de mantener en reserva

determinados datos para ser utilizados en el momento oportuno (las tarjetas perforadas, por ejemplo, constituyen un caso).

En las calculadoras electrónicas sus memorias están formadas por dispositivos que conservan las impulsiones manteniéndolas en giro permanente, en cierto modo en redondo. Ello requiere, para un número de cierta importancia de registros, gran cantidad de dispositivos y máquinas de enorme volumen.

El tipo más conocido de registros o memorias consiste en tubos con mercurio a uno de cuyos extremos llegan las impulsiones que, después de atravesar una "tapa" de cuarzo piezo-eléctrico²⁸ se convierten en ultrasonidos que recorren la columna de mercurio, chocan con la tapa superior y rebotan para volver a la inferior y mantenerse así en vibración continua hasta que el impulso sea necesario; en este momento será convertido, nuevamente, a través del cierre piezo-eléctrico, en la impulsión que se aprovechará en la operación matemática.

Dada la complejidad y el enorme volumen de estos dispositivos y la demora en propagarse la vibración, se han buscado otras soluciones, de las cuales la memoria electrónica representa enormes ventajas sobre el diseño descrito: los números se concretan sobre una pantalla como mensajes que son leídos en cortísimo tiempo por un analizador del modelo de televisión.

El homeostato, un mecanismo revolucionario.

Son muchas las máquinas extrañas, los mecanismos de conductas desconcertantes; son innumerables los robots y los androides capaces de ser utilizados como protagonistas de novelas de misterio. A algunos de éstos, a veces engendros y a veces criaturas logradas, me referiré en otro capítulo.

Sin embargo, entre las concepciones mecánicas más revolucionarias creo indispensable destacar el llamado "homeostato" del profesor Ashby, cuya meta, alcanzada en parte, de reproducir una conducta que vaya más allá de los servomecanismos elementales y que se acerque a la de los organismos vivos, le reserva, a mi entender, un sitio de privilegio entre los artilugios cibernéticos.

²⁸ Tipo de cuarzo sometido a presión en el que se producen determinadas condiciones de conductividad eléctrica (de piezo - comprimir).

En su libro "proyecto de un cerebro", de w. R. Ashby, su constructor, explica que el homeostato está "específicamente destinado a imitar ciertas características vitales del comportamiento del sistema nervioso animal".

Y como parece evidente que algunas de las características de conducta de las cosas vivas tienen sus raíces en principios mecanicistas, el ensayo de Ashby puede ayudar a clarificar las discusiones que se han suscitado a este respecto.

La idea de que los organismos vivos operan como máquinas es tan antigua como nuestra cultura. La discusión entre mecanicismo y vitalismo ha durado varios siglos y recién empieza a aquietarse en nuestros días.

Descartes, en el siglo XVII, fue uno de los que primero pretendieron plantear científicamente el funcionamiento mecánico del cuerpo humano. Sin embargo, sus conocimientos fisiológicos eran tan precarios que luego sus teorizaciones alrededor del tema resultaron obviamente equivocadas. Y siguieron tres siglos de controversias al final de los cuales parece indudable que, si bien la vida se hace presente a través de dispositivos mecánicos, y por ende el cuerpo vivo puede asimilarse a una máquina en su estructura y funcionamiento material, el ser es algo más que una máquina.

Para comprender esta condición de "algo más que una máquina" creo que ayudan ciertas consideraciones respecto a las que llamaré "las verdaderas máquinas"; los específicos dispositivos mecánicos ideados y construidos por el hombre. Estos cumplen una finalidad fijada por su constructor; son, por propia definición, máquinas; pero podemos asegurar que cuando funcionan son también algo más que máquinas; entendiendo por algo más la participación que en su trabajo tiene, aunque sea indirectamente, la inteligencia, ajena al aparato mismo, de quien la ha creado, y que le fijó su conducta y su objetivo.

Es indudable que sin el hombre la máquina no podría existir y que, aun desaparecido su creador, ella, al funcionar, cumpliría una técnica o una tarea que éste le enseñó y mas allá de la cual no podrá ir por propia resolución.

Igualmente, en el ser vivo el "algo más" proviene de su razón de ser, de la finalidad de su existencia, de los desconocidos objetivos tras los cuales no sólo acciona él mismo, sino también la especie a la cual pertenece, que modifica continuamente sus ejemplares impulsada por una tendencia a evolucionar progresando, por la fuerza

de una acción anti-entrópica y, por consiguiente, por la búsqueda de objetivos o metas altamente improbables.

Es indudable, sin embargo, que sin menoscabo de la superior jerarquía vital y anímica del conjunto, las partes de un organismo pueden ser estudiadas en función de sus propiedades físicas y químicas y de su forma de comportarse dentro de tales límites.

Pero el organismo vivo como tal no puede considerarse como la simple suma de sus partes. Como ha escrito Sluckin "los organismos son totalidades en las cuales las partes se organizan de una manera singular y única. El estudio de la física y la química esclarece el funcionamiento de las partes más no su interrelación y su unificación. La biología organísmica adjudica a la bioquímica el estudio de las células vivas y de su ambiente, pero conserva para sí el estudio de los modos de acción de los organismos en cuanto a totalidades, considerándolos como irreductibles a los modos de acción de los elementos constitutivos"²⁹.

Ahora bien, todos conocemos intuitivamente, o por observación, que los seres vivos, especialmente los más evolucionados, tienen curiosos medios para mantener lo que se ha dado en llamar su "equilibrio vital"; poseen un sistema de servomecanismos complicadísimo y ultrasensible que le da al organismo la posibilidad de alterar su comportamiento y aun la calidad y condiciones de funcionamiento de algunos de sus elementos más indispensables, como la sangre, frente a las contingencias del ambiente.

Según Claude Bernard, la "fixité" (fijeza, estabilidad, permanencia) del medio interior es la condición básica de la vida libre. Y Pierre de Latil, en su señero ensayo "la pensée artificielle", refiriéndose a este equilibrio afirma que "no se trata de un equilibrio total, de un equilibrio unánime, sino de la tendencia a un equilibrio que deberá establecerse dentro de un cierto período de tiempo"³⁰.

Todo lo anterior parece asegurar que estamos en el campo de la retroacción, de la realimentación negativa, de los servomecanismos, en un grado de ultra sensibilidad. Pero entremos en el asunto en forma más clara y objetiva para tratar de precisar mis afirmaciones.

²⁹ La Cibernética, Cerebros y Máquinas. Wladisiaw Sluckin.

³⁰ Según el acertado término introducido por el biólogo austriaco Bertalamfy, un organismo vivo está caracterizado por un "equilibrio fluyente" frente al medio biofísico que lo rodea.

El hombre, por ejemplo, para subsistir necesita conservar la temperatura de su sangre entre ciertos márgenes de variación.

El corazón, bomba que moviliza el torrente circulatorio, debe atenerse también a precisas normas de comportamiento, y los pulmones que oxigenan ese caudal, y los diversos elementos agregados a él por el sistema glandular según cuales sean las eventualidades del ambiente, todos deben acomodar su funcionamiento y algunas de sus características, de modo que el motor y el metabolismo del individuo considerado marchen dentro de lo que podemos llamar las condiciones de "régimen", susceptibles de variar, pero manteniéndose dentro de ciertos límites, sobrepasados los cuales, la estabilidad y, por consiguiente la vida misma del ser, se ponen en peligro.

Es esta capacidad para conservar el equilibrio integral y relativo de los distintos componentes del todo que estoy considerando -el hombre vivo- lo que se llama "homeostasis". Walter Cannon, investigador de avanzada en estos caminos, expresó que homeostasis "es la facultad de un organismo vivo de mantener relativamente constante un cierto estado de equilibrio".

El organismo vivo cuenta, pues, con los medios apropiados para que, si aumenta o disminuye la temperatura del aire que respira o si se acelera el ritmo de su gasto de energía por una carrera o esfuerzo más intenso; o si se pierde a través de una herida parte apreciable de la sangre que lo nutre; o si se presentan otros peligros, se pongan en acción mecanismos -servomecanismos para expresarnos con más propiedad- de complejísimas estructuras. Ellos buscan la mantención del equilibrio vital, aun en el caso extremo de que el todo haya perdido algunas de sus partes (extirpación de un pulmón o de alguna glándula, pérdida de una extremidad, etc.).

Naturalmente, como lo adelanté ya, los recursos del individuo tienen sus límites de acción más allá de los cuales el organismo se deteriora o deja de existir como tal. Pero, en todo caso, es fácil apreciar que la acción homeostática va mucho más lejos que la de un simple regulador o servomecanismo al cual si se le altera alguna conexión o se le destruye algún elemento de relativa importancia, se embala o deja de funcionar. El profesor Ashby proyectó, y en cierto sentido logró construir un dispositivo relativamente sencillo, capaz de buscar un determinado equilibrio a despecho de cambios fundamentales en las contingencias y aun en la estructura del

sistema. Pero antes de describir su dispositivo, debo insistir algo más sobre el fenómeno de homeostasis para, así, apreciar mejor el parentesco y las distancias que unen y separan al mecanismo homeostático del ser vivo.

Claude Bernard, a mediados del siglo pasado, mostró, como ya lo insinué, el papel que desempeñará en el organismo vivo lo que él llamó el "medio interno", o sea, el ambiente en que viven las células vivas que constituyen un ser. Este "medio interno" está formado, en las especies superiores, por fluidos (sangre y linfa) que bañan a todas las células vivas y les proporcionan su alimento, al mismo tiempo que sirven de vehículo para eliminar su detritus.

Ahora bien, como el ser vive en un "ambiente externo" cuyas características de temperatura, composición y demás están en permanente cambio, el medio interno y el propio organismo, en general, deben poseer las capacidades necesarias para contrarrestar, enfrentar o adaptarse a estas diferencias y de este modo mantener el equilibrio vital necesario.

Como ya expresé, este equilibrio no es estático: es fluyente; varía, oscila, tiende hacia determinados objetivos y aun cambia con el tiempo.

En realidad, la condición de equilibrio viene a ser un estado óptimo de supervivencia; y es tras él que actúa la homeostasis o, en nuestro lenguaje cibernético, la realimentación negativa de un complejo servomecanismo.

Sigamos, como ejemplo, el comportamiento del organismo vivo en relación con la sangre que lo alimenta y nutre. Una herida, una lesión de un órgano o de un tejido, producen una hemorragia; sin demora se pone en funcionamiento un mecanismo que informa a los distintos centros interesados respecto a la merma de líquido. De inmediato entra a actuar un agente coagulante que trata de impedir la salida de más sangre. Empero, como ya se ha perdido una cantidad de ella, se requiere recuperar el equilibrio. Se produce entonces un aumento en la velocidad de circulación, para asegurar la necesaria provisión de oxígeno y la eliminación del ácido láctico segregado por las células. Esto resulta de una contracción de los vasos sanguíneos, con la cual, por otra parte, se restablece también la presión de la sangre, disminuida con la pérdida inicial. Todos estos recursos compensadores de emergencia actúan, mientras los órganos y tejidos que tienen la función de mantener el volumen sanguíneo trabajan activamente para reponerlo a sus niveles

normales. La diferencia entre la provisión normal del torrente sanguíneo y la que se ha producido, actúa nuevamente por retroacción para mantener la contracción de los vasos dentro de los límites requeridos.

Y como las señaladas, otras acciones entran en juego: de los tejidos en los que se encontraban almacenados salen los glóbulos rojos; se produce sed que lleva al herido a pedir agua en abundancia para compensar la falta del plasma sanguíneo, etc.

Pero este sistema de autorregulación no sólo funciona en el caso de un accidente como el descrito; también lo hace para la normal satisfacción de las necesidades vitales ordinarias. Manteniéndome siempre en la sangre, "medio interno" de nuestro organismo, puedo recordar que a través de su caudal se le proporciona al ser vivo azúcar, de la cual éste obtiene su energía; así, cuando un trabajo, una actividad física o intelectual cualquiera disminuyen la cantidad de azúcar, y cuando la merma pasa de cierto límite, una nueva retroacción pone en funcionamiento otro mecanismo regulador para utilizar el glucógeno almacenado en el hígado. Y también contribuyen a la mantención de este equilibrio vital ciertos procedimientos que despiertan el hambre y la sed. Y las sales se mantienen también en determinadas proporciones en la sangre, a través del funcionamiento de los riñones estimulados por la homeostasis. Igual cosa sucede con el calcio necesario para el crecimiento de huesos y dientes, músculos y nervios; a pesar de que, a mi saber, no se conoce bien todavía el mecanismo homeostático que tiene la curiosa característica, en caso de faltar ese elemento que él controla, de llegar hasta producir el traslado de calcio de los huesos, uñas y dientes para depositarlo en la región amagada del propio individuo.

Podría agregar las grasas, las proteínas y hasta el oxígeno, a pesar de que este último no se almacena en el organismo, pero se obtiene, en mayor o menor cantidad del aire que nos circunda, modificando el ritmo de la respiración.

Todos estos variados servomecanismos, curiosamente integrados y entrelazados, ya de por sí sensibles y acuciosos, complican todavía su conducta frente a las emergencias provocadas por las emociones y por diversos estímulos externos que obtienen sus respuestas por medio de los llamados reflejos.

Sí, es verdad; el organismo puede calificarse como una máquina, como un conjunto de mecanismos, pero de una abismante complejidad y regido por automatismos de retroacción interdependientes y extremadamente sensibles, no sólo a las variaciones del medio externo, sino, y esto la ciencia lo comprende cada día de mejor manera, a ciertas variaciones del sistema nervioso simpático, a los caprichos de la conciencia y del carácter y aun a otros influjos más sutiles y desconocidos que constituyen, tal vez, la parte más esencial de ese "algo más que una máquina" que posee el ser vivo y, en mucho mayor manera, el ser vivo inteligente.

Terminado este escarceo, veamos en qué consiste la máquina del profesor Ashby.

Homeostasis: auto equilibrio.

Como ya anoté, Ashby buscaba demostrar en forma abstracta, en principio, la posibilidad de conseguir, por intermedio de una máquina, la realización de una acción determinada a pesar o superponiéndose a desarreglos o modificaciones ocasionales o imprevistas.

Es decir, aclarando aún más lo dicho, el homeostato "buscaba realizar una acción homeostática que dependiera de sus propios factores. Imitar los actos innatos que los animales ejecutan siempre, aun contra las circunstancias. Realizar una especie de instinto artificial"³¹.

Para conseguir tal fin, el profesor británico ha construido un mecanismo asombrosamente simple capaz de mantener el equilibrio que resulta de una serie de equilibrios buscados por órganos cuya acción tiene resonancia sobre otros que, a su vez, la tienen sobre aquéllos. Es decir, se trata de una combinación de dispositivos que actúan mutuamente unos sobre otros. Entran en juego diversas regulaciones homeostáticas, las cuales se influyen mutuamente buscando la obtención de ese maravilloso sistema equilibrado que se llama un ser vivo.

Debo de insistir, sin embargo, en que se trata de un aparato, de un dispositivo, extremadamente simple y que, por consiguiente, las demostraciones o comprobaciones obtenidas se refieren sólo a las grandes líneas generales de un tal funcionamiento.

³¹ W. R. Ashby. Proyecto de un cerebro.

Aun cuando para algunos lectores la descripción que voy a intentar pueda parecerles aburrida o aun confusa, debo ensayarla, advirtiéndoles a quienes no simpaticen con esta clase de lucubraciones, que pueden omitir los párrafos siguientes sin por ello perder el hilo de mi exposición.

El elemento fundamental del homeostato es un imán colocado sobre un pivote que le permite girar en un plano horizontal. Ese imán se encuentra colocado en el interior de una bobina por la cual circula una corriente eléctrica. Según sea la intensidad de esta corriente, el imán variará su posición con respecto a la que tenía primitivamente.

Imaginemos en seguida un vástago metálico solidario del movimiento del imán por medio del pivote o eje sobre el cual éste se mueve. Este vástago lleva en su extremo una pequeña paleta metálica que se sumerge en un recipiente circular lleno de agua destilada (véase lámina).

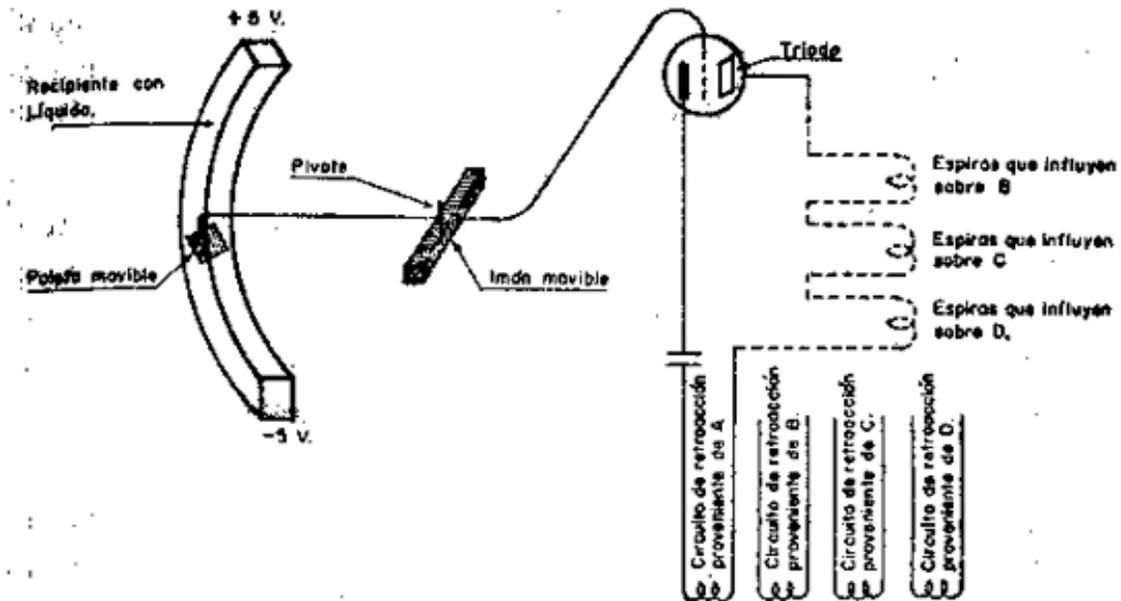


Figura 11

En los dos extremos del recipiente se aplican diferencias de potencial eléctrico (-5 volts en un extremo y +5 volts en el otro).

Es evidente que según sea la posición de la paleta en el recipiente, es decir, según sea la posición solidaria del imán, que depende, a su vez, de la corriente de la

bobina, la paleta recogerá una tensión diferente más o menos próxima a menos 5 volts o a más 5 volts, según que se encuentre cerca de uno u otro extremo.

Pero ahora viene la originalidad del sistema: esta tensión eléctrica captada por la paleta se conecta o aplica a un dispositivo que controla la corriente de alimentación de la bobina. Esta corriente reproducirá en sus intensidades las variaciones de potencial de la paleta y reflejará así los movimientos del imán.

Se trata, pues, de un sistema en el cual una corriente eléctrica determina la posición de una paleta, cuya posición influye a su vez sobre la corriente: la acción de la paleta actúa sobre la acción de la corriente que, a su vez, actúa sobre la acción de la paleta.

En resumidas cuentas, la corriente depende de la corriente. Podríamos decir, aunque parezca extraño: la corriente depende de ella misma. Una retroacción integral cuyo accionador está alimentado 100% por sus propios efectos.

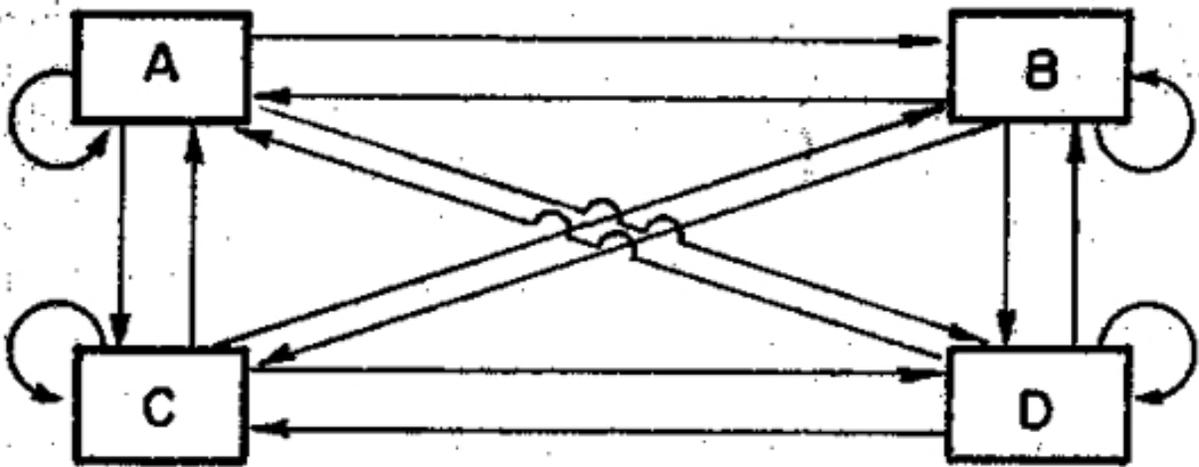


Figura 12

Pero la descripción que he hecho del homeostato es sólo parcial. El aparato se compone de cuatro elementos iguales al descrito, de los cuales cada uno está a su vez sometido a la influencia de los otros tres. La tensión del elemento a no sólo controla la corriente de la bobina a, sino también las de las bobinas b, c y d, es decir, la corriente de salida de uno de los elementos es enviada a las cuatro bobinas, cada una de las cuales maneja cuatro circuitos diferentes, de los cuales

tres vienen de los otros elementos y el cuarto recibe la influencia de su propia acción.

Y llego sólo hasta aquí en la descripción ofrecida; cada lector puede empeñarse en comprenderla en su integridad; yo me limito a mostrar el homeostato en sus líneas más generales, como un real paso de avance en la construcción de máquinas que pretenden imitar la vida.

Capítulo 6

Androides, Robots y Maquinas Inverosímiles

"Los hombres han permanecido demasiado tiempo en el reino de lo fantástico para no haberse intoxicado. No pueden soportar la luz de un alba que destruye los fantasmas de la noche".

PIERRE DE LATIL

Un Mundo de Fantasmas.

El hombre de la calle vive rodeado de desconocidos, acorralado por entes para él misteriosos. La mayor parte de los habitantes de la tierra no sabe casi nada del mundo físico y espiritual que la circunda.

Con un trozo de acero en la mano el mecánico trabaja; pero luego que le preguntamos qué es el acero, se quedará perplejo. Y si vamos un poco más allá e indagamos lo que sabe del cercano mundo de la materia, lo veremos enfrentado a hechos, realidades o conceptos que para él constituyen cerrados misterios y, generalmente, enigmas amenazadores. Aun quien maneja un automóvil conoce muy poco más allá de los pedales o botones que debe utilizar para guiar el vehículo; nada de los procesos termodinámicos que se realizan en el motor; nada de los controles y servomecanismos comandados por circuitos eléctricos; nada de la técnica que permitió construir la estructura que lo transporta; Y, por supuesto, muy poco del petróleo, o del caucho o de los demás elementos empleados en esto que él llama, sencillamente, su automóvil.

Pero si ni aun de sí mismo sabe nada; si no conoce el proceso de gestación de sus hijos ni el metabolismo de su cuerpo, ni la forma cómo sus sentidos interpretan los impactos del mundo externo... Y podría seguir con una interminable enumeración que ocuparía volúmenes, de todo lo que no sabe de las cosas que podemos considerar conocidas... Naturalmente que, si a ello agregarnos lo que ningún hombre sabe, entonces, su indigencia, resultará lastimosa.

Ahora bien, esta ignorancia, este desconocimiento de lo que es, de lo que lo rodea y de su destino, han llenado al hombre, a lo largo de su historia, de terrores y supersticiones a los que ha dado forma tangible en seres mitológicos que pueblan su vida.

Desde que tenemos noticia nuestra especie se ha afanado en reproducir su efigie agregándole características de apariencia y de efecto que interpretan su temor ante lo desconocido: Dioses, Muerte, Enfermedades, Cataclismos, el Sol, la Luna y las Estrellas, la Procreación y la Vida, se han convertido en ídolos, símbolos o representaciones que, casi siempre, han tenido una condición común: tras la apariencia humana, sugerir el arcano, el temor, la índole maléfica. Los dioses siempre fueron crueles, sedientos de sangre: repetidas cabezas de feroz catadura; múltiples brazos o tentáculos amenazadores; actitudes de castigo y guerra, de venganza y odio. Y aquellos que no lograban, con su apariencia, producir el terror, lo hacían por el sortilegio de su presencia o por su simple contacto.

Sí, la Humanidad ha caminado, por muchos siglos, por los reinos de lo quimérico y se ha intoxicado de fantasmas. A pesar de que la inteligencia lucha contra el misterio, los seres inteligentes no pueden soportar la luz que destruye los mitos y crean siempre nuevos engendros y atribuyen a sus dioses, a sus monarcas y reyes, a sus máquinas y fundaciones, condiciones esotéricas.

Genios, Elfos, Gnomos, Demonios, Incubos y Súcubos, Hadas y Brujas, Ánimas y Fantasmas, Trasgos y Espectros, Duendes y Espíritus, han acompañado la peregrinación de nuestra especie. Magia, Alquimia, Astrología, Quiromancia, Exorcismos, y mil otros antros de misterio, han precedido a las disciplinas científicas y mantienen todavía su influjo en la mente popular.

Y viene desde que el hombre es hombre. Las viejas civilizaciones chinas están plagadas de dragones y deidades terroríficas. Las tribus africanas viven todavía manejadas por sus hechiceros y brujos, rodeadas de espíritus maléficos; los egipcios, además de crear toda clase de injertos de hombres con cabezas de animales, sucumbían al terror alimentado por las castas sacerdotales y construían, entre otras, la efigie de Nysa (el Baco de los griegos), que, según las crónicas de la época, en las ceremonias de sacrificio, "se levantaba gracias a un mecanismo, sin que nadie se acercara, servía leche en una botella de oro y se volvía a sentar". Y

Grecia, que creó la más grande fantasmagoría mítica que recuerda la historia, nos legó a Galatea, la obra de perfección de Pigmalión, especie de androide de carne y hueso convertido por la piedad de Afrodita ante la fuerza del amor, en un ser humano. Y romanos y sirios y babilonios y los pueblos autóctonos de América, y por donde busquemos, todos sin excepción, vivieron acosados por una jauría de bestias, deidades y demonios crueles y vengativos. El propio Jehová se mostraba tonante, con el rayo destructor en la mano.

Es por este ancestro que pesa sobre nuestros hombros que, llegado el momento en que la ciencia, a través de un proceso analítico riguroso y sin sombra de misterio, empieza a cambiar la imagen del Universo y a ahuyentar a los nigromantes y fantasmas, el hombre, por su ignorancia y su viejo temor, se resiste a abandonar los mitos y en vez de distinguir entre lo que sabe y lo que no sabe; entre lo que queda en el dominio de la inteligencia y lo que no tiene capacidad para comprender en un cuadro claro y consciente, prefiere mantener el misterio; y donde había genios y demonios hace surgir los androides, y donde había íncubos y súcubos o trasgos, coloca robots que amenazan su vida o sueña con marcianos de narices tentaculares y ojos de fuego. O, pretendiendo de objetivo y racional, busca explicaciones pseudo científicas atenuadas a su corta y doméstica experiencia, reacio a aceptar, sin vanidad, que hay fenómenos e incógnitas que quedan irás allá de su comprensión.

Pero, específicamente, en este proceso de creación de engendros mecánicos se buscó siempre el darles emoción a través del movimiento, porque éste representaba para la masa, vida, aparente autodeterminación.

Los Androides: Juguetes y Mecanismos.

La más antigua referencia a lo que llamamos hoy un androide -un ser humano artificial- aparece mezclada con la leyenda. Se cuenta que cerca del laberinto de Atenas, el famoso Dédalo, considerado como la representación mítica del antiguo arte griego, habría construido para el Minotauro de Creta estatuas que se movían y andaban. Aristóteles describía una tal Venus de madera, cuyas extremidades contenían mercurio que producía, al escurrir, los movimientos. Arquias de Tarento,

contemporáneo de Platón y pitagórico, habría construido una maravillosa paloma voladora.

En un curioso libro de Herón de Alejandría, se describen diversos autómatas de su época y de los tiempos egipcios que habrían intervenido, como en el caso de Nysa, en los sacrificios y rituales.

Pasaron los siglos, vinieron los tiempos de las poleas y de los engranajes y más tarde de las ruedas dentadas y los controles de relojería; empezó el hombre a transferir su habilidad a las primeras máquinas y nuevos androides fueron apareciendo, ahora con complicados mecanismos que ayudaban a mantener la tradición del misterio y el anhelo de atemorizar a las pobres gentes.

El viejo sueño del hombre de fabricar algo con sus manos, algo que se moviera, fue haciéndose posible: juguetes, máquinas, robots.

En el mundo árabe es donde primero, como en otros campos de la cultura, floreció el arte mecánico utilizando ruedas dentadas, vasos comunicantes, poleas accionadas por pesos que obedecían a la gravedad y otros sistemas. El reloj de luz descrito por Al Djazari, a principios del siglo VIII funcionaba, admírese el lector, con un primitivo servomecanismo. Y, siempre de Oriente, le llegó a Carlomagno, ofrecido por Haroun Al Rachid, una maravillosa clepsidra perfeccionada que daba las horas con la aparición de personajes y el sonido de pequeños carillones.

También en los cuentos del Extremo Oriente, de la India y de la China, tal como en Las Mil y Una Noches, los autómatas jugaron papeles preponderantes; y en la Edad Media son vigilantes de los castillos, fieles guardadores de la virtud de las damas. En la leyenda de Perceval, autómatas de oro y plata saben distinguir la nobleza de los caballeros y la virginidad de las mujeres.

Se ha dicho y escrito que el famoso Alberto Magno, en el siglo XIII, construyó un hombre artificial, producto de su magia diabólica, que abría la puerta de su celda cuando alguien llegaba a ella, y conversaba y daba razón al visitante. A la muerte de su constructor, Tomás de Aquino habría destruido este producto de Luzbel.

De Oriente vino a Alemania el arte de la relojería que, a principios del siglo XIV, logró construir mecanismos capaces de dar a conocer, automáticamente, con sonidos y movimientos, las horas, como la clepsidra de Al Rachid. Y en este campo se crearon maravillas. El "jaquemart", autómata que da las horas, dio luego paso a

múltiples personajes que desfilaban en las torres de las catedrales de las grandes ciudades europeas, tocando los cuartos, las medias y las horas; y después San Jorge, atravesando el dragón con su lanza, o las serpientes aladas que vuelan, sacan la lengua y enroscan la cola.

Naturalmente que al comentar estas nuevas creaciones no se hablaba de mecánica, ni de técnica, sino de sortilegios y demonches.

Luego el molino de viento, la rueda de agua, el tornillo sin fin, los engranajes oblicuos y otros inventos permitieron nuevos movimientos sin la intervención del hombre. El mundo inmóvil de la antigüedad estaba dinamizándose.

Pero estas conquistas, lejos de limpiar el ambiente, vigorizaban la magia, unión entre la naturaleza y lo artificial, y acicateaban la creación de artilugios que parecieran tener vida; todo lo cual tuvo como consecuencia el que los creadores de los mecanismos los escondieran e hicieran aparecer sus efectos como resultados de artes ocultas. Así, de las máquinas se ocultó su condición de tales y se les trató de dar, en cambio, la apariencia de aquello que reemplazaban. Y la orientación se ha mantenido: el automóvil fue una réplica del coche con caballos, cuyo motor se disimulaba al principio debajo del asiento del conductor; y los aviones imitaban a las aves, a pesar de que terminarán por tener la forma de los cohetes o de los platillos voladores. "Un caballo fantasma trota delante de las locomotoras", dijo hace algunos años Wells, y tenía razón.

Influidos por este ambiente falso, bajo el peso del mundo esotérico del pasado, todas las nuevas creaciones fueron siempre conservando un halo de misterio. Según la leyenda, el "hombre de hierro", de Roger Bacon, fue enviado a prisión y a hemos visto a Santo Tomás haciendo mil pedazos el hombre artificial de Alberto Magno, para destruir al demonio que en él se ocultaba.

Desgraciadamente, esta actitud de beligerancia nos ha privado de ver y analizar aquellos artilugios, y no existen ya ni la "mosca de hierro" de Regiomontanus, ni el águila mecánica que habría volado en Nuremberg para rendir homenaje a Maximiliano, ni otros aparatos de que nos habla la leyenda. Sin embargo, algunas piezas que han sobrevivido nos permiten apreciar el grado de perfección y verdadero automatismo con que fueron realizados estos empeños. El gallo que mueve las alas, de la Catedral de Estrasburgo, y la carabela de Carlos V con sus

músicos, cañones y caballeros, muestran la ingenuidad de tales mecanismos que hacían residir su valor, por sobre todo, en el trabajo de orfebrería y decoración de las piezas. La imaginación exaltada de los observadores ponía el resto de lo que la tradición nos cuenta.

Parece ser que todo lo producido durante este tiempo no alcanza real significado hasta la aparición de Leonardo da Vinci, llamado con harta razón el primer hombre moderno. Se cuenta que este genio multiforme habría construido un maravilloso león mecánico para recibir a Luis XII a su llegada a Milán. Según las crónicas de la época, muy ampliadas seguramente por la imaginación, la fiera habría caminado hacia el rey y, deteniéndose frente a él, se habría abierto el pecho con las garras para señalar después, hacia un escudo con la insignia flordelisada de los Borbones. Pero, sólo a principios del siglo XVIII, empieza la verdadera época de los mecanismos con la aparición de innumerables verdaderos androides de todos tipos que, según se dice, no sólo se movían, sino que actuaban de mil maneras. Naturalmente que las técnicas fueron mejorando, que la precisión de los relojes llegó a un minuto por día, que cajas de sorpresa mostraban pajarillos que cantaban hermosas melodías. Sin embargo, el anhelo por imitar la vida era sólo una esperanza; el reino de los androides estaba todavía vacío de realidades.

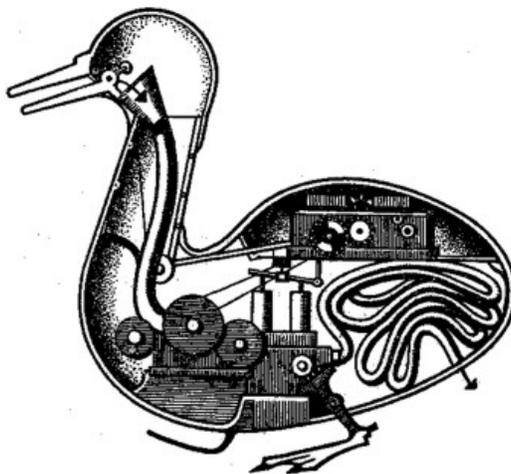


Figura 13

Imposible sería enumerar a todos los que trabajaron apasionadamente en estas creaciones que pretendían realizar funciones reservadas a los seres vivos; como

imposible también mencionar siquiera las obras literarias que, supliendo la incapacidad de la mecánica, crearon imaginariamente seres artificiales que actuaban como seres vivos y que, en el caso de mujeres, aunque mecánicas, lograban también enamorar a los humanos.

Pero, al realizar este rápido recuento aparecen algunos nombres señeros que no pueden ser olvidados.

Jacques Vaucanson, nacido en Francia en 1709, fue un genio en su especialidad y lo fue, cosa curiosa, inspirado, no tanto por su deseo de resolver problemas de mecánica y automatismo, sino porque pretendía probar su posición filosófica, su convencimiento de que la vida era sólo un mecanismo material perfeccionado.

El gran anhelo de Vaucanson fue de construir un ser humano artificial, para lo cual se dedicó al estudio prolijo de la anatomía de su modelo; pero, según sus críticos, olvidando el sistema nervioso de éste, buscó reproducir la respiración, la digestión, la circulación de la sangre, el juego de músculos y tendones. Resultado de este ambicioso sueño fueron sus dos fachosos autómatas: el flautista y el pato de Vaucanson. Ambas maravillas de su época no pasan hoy, sin embargo, de constituir modelos de extraordinaria ingenuidad. El pato, sobre todo, cuyo modelo no ha podido ser hallado, pero cuyos dibujos y una carta explicativa del autor nos lo describen:

"Un pato en el cual yo represento las vísceras destinadas a la función de beber, de comer y de digerir. El juego de todas las partes necesarias para estas acciones está exactamente imitado. Él alarga su cuello para ir a tomar el grano, lo traga y lo envía por las vías ordinarias hasta terminar digerido. El alimento se digiere, como en los verdaderos animales, por demolición y no por trituración como lo pretenden algunos físicos. La materia digerida en el estómago es conducida por tubos hasta el ano, donde hay un esfínter que le permite su salida".

Lo asombroso es que, a pesar de la ingenuidad de sus modelos (el pato digería por alguna reacción química, vitalmente distinta de las funciones digestivas reales), vendió gran número de sus creaciones y obtuvo por ellas fabulosas sumas de dinero. Pero, hay que ser justos: Vaucanson no pretendió hacer nada misterioso y, esto es nuevo, él deseaba solamente aclarar el modo de acción de la naturaleza.

Dignos también de mención son el relojero Pierre Jaquet Droz, y su hermano dibujante Henri, personajes descollantes en esta apasionante historia, que construyeron los dos más extraordinarios y hermosos mecanismos de su época: una bellísima "clavecinista" que movía sus dedos sobre un teclado de un instrumento real, igual que un virtuoso de carne y hueso, y el extraordinario "niño que escribe", cuya combinación de ruedas dentadas, palancas y ascensores de cadena, logró el notable resultado de escribir frases completas.

Y, como era de esperarlo, junto con las realizaciones mecánicas, la literatura continuó también creando sus personajes androides, entre los que figuraron en primer rango el Profesor Zacarías de Julio Verne, relojero que murió al grito de "mi alma, mi alma", al saltar fuera del mecanismo la cuerda de uno de sus relojes; y la Eva futura de ese maravilloso escritor de las cosas sutiles y apasionadas que se llamó Villiers de l'Isle Adam, con su androide femenino Hadalay, que no sólo poseía en su piel y en su carne la atracción de la mujer, sino que era guiado a la distancia por el alma de otra mujer real y de alta cultura e inteligencia.

Era previsible que en este atrayente escenario aparecieran también los magos y los charlatanes para aprovecharse de la credulidad de las gentes. El universalmente conocido caso del jugador de ajedrez del Barón de Kempelen, fue motivo de asombro y polémica. Varios escritores publicaron artículos entre los cuales uno muy conocido de Edgar Allan Poe, demuestra cómo el jugador con un hombre encerrado dentro de su mueble, lograba engañar a los que lo observaban.

Pero la técnica avanza y aparece la electricidad y el perfeccionamiento de los resortes, de los engranajes y de todos los mecanismos automáticos que permiten no sólo imitar los movimientos humanos, reproducir la voz, dar luces y hacer otros milagros, sino que aun resolver problemas que quedan fuera de la comprensión del hombre de la calle. Y tal vez por esto y no obstante la intervención de una tecnología impulsada ahora por la ciencia, no termina el misterio ni el temor; los falsos magos siguen atizándolo, ahora con mejores herramientas para engañar a las masas absortas. Y aparecen en escena los robots, terroríficas personificaciones de la máquina liberada de la mano de su creador.

Los Robots.

Es con la obra teatral del checo Karl Kapek, representada en París en 1924, que el nombre de robot aparece y se extiende, con increíble rapidez, por toda la tierra.

Se trata de un fabricante, descendiente de antiguos creadores de autómatas, de nombre Rezón, que en el siglo XX y tantos fabrica, por intermedio de una sociedad llamada Rezón's Universal Robots (RUR), androides destinados a trabajar como sirvientes de la humanidad. Sirviente, en checo, se dice robot y de ahí el nombre de la sociedad que expande por el mundo el "Robot", ya con mayúscula.

Pero la fantasía de Kapek planteó el sueño que sigue viviendo el mundo.

Una mujer pide al fabricante de robots que les dé sensibilidad; y esto provoca el estallido: todos los hombres son asesinados; pero los robots se encuentran frente al grave problema que no conocen el secreto de su fabricación y que el tiempo de su funcionamiento está sólo calculado para 20 años. ¿Qué hacer? Un sabio escapado a la masacre hace nacer el amor en una pareja de autómatas y una nueva raza reemplaza a los hombres sobre la tierra.

Años después, en 1951, Romain Rolland planteó nuevamente en "La Revolución de las Máquinas" el problema de la guerra entre hombres y entes mecánicos que termina con la victoria de los últimos: los hombres serán sus esclavos. Pero la guerra también nace entre las máquinas que se destruyen entre sí, lo que permite la llegada de una nueva era idílica sin monstruos mecánicos.

La literatura sigue así robusteciendo el mito; la máquina es señalada como el enemigo de la Humanidad y personajes de tanta alcurnia espiritual como el Mahatma Gandhi la culpan también por el mal uso que de ella realizan los hombres.

En 1937, en la Feria de París, había aparecido un androide que provocó general asombro; se trataba de "el Profesor Akadius", verdadero descendiente de los autómatas de los hermanos Droz que, entre otras maravillas, hacía horóscopos para cada visitante. Y a éste siguieron una larga serie de robots, ya que el nombre de androide había ido cayendo en el olvido, que fueron presentados a la avidez de los espectadores. Entre ellos tal vez "Electro", de más de 100 kilos de peso y 7 pies de alto, construido por un ingeniero de Westinghouse, fue uno de los más notables porque caminaba, hablaba, contaba, fumaba, distinguía los colores, saludaba y hacía otra serie de demostraciones distintas que alcanzaban a un total de 36. Al año siguiente, un estudiante del Politécnico de Bristol construyó un ejemplar al que

bautizó con el sugestivo nombre de "Dynamo Joe", del que se cuenta que anduvo en bicicleta por las calles de la ciudad, con cierta ayuda de su constructor prestada a la distancia, y que saludaba a los paseantes y sonreía a los niños ante la expectación general. Y los notables tocadores de jazz del Robot Palace de Bruselas, por cuyos "relays" solamente se habrían pagado más de 200.000 dólares. Y el "machinerman" de Teplitz, construido por tres checos, que se señala como de mucha más habilidad que todos sus predecesores porque, además de moverse casi como un hombre y de realizar muchas de las acciones de sus congéneres, podía contestar ciertas preguntas, calcular, y aun leer un poco, disparar con un rifle, barajar las cartas de un naípe y fumar. Su "sistema nervioso" y sus "sentidos" estaban constituidos por un micrófono, células fotoeléctricas, transistores y tubos electrónicos y una complicadísima red que interconectaba a más de 220 mecanismos diversos.

Pero la verdad es que todos estos aparatos constituyen sólo juguetes que si bien asombran por la habilidad de sus constructores, nada nuevo han agregado a la ciencia ni al conocimiento de la naturaleza, a pesar de las perfecciones de algunos de ellos, entre los cuales es interesante anotar un proyecto que parece haber sido seriamente considerado y que pretendió alcanzar repercusiones científicas. Se trataba de insertar en un robot el cerebro de un hombre moribundo o de un condenado a muerte, por medio de una habilísima operación quirúrgica destinada a conectar el órgano vivo con una especie de nervios eléctricos. Quienes lo proyectaron tenían la esperanza de mantener el cerebro activamente pensante y capaz de hacer realizar al robot ciertas operaciones. Se esperaba obtener así informes científicos a través de experiencias comparativas entre el robot y el primitivo dueño del cerebro. Naturalmente que los hombres de ciencia no aceptaron el proyecto por considerarlo cosa de locura y nunca llegó a realizarse.

Así, pues, los robots han reemplazado a la pléyade de miembros de la familia diabólica, de los seres alucinantes y terroríficos de antaño y realizan múltiples acciones humanas; pero, es curioso comprobarlo, ya no pretenden imitar al hombre, sino que sólo parecerse ligeramente a él, sobrepasando su habilidad. Su apariencia actual es puramente mecánica y aun su modo de andar es de acero.

Por desgracia, el mal cinematógrafo y las malas novelas de ciencia-ficción han seguido llenando las mentes de los ingenuos y de los niños con el terror de las máquinas.

En lugar de presentar a estas extraordinarias creaciones del hombre como lo que deben ser, como sus redentoras, como las que lo librarán de su pesada carga de trabajo obligatorio y esclavizante y le liberrarán sus horas para que las emplee en robustecer y perfeccionar su espíritu, se les muestra como sus enemigas y su amenaza.

Afortunadamente, mientras esto sucede en la vida diaria y en el mundo de la fantasía, en los laboratorios y en los centros de investigación se procede de otro modo: allí siguen creándose máquinas y sistemas súper automáticos destinados a cubrir todo el vasto campo de las posibilidades conductistas cibernéticas. Y estos avances tendrán que ir disipando la atmósfera mefítica o mágica creada alrededor de las máquinas y les darán, un día, su verdadero papel de servidoras del hombre.

Ya he demostrado cómo las nuevas creaciones mecánicas, y especialmente electrónicas, están colaborando con los hombres de ciencia y tecnólogos y aun con los fabricantes e industriales en campos hasta ayer reservados a la inteligencia. Y también lo están haciendo en los dominios de la medicina y de las ciencias de la vida: corazones, pulmones, arterias y venas artificiales; instrumentos de cirugía de ondas ultracortas; equipos que en segundos registran y entregan al médico las características metabólicas del paciente y mil otros dispositivos o instrumentos están ayudándonos a vivir biológicamente mejor y por más tiempo.

Imposible sería referirme a todos los maravillosos automatismos industriales hoy en funcionamiento, a todas las máquinas y computadores electrónicos que trabajan en los bancos, en las empresas de utilidad pública, en los laboratorios y universidades, en los observatorios astronómicos y en los hospitales, en los aviones y submarinos y en todos los ámbitos de la tierra.

Sin embargo, algunos ejemplos concretarán y precisarán más el cuadro que, en forma tan monográfica y rápida, he esbozado. Uno típicamente industrial, la máquina llenadora de botellas descritas por Pierre de Latil en su libro "Il Faut Tuer Les Robots", creo que podrá dar muchas luces porque, además, está escrito en forma muy sugerente. Otro será el caso, que ya he referido en publicaciones

anteriores, de las tortugas del Profesor Grey Walter, célebre investigador de la función del cerebro. Sus creaciones tienen condiciones muy características, entre las cuales la más atrayente es la de adquirir experiencia. La descripción que entrego está escrita bajo la vigilancia del propio Profesor y me he limitado a traducirla y resumirla. Finalmente, incluiré un dispositivo muy comentado, con el cual se pretende diagnosticar enfermedades y que muestra cómo se puede dar apariencia de misterio o esoterismo a algo que ni siquiera constituye una verdadera máquina y es sólo un sistema, lógicamente proyectado, en el que trabajan varios dispositivos conocidos.

La Máquina para Llenar Botellas.

El equipo que analizaré es, teóricamente, uno destinado a llenar botellas con 1 litro exacto y corresponde, en sus líneas generales, a las condiciones y características de miles de combinaciones mecánicas utilizadas en todas las industrias del orbe y en los distintos procesos industriales.

Un dispositivo elemental mide la cantidad de líquido y lo lleva en un recipiente hasta un embudo, al cual, con un movimiento hacia arriba, se enchufa una botella. Después de un cierto número de segundos precisamente calculados para permitir el escurrimiento del líquido dentro de su envase, la botella se retira hacia un lado y va a colocarse bajo el aparato que le pone su corcho o tapa, para seguir después en una cinta transportadora hacia el sitio en el cual se le empaquetará en cajas o cajones. Todo funciona sin dificultad y permite una explotación industrial adecuada. Sin embargo, veamos cómo podemos poner en apuros a este mecanismo y jugarle una mala pasada.

Pensemos que, por una razón u otra (quebradura del vidrio, por ejemplo), falta una botella en el proceso. Naturalmente, llegado el caso veremos a la maquinaria, que no puede darse cuenta de lo ocurrido, verter el líquido sobre los engranajes y las partes de la instalación con lo que, además de perderse esa cantidad del producto que se está envasando, será necesario limpiar las piezas mojadas y el suelo, con las consiguientes demoras y molestias.

Resulta fácil evitar un tal percance. Bastará con agregar un mecanismo que verifique la presencia de la botella en su sitio y que, en caso de no encontrarla,

cierra el contacto de salida del líquido. Podría pensarse en que el propio peso de la botella pusiera en juego el respectivo mecanismo; pero dado que la cinta transportadora sobre la cual reposa aquella y que la traslada, está en movimiento, su precisión resultaría difícil. Más fácil sería instalar un brazo móvil, táctil, que, manejado por un engranaje, se detenga al topar con la botella. Este brazo estará conectado a la llave de salida del líquido que se abrirá cuando aquél es detenido por la botella colocada en el sitio que le corresponde. Si una botella falta, el brazo seguirá su recorrido y cerrará el grifo alimentador.

Hemos resuelto el problema acomodando su funcionamiento a las circunstancias; es decir, elegimos un movimiento del cual el constructor de la máquina hace depender la eficacia de una determinada acción, y ésta se hace presente sólo cuando esa acción es necesaria. Es un caso semejante al de una escalera móvil que inicia su marcha sólo cuando una persona pone sus pies sobre el primer escalón o, en el mundo de la vida, el trabajo de construcción de su nido provocado en los pajaritos por el aumento de la temperatura ambiente durante un cierto número de días.

Hemos dado un paso para enfrentar lo que podría designarse como la "estupidez" de la máquina; la necesidad de la acción ha creado la acción.

Pero volvamos a nuestro equipo llenador de botellas y busquemos otro modo de poner en evidencia su falta de inteligencia, buscando una circunstancia aunque pueda ser poco probable. Esta búsqueda tiene sólo por objetivo el jugar un poco alrededor del asunto. Supongamos que una botella, a medio llenar con el mismo líquido o con otro vertido en ella intencionalmente, viene a colocarse bajo el embudo; o que la cantidad del producto que ha recogido el recipiente para hacerlo escurrir por el embudo sea mayor que un litro.

Llegado el momento, el líquido se verterá sobre la botella y lo que no cabe en ella rebasará y caerá al suelo como en el caso que vimos al principio. También en el caso de no llegar líquido, la máquina continuará su tarea y aun colocará el corcho o la tapa sin advertir que ha sido burlada.

Para enfrentar contingencias de este tipo, tenemos que cruzar el umbral de la cibernética. El mecanismo deberá actuar ahora de acuerdo con el mismo esquema que emplea un ser inteligente. Sigamos el proceso. La máquina predetermina la dosis de un litro y lo echa en la botella cuya capacidad ha sido también

predeterminada; pero bastará que un elemento imprevisible aparezca para que la botella se rebase o no se llene totalmente.

El hombre, si tuviera que actuar en lugar de la máquina, no tendría predeterminada su conducta; actuaría y controlaría su actuación de acuerdo con los resultados que fuera obteniendo; en el caso que he propuesto, vertería el líquido en las botellas y cuando éste llegara al nivel deseado, se detendría. Su trabajo no ha sido calculado ni precisado con anterioridad, sino que se efectúa según los resultados que va obteniendo de acuerdo con los cuales corrige su acción para cumplir el fin deseado. Aquí está la razón por la cual las acciones humanas y algunas de los animales no parecen estúpidas; están autorreguladas y no predeterminadas; es la propia acción la que regula la acción. Así, si la acción que se está realizando no responde por los resultados a lo que se desea, se le corrige durante su proceso o aun se la detiene. ¡Un abismo entre los dos procedimientos!

Ahora bien, la máquina puede también adoptar el método humano y, al hacerlo, penetra en los dominios de la cibernética que, como se ha visto y por la propia etimología de su nombre, Kybernetes, piloto de navío, es la ciencia de los mecanismos que se gobiernan a sí mismos

En consecuencia, nuestra máquina llenadora de botellas debe hacerlo teniendo en vista que dentro de ellas se alcance el nivel deseado y que, en este momento, la acción se detenga, porque el cumplimiento del acto deseado será quien ordenará la detención. Y si el acto no se realiza, como en el caso del recipiente vacío o de la botella rota, la máquina no perderá inútilmente ni su acción ni el líquido. La máquina deberá tener presente todas las posibles contingencias y la llenadura de las botellas se adaptará eventualmente a ellas.

Debo llamar la atención del lector hacia el hecho que si bien, mecánicamente, se trata de una revolución de procedimiento, el cambio producido es de una índole mucho más fundamental, al cual algunos le asignan un carácter filosófico. Ya no hay más engranajes o dispositivos imponiendo actos predeterminados, sino conexiones sutiles entre causa y efecto; en vez de las rígidas dependencias mecánicas, órganos de comando y regulación enteramente nuevos; en primer lugar un "detector" que observa o mide el nivel del líquido en el gollete de la botella; en seguida, un comando, casi seguramente eléctrico o electrónico, que conecta el detector de nivel

con el grifo que vierte el líquido. Cuando el nivel llega allí, la orden de cierre será enviada a la canilla. Naturalmente que se mantendrán ciertas relaciones indispensables entre el nivel y el flujo del líquido, pero ellas serán trascendentes con respecto a la mecánica tradicional. El nivel es una consecuencia del flujo o del gasto del líquido. Si, por consiguiente, este derrame o desagüe no es el que corresponde, el nivel prefijado se alcanzará antes o más tarde de lo previsto, o tal vez no se alcanzará nunca; pero la máquina reaccionará ante circunstancias intrínsecamente imprevistas con la respuesta lógica, "inteligente", ya sea cortando la aducción antes o después, ya sea dejando a la botella en espera de una llenadura que no llega.

Se han terminado las palancas y engranajes que controlaban los diferentes factores fundamentales y, en cambio, aparece un hecho de extrema importancia, una referencia a la cual debe atenderse el efecto y que es dada por el amo de la máquina: las botellas deben alcanzar tal nivel en su gollete. Y para comprender, para apreciar esta nueva posición, dice Pierre de Latil, a quien estoy glosando: ¿cómo escapar a la palabra tan grave en el campo filosófico, de "finalidad"? Debemos reconocer que hemos visto crearse a través de este juego una verdadera finalidad artificial.

De este modo la máquina se ha puesto, aparentemente, en guardia contra todas las trampas que podían tenderle sus enemigos para demostrar su estupidez. ¿Qué le roban una botella? Ella lo sabe, ya que su brazo táctil, al no encontrarla, detendrá la salida del líquido. ¿Que se le hace la broma de ponerle un corcho al tubo de donde viene el líquido? La máquina tranquilamente esperará que se lo saquen. ¿Se llena la mitad de una botella con municiones de plomo o con cualquiera otra cosa, con la esperanza de hacerla rebasarse? Ella evitará también la trampa, pues detendrá la llenadura una vez alcanzado el nivel del gollete.

Ahora, atención a lo que voy, a decir (es Pierre de Latil quien lo dice):

"Es muy importante la civilización que se basará sobre la máquina, es muy importante para el hombre que ya no es el único que mantiene el monopolio de la inteligencia, es muy importante para la filosofía que le permite al hombre comprender las cosas: para realizar bien un acto determinado hay un método lógico y uno solo; es el que el hombre encuentra espontáneamente. Si el hombre construye máquinas que no utilizan este método, ellas actuarán muy

imperfectamente. Sin embargo, hoy día se ha llegado a dotar a las máquinas de funciones que se les rehusaban, funciones que utiliza la inteligencia para hacerse presente. Bruscamente los que comparando la máquina con el hombre la llamaban estúpida, se verán obligados a llamarla inteligente".

El método inteligente consiste en actuar tras lo mejor, observar las diferencias entre lo que se desea y lo que se obtiene y dirigir la próxima acción teniendo en cuenta estos resultados. De este modo se consideran todas las causas mal previstas o imprevistas que pueden sobrevenir; se adapta siempre a las circunstancias y así la acción responde siempre a su objetivo.

Pero alguien, enemigo de la máquina, no se da por vencido y descubre una falla en su comportamiento. Cuando falta una botella, el equipo queda bloqueado; miles de envases esperan su turno en la cadena. En verdad, este comportamiento no parece muy inteligente, pero él demuestra que tampoco el constructor de la máquina era muy inteligente, pues le habría bastado con establecer un mecanismo para que, al faltar una botella, siguiera el mecanismo funcionando hasta que el brazo táctil tocara a una nueva botella, momento en el cual se reiniciaría el proceso.

Sin embargo, otro cree haber encontrado el medio de "pescar" a la máquina; se trata de perforar el fondo de una botella, lo cual no será advertido por el mecanismo, el que persistirá en llenar el envase roto por horas, dispersándose el contenido e inundando el mecanismo.

Naturalmente, que la respuesta aparece sin demora. Tampoco un bodeguero humano dejaría de pisar la trampa, pues no sabría de esta pérdida de líquido mientras no advirtiera el aniego, en cuyo momento tendría que dejar de echar el líquido por el embudo. Sin embargo, la máquina puede ser provista de un dispositivo para evitar la contingencia señalada. Coloquémosle un detector de humedad en la parte en que la botella se afirma para ser llenada; este dispositivo registrará la salida del líquido y obrará, en consecuencia, cortando la entrada de éste. Como un tal detector de humedad sería difícil de construir y tal vez de alto costo, sería preferible adoptar otra solución. El detector de nivel que hablé antes no sólo actuará cuando el líquido llegue hasta el gollete, sino que también cuando después de dos segundos, por ejemplo, no haya llegado a una cierta altura mínima desde la base de la botella. Ya con esto podemos dar por completada nuestra

instalación y contaremos con un equipo aparentemente infalible. Salvo, naturalmente, que se produzca una avería, pero también podría el bodeguero humano enfermarse o volverse loco y, por otra parte, ¿estamos seguros que el hombre realizaría su trabajo siempre sin error, sin rebasar una botella, tal vez por distracción pensando en una hermosa? La verdad es que nuestra máquina, como la hemos concebido, no realizará nunca su trabajo en forma más defectuosa que un hombre; y, por el contrario, en su ejecución, será más precisa, no se distraerá nunca de la finalidad que le habremos asignado. Y todo esto porque en lugar de controlar los factores del equipo mismo de la máquina como en la mecánica clásica, hemos dispuesto controles, de tipo mecánico-cibernético, que se preocupa de obtener un determinado resultado. En lugar de un control a priori, un control a posteriori.

Cierto es que esta máquina de llenar botellas ha sido sólo un producto que busqué como pretexto para filosofar sobre estas materias. En la práctica industrial seguramente ningún ingeniero pretendería realizarla. Preferible sería correr los riesgos de algunas pequeñas fallas antes que construir un equipo demasiado costoso. La vigilancia de un hombre bastaría, y todavía esta vigilancia podría estar reforzada por medio de algunas alarmas automáticas.

Machine Speculatrix. Las Tortugas del Dr. Grey Walter.

Esta descripción de las famosas tortugas del Dr. Grey Walter y los comentarios que la acompañan son, en parte, traducción y adaptación de una reseña supervisada por su creador e incluyen, como era de esperarlo proviniendo de quien se ha propuesto hacer el elogio del animal mecánico en cuestión, algunas apreciaciones discutibles, tales como el que sus reacciones son "espontáneas". Naturalmente que podrían estimarse así siempre que se limitara el sentido del vocablo a: "sin intervención externa" o a "automático"; pero no como sucede en el caso del hombre que procede de un impulso "voluntario", pues esto involucra la idea de conciencia que, indudablemente, no posee la tortuga de Grey Walter.

La "libertad" de retroacción, que le es negada a los mecanismos controlados automáticamente, se encuentra en extrañas estructuras técnicas que fueron construidas después de años de trabajos de investigación realizados por el Dr. Grey

Walter, especialista neurofisiólogo mundialmente famoso, del Burden Neurological Institute de Bristol. "Elmer", (las primeras letras de Electromechanical Robot) fue el primer "niño" de esta serie de experimentos; una "tortuga" de más o menos dos pies de largo, seguida poco tiempo después por su hermana "Elsie".

Las dos estructuras, cubiertas por caparazones plásticas con formas de tortuga, no son juguetes sino máquinas revolucionarias; los animales robots más parecidos a la vida real inventados por el hombre en su búsqueda de un aparato con su propio cerebro. No son los sucesores electrónicos de las figuras automáticas de siglos pasados, ni tampoco una variedad de los robots modernos referidos en páginas anteriores. Estos son "infalibles" porque actúan dentro de condiciones y eventualidades perfectamente conocidas, mientras que las dos tortugas cometen errores como cualquier animal común. Estas criaturas mecánicas son totalmente opuestas a los obedientes y serviles robots: su comportamiento puede ser comprendido pero no calculado, y tienen esas reacciones espontáneas, independientes y especulativas que estamos acostumbrados a reconocer como señal de algo vivo. Equipando estos pequeños mecanismos de movimiento propio con un sistema de retroacción libre, cuyas acciones no pueden ser determinadas previamente, su creador logró construir algo que podría llamarse "vida sintética", porque sus poseedores reaccionan a las diferentes influencias del ambiente como seres de la vida real

El Dr. Walter presumía, al construir estas imitaciones de vida, que era posible copiar con cierta fidelidad, por medio de técnica electrónica, un circuito nervioso funcional consistente en un órgano receptivo conectado con la vista, con el tacto, con los nervios sensoriales y motores y con un órgano de movimiento.

La estructura tipo tortuga así creada y llamada por el Dr. Grey Walter, en vista de su comportamiento especulativo, "machine speculatrix", se mueve sobre tres ruedas, una giratoria al frente y, dos traseras fijas. Una célula fotoeléctrica movable que, haciendo las veces de un ojo, se eleva como una pequeña linterna desde sus cuencas redondas posteriores, opera sobre un motor que guía la dirección del movimiento. Un segundo motor acoplado con las ruedas traseras permite que la criatura se arrastre hacia adelante.

Las tortugas reaccionan a los estímulos del tacto y de la luz. Siempre buscando a esta última, que se ha designado como su "alimento", se desplazan por el suelo con curiosos movimientos, espiando y tocando en todas direcciones. Cuando "Elmer" y "Elsie" divisan un frente luminoso, sus células fotoeléctricas se vuelven hacia él y producen corrientes eléctricas que ajustan la rueda delantera e impulsan a todo el organismo hacia el punto de atracción. De acuerdo con la intensidad de la impresión recibida por la tortuga, ésta se mueve más o menos rápidamente hacia la luz, tratando de llegar a su destino por la ruta más corta. Si, al acercarse, la claridad sobrepasa un límite determinado, un relay se interpone produciendo la reacción opuesta: la tortuga detiene su movimiento hacia adelante, da vueltas en círculo alrededor de la luz y busca regiones más en penumbra.



Figura 14

Algunas veces avanzando, otras retrocediendo, da la impresión que quiere averiguar si no sería mejor evitar la luz. Al descubrir una segunda fuente luminosa, generalmente oscila entre una y otra; así, sus reacciones parecen más inteligentes que el comportamiento de muchos seres vivos, y son tan complicadas que el propio Dr. Walter no ha podido nunca predecir lo que estas dos tortugas mecánicas, que viven en su casa, harán en seguida. "Para poder apreciar de dónde viene la luz", declaró, en 1950, en un congreso cibernético en París, "mis sentidos están mucho menos equipados que los de las tortugas. Debo limitarme a estudiarlas y observarlas, ya que no sé todas las situaciones a las cuales ellas son sensibles".

Al buscar un camino, "Elmer" y "Elsie" incluso se reconocen entre sí y dan muestras de una cierta libertad de elección para evitar encontrarse. Ambas tortugas llevan en su pecho una luz opaca; cuando no se "reconocen" entre ellas, corren la una hacia la otra atraídas mágicamente por sus luces, y cuando están a tres pies de distancia se retiran nuevamente. La explicación de esta conducta es simple: los robots están contruidos de tal manera que la luz que llevan al frente se apaga cuando su ojo reconoce el rayo de luz del otro. Así, cuando "Elmer" y "Elsie" se han acercado la una a la otra suficientemente, sus luces se apagan automáticamente y las tortugas se retiran.

Ahora, cuando nuestras amigas se encuentran con un obstáculo en el camino, concentran toda su energía para apartarse de él; su mecanismo está tan inteligentemente construido que automáticamente se olvidan de su propósito original y buscan el modo de vencer el obstáculo.

Es de advertir que las tortugas robot son incapaces de "ver" el obstáculo, ya que no poseen el sentido que responde a este concepto, pero están equipadas con un "sentido del tacto" que les permite desplazarse a su alrededor y evitarlo. Cuando sus cubiertas tocan algo, entonces sus conchas cierran un anillo de contacto que hace cambiar su amplificador a un vibrador. Los impulsos rítmicos que entonces se crean, abren y cierran los relays que regulan la corriente de los mecanismos de movimiento. La consecuencia es que las criaturas mecánicas, al tocar un objeto, cambian su avance por una secuencia de saltos y pasos laterales, por medio de los cuales logran evitar el obstáculo. Después de eso, las oscilaciones rítmicas cesan, la fotocélula "redescubre" el objetivo original y hace que la tortuga continúe su camino.

Cuando las dos tortugas, después de andar por la casa, se han "cansado", o cuando sienten "hambre", entonces se retiran exhaustas al lugar donde pueden alimentarse. Con el continuo andar, la energía de la batería desciende bajo un punto determinado. Explotando su afición a la luz, el Dr. Walter les ha construido un "establo" equipado con una fuente luminosa. Cuando los animales se sienten tentados de ir a su "lugar de alimentación", se conectan a sí mismos automáticamente al alimentador eléctrico y un ingenioso mecanismo hace que no "coman demasiado". Cuando "Elmer" y "Elsie" han satisfecho su hambre y sus

acumuladores están llenos de la energía requerida, se retiran y descansan en un rincón. Generalmente prefieren la penumbra y a menudo se arrastran durante el día bajo las camas, lugar que dejan solamente al atardecer. El Dr. Walter se inclina aún a creer que estas tortugas puedan sufrir "cambios de carácter", ya que algunas veces se muestran vivas y temperamentales; mientras que otras tienen apariencia de flojera y sueño; como generalmente no se sabe dónde están, las visitas encuentran siempre entretenido el hecho de que repentinamente y sin que se hagan notar, se arrastren por entre las sillas frente a la chimenea, "observen" el fuego, "miren" a las personas y después se retiren.

Debe decirse, sin embargo, que ambas tortugas tienen un gran defecto: son incapaces de aprender nada nuevo. Aun los animales más primitivos son capaces de guardar en su memoria ciertas atracciones de los alrededores y pueden hacer uso de ellas en oportunidades venideras. Sería necesario, por lo tanto, construir un complicado modelo y equiparlo con una memoria capaz de guardar simples asociaciones que den al ser mecánico una oportunidad para aprender por su propia experiencia.

El Dr. Grey Walter trató de construir un nuevo animal y equiparlo con otros órganos. Se trataba de que reaccionara no sólo con los estímulos visuales y reflejos de tacto, sino que también con influencias acústicas; para ello incluyó un micrófono en su nuevo modelo.

Después de meses de experimentaciones, terminó su trabajo. Por medio de una muy complicada combinación de válvulas al vacío, células fotoeléctricas, amplificadores, aparatos acústicos y contactos de funcionamiento automático, el científico inglés creó la fantástica imitación de una tortuga que actúa "naturalmente" en la forma más asombrosa.

Esta nueva creación recibió el nombre de "Cora", derivado de Conditioned Reflex Analogue, la cual pasó a ser el primer ser mecánico que podía ser "entrenado". El secreto de la construcción consiste en un "círculo de aprendizaje" que en cierto modo podría compararse con la memoria de un animal vivo. Por medio de un entrenamiento adecuado, el Dr. Walter logró intercambiar dos estímulos diferentes que afectaban a la tortuga artificial de manera que "Cora" aprendió a conectar un estímulo con el otro. Por medio de ciertas vibraciones eléctricas, el mecanismo

sensitivo nervioso quedaba en situación de aprender pequeños trucos que eran, sin embargo, olvidados lentamente, a no ser que el entrenamiento se repitiera a ciertos intervalos.

Al juzgar la "vitalidad" de estos animales mecánicos debemos ser muy parcos y cuidadosos, pues es indudable que, al observar sus conductas, lo hacemos a través de una serie de prejuicios, y del asombro que estos comportamientos aparentemente espontáneos nos provocan; pero, tenemos que reconocer que estas experiencias, aunque están adentrándose profundamente en el mundo del mecanismo de la vida, todavía son sólo balbuceos.

El Robot Médico.

El Dr. Francois Paycha, con otros médicos franceses, ha ideado algo que se ha dado en llamar la máquina de diagnóstico. Para concebirla parten del hecho que en un proceso de diagnóstico hay dos etapas perfectamente diferenciadas. La primera la observación de los signos clínicos presentados por el sujeto, la cual requiere costumbre, conocimientos, experiencia y lo que se ha designado como "ojo clínico". Una vez establecido el cuadro nosológico, aparece la segunda fase del trabajo intelectual del médico, bien diferente: la comparación del conjunto de signos observados con otro conjunto que el médico debe tener guardado en su memoria. Cuando ambos grupos de signos corresponden, puede decirse que el diagnóstico ha sido establecido. Si no se encuentra esta semejanza deben observarse nuevos signos clínicos que permitan acercar el cuadro del sujeto en estudio a un cuadro conocido.

La primera fase es más un arte que una ciencia y tendrá que ser realizada siempre por el hombre, aun cuando pueda ayudarse con algunos dispositivos mecánicos para obtener sus informaciones. Pero la siguiente fase constituye una pura comparación de dos conjuntos y puede ser confiada, por consiguiente, a un equipo que considere las informaciones recogidas en el pasado y registradas en algún mecanismo.

Para comprender el alcance del sistema propuesto, resulta ilustrativo pensar en la posibilidad de que el Dr. Paycha, a que me he referido, especialista oftalmológico, dedicado con preferencia a enfermedades de la córnea, lograra en una reunión con los más importantes colegas del mundo, escribir un tratado en el que se registrara

todo lo que se sabe sobre las enfermedades de la córnea. Este tratado sería muy voluminoso y tendría incontable cantidad de informaciones. Desgraciadamente, una vez terminado se presenta la gravísima dificultad de cómo consultarlo, sobre todo para los médicos que no hubieran intervenido en su compilación. Índices por materias, por nombres, índices cruzados y toda clase de ayudas permitirían encontrar los datos que se buscan; pero ello sería engorroso. Pensemos entonces que en lugar de escribir un tratado se registraran las informaciones conocidas de otro modo, por ejemplo, en una gran cantidad de tarjetas perforadas que se archivarían en dispositivos especiales con la posibilidad de entregarlas a una máquina selectora capaz de encontrar dentro de todo su arsenal de informaciones aquellos síntomas buscados. Así el médico tendría que reunir los antecedentes de su paciente y pedirle a la máquina que le entregue las informaciones que tiene para este tipo de síntomas. El resultado podría ser, en el caso más favorable, de una indicación precisa respecto a la enfermedad o de dos o tres indicaciones, o más, si los síntomas requeridos no fueran suficientemente precisos o específicos.

La experiencia ya se ha realizado y el Dr. Paycha ha creado un fichero para enfermedades de la córnea, el cual está provisto de 200 signos elementales que corresponden a determinados síntomas. El fichero tiene 500 tarjetas que corresponden a lo que él ha llamado una "instantánea clínica". Ahora bien, baste pensar que los 200 síntomas pueden tener varios miles de posibles combinaciones que resultan muy difíciles de ser mantenidas en la memoria de un oftalmólogo; es aquí entonces donde aparece la trascendental ayuda que el nuevo dispositivo puede significar para la medicina.

En este momento el Dr. Paycha está trabajando en otra serie de fichas sobre neuro-oftalmología y en una referente a enfermedades del iris; varios otros colaboradores suyos estudian distintos temas relacionados con el ojo humano.

¿Qué es lo que se ha creado con este dispositivo? Más que un ayuda memoria, un reemplaza memoria.

El sistema expuesto pretende sólo demostrar hasta dónde la máquina o la técnica, sin ser inteligentes en sí mismas, están realizando acciones reservadas hasta hace poco a la inteligencia, con lo cual están ayudando poderosamente al uso por el hombre de este extraordinario atributo.

Con lo expuesto en este capítulo y en los dos anteriores, pretendo haber señalado las más notables creaciones que el ingenio del hombre ha concebido para mejorar el medio en que vive y acrecentar así sus capacidades y funciones y adelantarse a una eventual modificación evolutiva

Entre el tosco martillo elemental formado por una piedra "agarrada" entre los todavía torpes dedos que el hombre del Cromañón utilizaba en el interior de su cueva y los mil dispositivos electrónicos de precisión accionados por un astronauta instalado en un satélite artificial que gira en órbita alrededor de la tierra o va en viaje a otros planetas, hay un largo camino recorrido... Y tras de él, un porvenir inverosímil.

Capítulo 7

Robots Versus Hombres

"Nunca le será dado a la máquina reemplazar la capacidad de integración del cerebro humano el cual seguirá siendo el inspirador, el orientador, el que habrá de manejar (Kiberneteter) el mundo de las máquinas que es el mundo del hombre".
NORMAN HILBERRY

En la ciudad belga de Namur tiene su sede el Instituto Internacional de Cibernética, del que forman parte los investigadores y científicos más destacados en las disciplinas que se relacionan con esta especialidad.

Este Instituto, presidido por el ingeniero, profesor y doctor en matemáticas de la Universidad de París, Sr. Georges Boulanger, a quien hice referencia en el capítulo II, realiza una activa labor de seminarios, mesas redondas y congresos en los que se discuten los más apasionantes problemas que enfrenta, cada día en forma más nutrida, la integración de ciencias creadas por nuestro conocido el gran matemático de Massachusetts. Además, publica una muy granada revista llamada Cibernética.

Ahora bien, en una de las primeras publicaciones apareció la reproducción de una exposición de principios hecha en el año 1957 por el Presidente del Instituto y de la cual extraje algunas frases que me sirvieron para definir la cibernética.

Como el lector comprenderá, leí cuidadosamente este documento y, pretensión la mía, me pareció que si bien en él se hacían planteamientos de gran interés, contenía también afirmaciones insostenibles, fantasías y lucubraciones que no resistían un análisis, no diré científico, pero ni siquiera simplemente lógico.

Contagiado ya, en ese entonces, por el virus cibernético, busqué otras opiniones, discutí los problemas de la exposición mencionada con colegas y autoridades en la

materia y, finalmente, el 18 de abril de 1961, escribí al profesor Boulanger una larga carta de 24 páginas, rebatiéndole muchas de sus afirmaciones y pidiéndole que tuviera la gentileza de darme las bases o los antecedentes que poseyera para formular afirmaciones o sugerencias que a mi entender parecían peregrinas. Una de las opiniones que yo había consultado antes de escribir mi carta era la del maestro Wiener, con quien tuve la suerte de sostener en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) una larga y enjundiosa conversación, en el curso de la cual planteé mis divergencias con Boulanger.

Entre mis andanzas había tenido también la oportunidad de conversar con Norman Hilberry, destacado hombre de ciencia y director del Laboratorio de Argonne, el centro de estudio de energía atómica más importante de los Estados Unidos; y con él había podido también cotejar algunas de mis opiniones.

De toda mi búsqueda llegué a la conclusión que, si bien las personalidades consultadas no respaldaban íntegramente las opiniones de Boulanger, tampoco negaban, en ciertos casos, la posibilidad que sus afirmaciones fueran verdaderas o llegaran a cumplirse, aun cuando, bien es cierto, las condicionaban con aclaraciones o reservas.

Así, pues, como no todas las respuestas que obtuve coincidían con mis personales puntos de vista, me ha parecido necesario e instructivo plantear en este capítulo la esencia de la discusión a que me he referido.

Desde luego, y antes de entrar en materia, deseo señalar que la exposición de principios del profesor belga, que he tomado como punto de partida para mis planteamientos, me sigue pareciendo, en muchos acápites por lo menos, sin base y demasiado imaginativa, a pesar de mi innata disposición a darle vuelo a mi fantasía. Además, y esto es bien curioso, el tono en que está escrita la exposición alienta las creencias y temores del hombre de la calle que, tal vez intuitivamente o empujado por fuerzas ancestrales, necesita rodear su vida de misterios y fantasmas, como escribió Pierre de Latil.

En más de una oportunidad, en el curso de este capítulo, le va a parecer al lector superflua o perogrullesca mi argumentación; pero la encrucijada que tenemos delante y nuestra ignorancia respecto a hacia dónde llevan muchos de los caminos

recién abiertos, justifica el que transcriba parte de esta polémica. El lector deberá sacar sus propias consecuencias.

Y vamos al asunto. Después de analizar la exposición de principios del Presidente del Instituto de Cibernética que fue realizada frente a un numeroso grupo de hombres de ciencia, filósofos, investigadores y profesores de prestigio y solvencia universal, sin que, aparentemente al menos, ninguno de ellos objetara los planteamientos, es indudable que cabe hacerse preguntas tan extraordinarias como las siguientes:

-¿Existen ya o llegarán a producirse máquinas inteligentes?

-¿Podrán los engendros mecánicos adquirir vida propia?

-¿Adquirirán las máquinas la capacidad de mejorarse a sí mismas y, después de ganar la necesaria experiencia, modificar sin la intervención del hombre, las técnicas de producción y sus propias estructuras con el fin de fabricar más y mejor?

-¿Es un sueño o tiene alguna base real el que pueda pensarse en crear belleza, música, poesía, a través de mecanismos cibernéticos?

-¿Está el hombre jugando con su destino al crear condiciones y aparatos que, según algunos temen, podrían arrancarse de sus manos, seguirse desarrollando por sí mismos, y eventualmente, enfrentarse a su creador?

Y ya en tono más festivo alguien podría, para llevar el problema a sus límites, preguntar también

-¿Podrá un androide enamorarse y disputar a su creador, un hombre de carne y hueso, el favor de una mujer?

Para todas estas preguntas y otras del mismo jaez, yo tengo mis personales respuestas. Algunas las daré a conocer de partida; las otras, en las que yo también gozo poniendo algo de locura, las guardaré para discutir las, tal vez, con un grupo de amigos íntimos en una charla junto al fuego en una tarde lluviosa de invierno, cuando juguemos a crear nuestra propia ciencia-ficción.

¿Hasta Dónde Irán las Máquinas?

Debo contestar a esta pregunta con una primera respuesta general categórica que tal vez parecería resolver todo el problema en discusión.

A mi entender, ninguna creación mecánica producida por nuestra especie podrá resolver nunca nada que quede más allá de las capacidades cualitativas de ella; ninguna creación de la ciencia o de la técnica humanas podrá realizar nada que no haya sido previsto o imaginado por el hombre.

Esta afirmación, para mi personal modo de raciocinar, me parece incuestionable.

Un computador electrónico podrá resolver una ecuación más rápidamente que el más avezado calculista; pero nunca podrá resolver una que no lo haya sido previamente, por lo menos en teoría, por un hombre, antes de crear la máquina, y para cuyo efecto preciso se hayan dispuesto los necesarios dispositivos mecánicos, electrónicos o de otro tipo.

La capacidad de una máquina o robot para actuar en contra o más allá de lo dispuesto por su diseñador, no tiene, de acuerdo con lo señalado, otra probabilidad que aquella que provenga de una equivocación de cálculo o de construcción; pero en ningún caso podrá originarse en una autodeterminación del ingenio en cuestión.

Pero, como advertí, hay quienes piensan de otro modo y hablan de máquinas que se mejorarán a sí mismas y que, sin la intervención del hombre, fabricarán mejores productos. Y van aún más lejos al pretender que "toda la conducta de la materia viva es accesible a la máquina" y que "la cibernética llevará a la sustitución del hombre por la máquina en el dominio del espíritu".

Es a la exposición de Mr. Boulanger a la que pertenecen las frases que he reproducido entre comillas. Además, tratando de definir la cibernética, dice mi contrincante: "La Cibernética es la ciencia que construye estas máquinas extraordinarias capaces de calcular a la velocidad del rayo; estas máquinas dotadas de reflejos condicionados y del poder de aprender; estas máquinas, en resumen, que se esfuerzan por imitar la vida".

Y agrega: "Esta definición puede sorprender. Las máquinas, en efecto, ¿son algo más que autómatas? ¿Son más que entes cuyo comportamiento es esencialmente pasivo en contraste, precisamente, con los actos voluntarios que pueden realizar los seres vivos? Y la vida, ¿no es ella, por su propia esencia, inaccesible a la mecanización?"

Y continúa con esta afirmación, a mi parecer, sin bases aceptables: "El concepto que existe una fundamental diferencia entre los poderes de acción de la materia

viva y los de la materia inerte -concepto enraizado desde milenios en el alma humana- acaba de ser esquivado por la cibernética con una audacia reforzada por sus primeros éxitos. Toda la conducta de la materia viva es accesible a la máquina". Aunque a muchos lectores pueda parecerle extraño, debo tomar en serio esta afirmación. Pero ello exige precisarla porque de otro modo resulta, además de peregrina, vaga e inconsistente.

Desde luego, ella plantea un tipo de problema que surge muy a menudo en estos campos en los cuales se busca la claridad y la precisión de los conceptos: un problema de semántica que obliga al análisis del significado de las palabras, y aun al estudio de sus raíces y orígenes.

Y tengo que proceder cuidadosamente para que, como le oí decir con humor a un amigo mío: "No sea que por este camino semántico lleguemos a imitar ciertas versiones de textos antiguos en las que, a fuerza de empeñarse en demostrar que algunas narraciones expresan cosas enteramente distintas de lo que las palabras, en su acepción corriente significan, nos veamos obligados a insertar índices de equivalencia donde hijo se traduce por sobrino o padre o tío y camello significa montaña". En el asunto en debate, ¿qué debe entenderse por conducta? ¿Se trata de la conducta mecánica, biológica o fisiológica y es por eso que se habla de materia viva y no de seres vivos? Si ése fuera el alcance de la frase, yo no la encontraría tan objetable; pero habría que aclarar en seguida también qué se entiende por accesible. ¿Se puede entender, por ejemplo, que el lenguaje es accesible a la máquina porque una cinta de un determinado material y un aparato electrónico son capaces de reproducir una conversación o un discurso? En este caso la accesibilidad sería muy limitada, meramente de registro mecánico, sin ninguna de las consecuencias que la conciencia le confiere a los fenómenos de este tipo. El uso del lenguaje tiene una finalidad, bien clara: comunicarse, o sea, el envío de un mensaje que espera respuesta o una reacción en quien lo recibe. Naturalmente que nada de esto sucede en el caso de un dispositivo mecánico parlante.

Y resulta indispensable aclarar esta condición de la "accesibilidad", pues si se pasa de la maquinaria parlante a los computadores, cerebros electrónicos o mecanismos homeostáticos, debe considerarse el mismo fenómeno: ellos, siempre, actúan sin saber por qué, como muchos seres vivos e inteligentes en el campo de los

fenómenos del inconsciente. Pero, además, las máquinas actúan sin que ello les interese o les convenga; en cierto modo podría decir que se afanan sin tener para qué, cosa que no sucede en los seres vivos, los cuales, aun cuando lo hagan inconscientemente, proceden tras una determinada finalidad que les interesa.

Y la accesibilidad se complica notablemente cuando la conducta, por tratarse de un ser vivo e inteligente, está condicionada o dirigida por finalidades espirituales conscientes: filantropía, goce artístico, búsqueda de la verdad, juego, amor, etc. Naturalmente que parte de estas consideraciones no tendrían razón de ser si, intencionadamente, se tratara de la conducta de la "materia viva" y no de los "seres vivos". Pero el ejemplo propuesto a continuación y sus posteriores razonamientos parecen indicar que el pensamiento del autor incluye también estos últimos, y aun a los inteligentes. Y es aquí donde saltan mis observaciones y me faltan argumentos para aceptar la tesis de Boulanger que él abona con el siguiente ejemplo:

El Robot y la Fiera.

"Todos tenemos la sensación de la diferencia profunda que existe entre la conducta de un animal salvaje que, a la caída de la noche, sale de caza, y la de una piedra que, lanzada desde lo alto de una montaña, desciende la pendiente rebotando de roca en roca. El movimiento de la piedra está regido por las leyes de la mecánica, de la física, aun de la química, mientras que las maniobras del animal "parecen" escapar a estas leyes. El animal sale de caza con un objetivo: capturar una presa. Y este objetivo lo persigue a pesar de los obstáculos que se le presenten en su camino, gracias a una cierta independencia -por lo menos aparente- frente al medio ambiente, gracias a una especie de libertad de acción que le falta a la piedra que cae. La conducta del animal tiene un fin (es finalista); la de la piedra no lo tiene".

"Es aquí donde se ha creído ver, durante mucho tiempo, la diferencia esencial entre lo animado y lo inanimado, entre lo vivo y lo inerte, la diferencia que permite distinguir al animal de la máquina. Pero esta afirmación está desde ahora invalidada (fuera de fecha)".

"Los ingenieros construyen -y esto no sólo viene de ayer— máquinas cuyo comportamiento es, él también, finalista, máquinas capaces de perseguir y obtener, como los animales, objetivos fijados de antemano. Un horno eléctrico cuya actividad

está regulada por un termostato, es un ejemplo. El piloto automático de un avión, es otro, y el proyectil autodirigido, un tercero. Es un espectáculo impresionante el de los proyectiles robots que, lanzados en la dirección aproximada de un avión, buscan, encuentran y persiguen su objetivo sobre el cual se lanzan con tanta seguridad como el águila o el buitre sobre sus víctimas".

Voy a hacer un alto para permitirme un análisis lo más desapasionado y objetivo posible del ejemplo, y demostrar, me parece, que la conducta de las máquinas automáticas señaladas está muy lejos de corresponder a lo que se llama "finalista". La fiera que sale a cobrar su presa para su alimento, podrá, en cualquier momento y en forma espontánea, tomar una decisión que le permita conseguir su objetivo; y aun detenerse y renunciar a él si las dificultades que se le presentan "le parecen" insalvables, o si sencillamente decide renunciar a la caza por otra razón imprevista; el cruce en su camino de una hembra atractiva, por ejemplo.

Ahora, si en lugar de la piedra elijo como comparación -más favorable para el punto de vista del ejemplo- una fiera cazadora mecánica, se podría afirmar que este robot no actuaría como el animal vivo ante una contingencia que no hubiera sido prevista por su constructor.

A mi entender, según los actuales avances de la técnica mecánica, electrónica o cibernética, las máquinas automáticas, de retroacción u otro tipo que el hombre ha construido pueden, efectivamente, actuar tras una "meta" y variar su conducta según las circunstancias, pero siempre que estas posibilidades hayan sido previstas por quien proyectó y construyó el dispositivo considerado. Efectivamente, si se construye una tal fiera cazadora como la imaginada por mí (símil del proyectil autodirigido), el constructor de la máquina tendrá que ponerse frente a las posibles contingencias que puede enfrentar su artilugio, y proveerlo de todos los automatismos, dispositivos de retroacción, memoria, etc., que crea del caso; pero es evidente que el robot sólo reaccionará ante los albuces previamente considerados y no ante otros.

Para aclarar esta situación, voy a suponer que durante el proceso de persecución se produce un incendio en la selva que el perseguidor deberá atravesar. Si el creador del robot no ha considerado esta contingencia, éste se internará en el fuego y será destruido; no tendrá capacidad para, espontáneamente, reaccionar ante una suerte

imprevista, pues su objetivo es seguir y aprisionar la presa. La fiera real, en cambio, desistirá de su propósito, tendrá "miedo" ante el fuego y cambiará su programa ejecutando una acción nueva, porque ella, además del objetivo de conseguir la pieza, tiene el de subsistir.

Naturalmente que el creador podía haber previsto el incendio y haber colocado en su robot un termostato que lo hiciera detenerse o volverse si un aumento excesivo de temperatura se presentaba en su camino...; pero sería entonces cuestión de pensar en otra u otras de las innúmeras eventualidades ante las cuales reaccionaría un animal vivo.

Si ahora, lector, entramos a una segunda complicación del ejemplo, y pensamos que la víctima perseguida sea también un robot, una liebre mecánica, por ejemplo, lanzáramos tras ella a nuestros dos perseguidores, el mecánico y el vivo.

Cuando el robot perseguidor alcance el robot perseguido, podrá llegar a destruirlo, tal vez a hacer algo con él semejante a comérselo; pero el perseguidor no parará mientes en el engaño. En cambio, la fiera podrá llegar a dar a la liebre mecánica algunas dentelladas, pero seguramente no se la comerá. Porque para ella el objetivo de cazar estaba orientado por uno segundo y más importante que el primero: alimentarse y subsistir o simplemente divertirse.

¿Experiencia y Finalidad?

Lo anterior refuerza mi certidumbre que, si bien es cierto las máquinas son capaces de actuar tras un determinado fin y cambiar para ello su conducta de acuerdo con las contingencias del medio, estos cambios estarán siempre condicionados y limitados a un específico pronóstico. Creo que no puede afirmarse, ni siquiera pensarse, en que tenemos algún fundamento para suponer que las máquinas podrán llegar a reaccionar, consciente, espontáneamente, por sí mismas, ante circunstancias no consideradas o de caracteres distintos a los programados.

No obstante, y a pesar de lo perentorio de mis afirmaciones, debo reproducir algunas salvedades y aclaraciones planteadas por el profesor Wiener que, si bien no alteran mi raciocinio frente al ejemplo de la fiera cazadora, pueden tener un alcance de importancia al analizar el problema integral.

Al comentar la afirmación que la cibernética ha "esquivado" la creencia que existe una fundamental diferencia entre los "poderes de acción" de la materia viva y los de la materia inerte y que "toda la conducta de la materia viva es accesible a la máquina", el profesor Wiener me expresó: "Creo que estamos todavía lejos de esto, pero la inteligencia y lo que la experiencia con las máquinas electrónicas nos dice no permite negar la posibilidad de alcanzarlo". Y para aclarar más su opinión, mi amigo agregó: "El caso de las máquinas jugadoras de ajedrez o de damas muestra el camino. Si una máquina juega repetidamente, va acumulando en su "memoria" las jugadas con las cuales ha perdido y empieza, con un efecto parecido al "feedback", a corregir sus nuevas jugadas evitando las que le hicieron perder. La máquina mejorará su conducta con su propia experiencia".

Según esto, las máquinas serían ya capaces de modificar su conducta del futuro en consideración a las reacciones que tuvieron frente al medio o a las contingencias del pasado, y por consiguiente serían capaces, en ciertos casos, aparentemente a mi entender, de ir más allá de lo dispuesto por su creador.

El Dr. Wiener, comentando su ejemplo, me expresó: "Esta experiencia se refiere a un modo o a una cualidad del juego del contendor. Si la máquina juega con un competidor pobre, su experiencia no le servirá para enfrentarse a un campeón o viceversa; la experiencia adquirida con un campeón no le sirve para un jugador mediocre. La experiencia no servirá, entonces, si cambia la categoría del contendor. Todo lo cual parecería enfrentarnos, como acabo de indicar, al hecho que un mecanismo pudiera llegar a realizar algo que su creador no ha dispuesto o imaginado. Empero, el hecho es, a mi entender, sólo aparente. Lo que sucede es que por falta de tiempo o de oportunidad, ya que la máquina trabaja sin cansarse y a una velocidad muy superior al hombre, éste no ha podido adquirir la práctica ni realizar las necesarias operaciones, ni alcanzar la pericia que, indudablemente, tendría, si siguiendo el sistema por él concebido, hubiera podido completar el número de jugadas o de acciones necesarias. La adquisición de experiencia por la máquina nace y se desarrolla a través de fenómenos del mismo tipo del previsto y que el creador del sistema habría estado en condiciones de adquirir si hubiera enfrentado el caso con los mismos elementos y con el tiempo suficiente para considerar en juego todas las posibles soluciones. Todas las jugadas del robot

ajedrecista están potencialmente incluidas en las reglas del juego imaginadas por su inventor.

El caso de las posibles trayectorias no dibujadas o calculadas del robot perseguidor de mi ejemplo, es claro. Estas trayectorias pueden ser infinitas, pero todas están implícitamente consideradas en el dispositivo del robot y podrían eventualmente escribirse en una ecuación matemática. Ellas, como las jugadas de ajedrez, son, pues, "potencialmente conocidas" por el constructor del mecanismo.

El profesor Wiener, por otra parte, estuvo de acuerdo con mi observación que las máquinas jugadoras se atienen a un sistema, a unas reglas de juego determinadas y, por consiguiente, a específicas y limitadas soluciones fijadas por el hombre, lo cual quiere decir que todas las jugadas podrían preverse y, teóricamente, lo fueron por quien inventó el juego.

Al decir que estas máquinas tienen conductas finalistas, se emplea la palabra en un sentido muy diferente a cuando se trata de una acción que sigue tras un objetivo determinado situado, muchas veces, más allá de la propia existencia de su realizador. El creador de la máquina prevé los posibles azares o cambios del medio o del ambiente que su aparato podrá enfrentar; pero me parece indudable que éste será incapaz de tomar una decisión imprevista; será incapaz, por lo menos ateniéndome a lo que hoy se sabe y se puede pensar con fundamento, de modificar su conducta por propia iniciativa ante situaciones fortuitas; y mucho menos estará capacitado para enfrentar una contingencia o para modificarse o ayudarse con elementos externos tomados de la naturaleza o extraídos de ella, como es el caso de las herramientas, máquinas y los propios robots fabricados por el hombre.

Como ya anticipé, resulta interesante verificar que la mayoría de los objetivos que se propone un ser vivo al actuar, está engarzada con otros sucesivos que ejercen entre sí interacciones inconscientes o conscientes. La fiera viva le lleva a la fiera robot la tremenda ventaja que ella actúa, primero, tratando de cobrar la presa, y que ejecuta esta acción para alimentarse, y que se alimenta porque, instintivamente, debe subsistir; y desea subsistir porque la fuerza de la especie le manda que contribuya a conservarla... Y podría agregar que, tal vez, este mandato corresponde al ímpetu ancestral de la propia vida para que los organismos que ella engendra crezcan, se multipliquen y perfeccionen.

No me parece, entonces, que haya todavía base para imaginar que toda esta complejísima maravilla que constituye el misterio de la vida, y más que el de la vida, el de la inteligencia, pueda reproducirse en un dispositivo artificial. Ello implicaría crear no sólo manifestaciones elementales, tales como los virus o tejidos primarios, sino que organismos mecánicos realmente vivos.

A este respecto pregunté categóricamente al Dr. Wiener si creía que las máquinas llegarían a actuar como seres vivos y él me respondió: "Depende de lo que se considere seres vivos. Es posible que si se fijan ciertas características o condiciones como las que definen a los seres vivos, haya máquinas que cumplan con parte o con todas estas características o condiciones. En este caso no tendríamos por qué decir que la máquina no es un ser vivo".

Una Definición de la Vida.

Respondiendo a este sugestivo comentario, pensé entonces en hacer la experiencia tratando de definir lo que es la vida y enfrentar a las máquinas con esta definición.

Mi resolución me llevó al grave problema de analizar ideas intrincadas y difíciles de pensar y definir. Se trataba del alcance del ancho y dilatado concepto, prácticamente inasible, que encierra la palabra VIDA. Seres vivos, máquinas vivas; y junto a estas ideas aparecen otras que se les asimilan o se les acercan sin necesidad de proponérselo y que encerramos en las palabras alma, conciencia, propósito, espíritu y aun muerte... Todas ellas de uso complejo y, además, inadecuadas para expresar un pensamiento científico.

Los vocablos usados para tratar de expresar estas ideas, para tratar de encerrar en ellos estos conceptos en gran manera abstractos, han ido adquiriendo distintos significados a lo largo del tiempo según las etapas de la cultura y del conocimiento humanos, según el desarrollo de la ciencia, de la filosofía, y de otros campos del saber.

Pero, con todas las dificultades que ello entraña, si deseamos aplicar a algo el epíteto de vida, debemos proceder, como insinúa Wiener, a analizar si ese algo posee todas o la mayor parte de las características que se han ido integrando a la condición de "organismo vivo", "ser vivo". Y si no se conforma con todas ellas, nos enfrentaremos a un doble problema: o restringimos el concepto "vida" para que

quede en él nuestro sujeto o lo mantenemos en su amplia y tal vez demasiado rigurosa acepción para que quede eliminado, en cuyos casos podemos estar, en cierto modo, falsificando nuestro juicio.

En este ejercicio se ha discutido, por ejemplo, el caso de los "virus", los cuales muestran algunas de las tendencias o condiciones de la vida, tales como percepción, multiplicación y organización, pero no las muestran en una forma tan integralmente desarrollada que permita a todos ponerse de acuerdo en si son o no son seres vivos. Igual cosa ha sucedido en otro campo aún más impreciso, el de los cristales que algunos señalan como una etapa de la existencia de los virus.

Pero lo que andamos buscando es si podemos pensar en que, dadas las analogías que existen entre algunas máquinas y los organismos vivos, aquéllas son o llegarán a ser algún día seres vivos.

Tratando de no caer en el vicio común de buscar la solución que más se ajuste a mis puntos de vista, y más que todo haciendo un juego del pensamiento, veré modo de analizar objetivamente el asunto, buscando, en primer término, una amplia definición del concepto "vida".

De todas las definiciones que he leído, la que me parece más verdadera y comprensiva es la que he "deducido" del encabezamiento del capítulo sobre Biología, de la Enciclopedia Británica.

Según esta publicación, las condiciones necesarias y suficientes para que un objeto sea reconocido como un organismo vivo, son las siguientes:

- Debe ser un conjunto de materia distinto o separado, con un límite preciso y bien definido;
- Debe experimentar intercambios permanentes de materia con su ambiente o alrededores, sin alteración manifiesta de sus propiedades dentro de un corto período, y
- Debe haber tenido su origen en un proceso de división y fraccionamiento de uno o dos objetos de la misma clase.

A pesar que esta definición se hace más flexible de lo que aparece a primera vista con dos indicaciones puestas al final, me parece, sin embargo, incompleta. Pero

veamos primero las dos indicaciones. Una de ellas está orientada en el sentido que el criterio de permanente intercambio anotado en el punto 2° puede asimilarse al proceso metabólico que comprende los cambios químicos y periódicos que se producen continuamente en las células vivas. Y me parece que podría también incluir la idea de percepción que sugiere el fenómeno de comunicación (intercambio) con el exterior. La otra observación se refiere al punto 3° y asimila los procesos de división y fraccionamiento al de reproducción.

A mi entender, el punto 3° debió haber sido más específico e indicar que la reproducción o división requiere ser mantenida; debe tratarse de una propagación o conservación de la especie a través de multiplicaciones resultantes de un proceso "permanente" de procreación entre individuos semejantes.

Pero, y esto me parece fundamental, en este pretendido retrato de la vida se ha prescindido de una de sus condiciones peculiares: la condición de improbabilidad como fenómeno físico; se ha omitido, por ende, señalar que la vida promueve una organización de la materia provocando una disminución de la entropía, en contradicción con lo dispuesto por la segunda ley de la termodinámica. Y esto es cardinal, pues se trata de una cualidad física que falta a la materia inerte, un atributo que permite a la materia viva no atenerse, es más, contradecir una ley física.

Esta desconcertante capacidad parece derivar en cierto modo de un talento, de una aptitud de auto equilibrio; del funcionamiento de un sistema combinado e integral de retroacciones que obliga a los elementos componentes a actuar de una determinada manera y tras la consecución de un determinado fin. La vida muestra un poder para "conquistar" y organizar a la materia y a la energía, esas mismas que en el mundo de lo inanimado se despeñan fatalmente hacia una ineluctable entropía total.

Nadie lo ignora: los materiales que constituyen lo vivo y lo inanimado son los mismos; la materia prima es común y, en último extremo, está compuesta de un conglomerado de protones, neutrones o electrones (para señalar las partículas más distintivas): sólo que la vida posee una forma superior de organización, un poder orientado de adaptación finalista.

"La vida, escribió el Profesor Maurice Marios, se abre camino a través de la materia. La amenaza surge a cada paso, y a ella responde la adaptación. Las especies que no se adaptan, mueren".

Y lo grave es que, mientras más se sube en la escala de la organización vital, más la vida se hace frágil. Resulta así ser esta inestabilidad una contrapartida de la organización. Por ello, en caso de un cataclismo atómico por ejemplo, seguramente no desaparecería la vida del planeta, sino solamente sus formas superiores. Después de la prueba, la vida se abriría camino en las nuevas condiciones del medio, hacia un nuevo porvenir; sólo que el esfuerzo de millares de siglos se habría perdido; y las máquinas morirían la muerte del hombre demostrando que su pretendida vida depende de la vida de aquél.

Finalmente, y aun cuando resulta evidente, deseo destacar una vez más que el concepto o la definición de vida que puede componerse de todas las anteriores lucubraciones, queda limitado al estricto campo material del sujeto vivo y deja sin tocar, sobre todo en el caso de los seres inteligentes, sus más esotéricas características, entre las que me basta señalar la capacidad de actuar en los campos del pensamiento y del espíritu, reacios hasta ahora a ser analizados cuantitativamente, para apreciar su importancia.

Seres Vivos y Máquinas.

Pero limitando la confrontación a la vida simplemente animal y vegetal, es decir, dejando conscientemente a un lado el mundo del espíritu que es para mí el de ámbitos más dilatados, una comparación de las características anotadas hecha más que todo como un esparcimiento intelectual nos daría:

Primera condición: Un conjunto de materia distinto o separado con un límite preciso y bien definido. Es indudable que podríamos afirmar: Máquinas, sí; Seres vivos, sí.

Segunda condición: Experimenta intercambios permanentes de materia con su ambiente o alrededores, sin alteración manifiesta de sus propiedades dentro de un corto período.

Aquí el asunto no es bien claro. En el caso de los seres vivos; la respuesta no admite dudas y podemos afirmar: Seres vivos, sí.

Tratándose de las máquinas, habrá que considerar a cada una en conjunto con su materia prima, con la energía que consume y con su producto, para poder llegar, con la manga bastante ancha, a escribir: máquinas, tal vez. Porque si nos atenemos a la estricta realidad, la máquina no experimenta intercambios de materia con su ambiente, sino que utiliza materia y la transforma, sin afectar su propia estructura. Tercera condición: Debe haber tenido su origen en algún proceso de división o fraccionamiento de uno o dos objetos de la misma clase. Aquí, aunque le busquemos cinco pies al gato, tendremos que escribir: Máquinas, no. Seres vivos, sí.

La sugerencia del Profesor Boulanger que las máquinas puedan producir otras máquinas, aun cuando se realizara, no llegaría nunca a cumplir con esta condición; y en esto la respuesta de Wiener que cité anteriormente, a pesar de sus rodeos, es lo suficientemente categórica como para respaldar mi posición.

Cuarta Condición: Condición de improbabilidad. Así, en forma general, tendríamos que poner sí para las máquinas y sí para los organismos vivos; pero deberíamos agregar un comentario muy importante haciendo ver que en la improbable creación de la máquina ha intervenido la inteligencia del hombre, o sea, del ser vivo más evolucionado con el que estamos comparando a su contrincante.

Ambos seres vivos y máquinas, contradicen la ley entrópica; pero la contradicción de la máquina proviene de una capacidad del ser vivo para crearla.

Quinta condición: Finalmente el auto equilibrio que mencioné anteriormente y que pareciera tener una subterránea relación con la contradicción de la ley entrópica, podría ser una última exigencia. Tal equilibrio no existe en las máquinas todavía; sin embargo el homeostato de Ashby y las tortugas de Grey nos señalan un camino lleno de probabilidades.

De todo este juego parece poder deducirse que el sueño de las máquinas vivas debe quedar relegado todavía al campo de la ficción y de la quimera o de las inimaginables posibles conquistas del futuro.

Pero, antes de terminar este escaqueo, me parece perentorio insistir: no puedo engañarme ni engañar a nadie; estas comparaciones, a pesar de su especulativo carácter de juego, son todavía absolutamente incompletas y unilaterales, pues no existe razón ni justificación para dejar fuera de ellas al mundo llamado, por falta de

otra expresión más ajustada, del espíritu, que es precisamente el que define por esencia a los seres vivos inteligentes. Lo cual hace aún más perentoria la conclusión: no poseemos, por ahora, base alguna para afirmar que se han creado máquinas vivas inteligentes ni tampoco para pensar que ellas vayan a ser creadas dentro de las condiciones y características que hoy conocemos del Universo y de los conocimientos y capacidades del hombre.

Las Máquinas y el Espíritu.

Donde el Profesor Boulanger traspasa definitivamente, si yo lo he interpretado bien, los límites de lo científico y aun de lo discutible, es cuando dice. "Este movimiento, que lleva a la sustitución del hombre por la máquina en el dominio del espíritu, encuentra sus orígenes en la construcción y utilización de las máquinas de calcular electrónicas, conduce a la usina automática de mañana, pasando por realizaciones tan espectaculares como la máquina para traducir y el manejo automático de los automóviles en las auto estradas".

La verdad es que no acierto a entender en qué puede fundarse una tal afirmación. Antes de hacerla habría que empezar por definir los conceptos de inteligencia y espíritu y después fijar la diferencia entre ambos para entonces ver, por ejemplo, si podemos decir que las máquinas calculadoras son inteligentes. Es indudable que, así como no se puede decir que una cinta electromagnética impresa "habla", tampoco se puede decir que un computador, porque resuelve una ecuación o porque guarda en su registro algunas informaciones, realizando parte del papel de la memoria, es inteligente. La noción de inteligencia lleva involucrado el concepto de conciencia y, por consiguiente, la condición de autodeterminación y de creación que no puede ser atribuida a las máquinas todavía. Creo que nadie se atrevería a imaginar, por ejemplo, ni menos a afirmar que la máquina sabe que existe.

Por otra parte, la sustitución del hombre por la máquina, en el dominio del espíritu, fuera de ser una declaración imprecisa y vaga debe, a mi entender, relegarse al mundo de la utopía. Ciertamente, la máquina puede realizar también algunas de las funciones mecánicas que el hombre lleva a cabo a través de su cerebro y aun de sus músculos y glándulas cuando actúa espiritualmente; es verdad que las máquinas, sustituyendo a los mecanismos biológicos, pueden servir de elementos de expresión

para el espíritu; pero no me parece que se pueda decir que el artificio mecánico vaya a sustituir la función de integración, mando y programación que realiza el ser vivo inteligente. Y si se consideran los fines que ese ser inteligente tiene en vista al proceder en el dominio del espíritu, la aseveración resulta aún más antojadiza; no me parece sensato, por ejemplo, imaginar una máquina que actúe según que su acción le "parezca" (a ella) buena o mala, en el aspecto ético; bella o fea en el aspecto estético.

Y a este respecto, el profesor Wiener no fue bastante categórico en sus declaraciones, las cuales, desgraciadamente, no he podido precisar. Efectivamente, cuando le pregunté si estaba de acuerdo con la afirmación que el movimiento cibernético lleva a la sustitución del hombre por la máquina en el dominio del espíritu (frase desde luego poco precisa), me contestó en un principio: "Estoy de acuerdo con Boulanger en este respecto". Sin embargo, en el curso de nuestra conversación, agregó: "Resulta muy difícil hacer afirmaciones demasiado definitivas en estos asuntos. La cibernética no es un programa dogmático, sino un campo de investigación". Y ante mi pregunta: ¿Cómo la máquina en su acción puede considerar el efecto de la actitud espiritual del hombre, su capacidad de contradecir las leyes naturales por un ideal o por un fin que no resulte útil y aun resulte perjudicial al que actúa (casos de heroísmo, santidad, desprendimiento, filantropía, etc.)?, él me contestó: "En seres animales, en los cuales no se pretende que existe el espíritu, tales como los monos, existe el desprendimiento. Un individuo mono que se desprende de su alimento para dárselo a otro, es un ejemplo claro y pueden aun encontrarse casos en que la acción se realice con desmedro de quien la ejecuta".

"Ahora, en lo que al heroísmo se refiere, puede pensarse que la educación militar, por ejemplo, es tan intensa y condiciona de tal manera la conducta del individuo, que éste llega a convencerse que debe sacrificarse en cumplimiento de una orden. En muchos casos queda en acción sólo el cumplimiento del juego de la guerra, de la partida empeñada, con olvido de los peligros que lleva a acciones asombrosas".

"Por otra parte, el sacrificio, la caridad, tienen generalmente una compensación en el agrado que produce el ejecutarlos". Aquí, con todo el respeto que me merece el profesor Wiener, tengo que expresar mi extrañeza que un hombre de su talla

intelectual pueda caer en lo antojadizo, en lo carente, no sólo de fundamento, sino incluso -perdón- de seriedad científica y aun simplemente humana.

A mi entender, estas peregrinas declaraciones sobrepasan y rebasan todos los límites en un mal disimulado deseo de no tomar partido en la discusión.

Comparar el desprendimiento de un ser humano, el sacrificio de la propia vida, de sus comodidades y sentimientos, de un Mahatma Gandhi, por ejemplo, con un mono que se desprende de su alimento para dárselo a otro me parece pueril. Y hasta allá lleva la observación del profesor. ¿Y los mártires de todas las religiones y las acciones de desprendimiento y sacrificio que está poblada la historia del hombre, pueden también compararse con esta acción que, por otra parte, el mono no ejecuta, sino cuando tiene su vientre lleno y está harto?

Y afirmar que los heroísmos que se producen en las guerras son sólo el producto de la educación militar pretendería demostrar algo que no es efectivo, que el profesor Wiener desconociera los sublimes actos de arrojo y sacrificio realizados por hombres que con ello no buscaban cumplir ningún objetivo militar, sino simplemente alcanzar una satisfacción, tal vez mística, tal vez esotérica, pero de puro orden espiritual. El heroísmo emocionante de los niños de Chapultepec³² y de los muchachos de La Concepción³³ no merecen, a mi entender, una opinión tan despreciativa. Se sacrificaron, al nacer la vida, pudiendo, al rendirse, no provocar ningún menoscabo de consecuencias en la guerra en que participaban. ¿Puede decirse que lo hicieron cumpliendo sólo consignas militares cuando en sus cortas vidas no habían siquiera pisado los cuarteles?

Y que el sacrificio y la caridad tienen su compensación en el agrado que proporciona el realizarlos es un argumento más para separar al hombre de la máquina y del irracional, porque éstos no podrán nunca tener tal tipo de satisfacción, que es eminentemente espiritual; ellos no se verán nunca impulsados por este acicate que tantos actos extraordinarios ha producido sobre la tierra, que tantas figuras señeras ha levantado como ejemplo de las cumbres que nuestra especie puede alcanzar. No,

³² Los Niños Héroes es el nombre con que se les denomina a los principales defensores del Colegio Militar de México durante [la invasión norteamericana](#) el día 13 de septiembre de 1847. (Nota PB).

³³ La Batalla de La Concepción, corresponde a la [campaña terrestre](#) de la Guerra del Pacífico, a la fase de la [Campaña de la Breña](#). Se desarrolló entre el 9 y 10 de julio de 1882, entre tropas [chilenas](#) y montoneros [peruanos](#), en la localidad de La Concepción, en la entonces [provincia de Huancayo](#) del [Departamento de Junín](#), en la zona de los andes centrales de [Perú](#). (Nota PB).

el profesor Wiener está aquí profundamente equivocado. Autodeterminación de las Máquinas.

Más adelante, en su exposición, agregó Boulanger; "No se trata hoy de una pura y simple mecanización de los procesos manuales existentes; no se trata tampoco de crear en las fábricas máquinas-robots que sean autómatas ciegos y estúpidos. Las máquinas de la segunda revolución industrial son máquinas "inteligentes", máquinas capaces de gobernarse por sí mismas gracias a la utilización de circuitos reflejos que les permiten actuar, no en función de órdenes recibidas (conducta programada), sino de acuerdo con la propia situación de los fines que desea obtener (lo que constituye la característica de las conductas cibernéticas)".

"De la primera revolución industrial resultó un desarrollo estrictamente "material" del maquinismo; el hombre ha aumentado en proporciones formidables el número y la potencia de las máquinas que ha construido, pero ha estado obligado a aceptar que debía asegurarse el control de sus máquinas. "Músculos de acero" han sido creados en el mundo, pero ningún "nervio" ha sido previsto para coordinar los esfuerzos³⁴. Esta tarea de coordinación, que ha requerido progresivamente una parte cada vez más importante de la actividad del hombre, va a poder ser confiada -por fin- a la propia máquina".

Y haciendo una especie de resumen, dice a continuación:

"Y ya se perfila en el gris de la distancia una tercera revolución: Es aquella que verá nacer y desarrollarse las máquinas capaces de aprender, las máquinas que organizarán ellas mismas su propia estructura con el fin de componer, con las extensiones cada vez más amplias de las circunstancias, las máquinas que crearán, verdaderamente, en el plano del pensamiento".

"La usina automática de la segunda revolución industrial construirá automóviles y aviones. La usina de la tercera revolución industrial dirá cómo hay que proceder para construir mejores automóviles y mejores aviones y extenderá sus programas de fabricación sobre la base de sus propias conclusiones".

"Tales perspectivas pueden parecer utópicas. Sin embargo, todo lo que acabo de decir está demarcado por hechos de orden estrictamente científico, por

³⁴ Los nervios, que yo sepa, no coordinan, no piensan, son tan "pasivos" como los músculos- La coordinación parece venir de una acción del cerebro o de una integración kinestésica, cuyo centro director todavía no ha sido precisado

adquisiciones muy recientes de la cibernética, la cual, a pesar de estar todavía buscando sus caminos, transforma ya profundamente la industria y está llamada a marcar en grados diversos todos los sectores de la actividad humana".

Después de leer estos párrafos y al ver la insistencia del profesor Boulanger, yo me atrevo entonces a preguntar: ¿Cree, acaso, su autor, que las máquinas pueden llegar a desear? ¿Y con qué fin desearían? ¿Qué ganarían o que habrían de perseguir las máquinas al perfeccionarse?

En el caso del hombre, el asunto es muy distinto. El hombre crea la máquina tras un fin utilitario: ya sea para ganar dinero que le permita gozar de ciertas formas de vida, ya sea para evitarse trabajo o perfeccionar lo que sus manos pueden realizar, ya sea para tener más elementos que lo ayudan a vivir mejor, ya para tener el goce espiritual de crear o hacer el bien. Es decir, el hombre perfecciona las máquinas para obtener ventajas que él aprovecha. No veo cómo podría pensarse en que las máquinas llegaran a tener estos u otros deseos. ¿Puede pensarse que las máquinas deseen descansar? ¿Que busquen éstas u otras ventajas? ¿Que deseen tener tiempo para divertirse o para amar o para realizar cualquiera de los actos que producen un goce intelectual? Me parece claro que esta afirmación resulta por lo menos extraña, y en todo caso, demasiado prematura (?).

En este aspecto fui bien preciso al preguntar a Wiener: ¿Cree usted que las máquinas pueden llegar a regirse por sí mismas para hacerse mejores? El me respondió: "Estamos todavía lejos de aquello; pero la inteligencia y lo que la experiencia de las máquinas nos enseña, no nos permite negar esta posibilidad. El problema se radica en que la máquina no tiene autocritica para saber si la nueva es mejor o peor que la anterior. Habría, por otra parte, que empezar por definir qué entendemos y desde qué punto de vista, cuando decimos que una cosa es mejor o peor que otra. Además, cayendo nuevamente en la "semántica" tendríamos que preguntarnos qué significa aprender. Y sería necesario definir el significado de éstas y otras palabras y hacerlas más precisas antes de emplearlas en nuestras afirmaciones"³⁵.

Pero, concretándome a la afirmación de Boulanger, yo insisto en que no existe ninguna razón para que las máquinas deseen progresar por sí mismas, y repito:

³⁵ Creo que a pesar del eufemismo de la frase, apoya ella, en forma clara, mi posición.

¿Para qué van a hacerlo? ¿Tienen conciencia de una finalidad última que las impulse? ¿Buscan conseguir algún beneficio? La fábrica misma, la usina, ¿para qué va a construir mejores automóviles? ¿Se piensa que ella los utilizará para viajar o para trasladarse, como es el caso del hombre?

Pero, aun suponiendo que, sin conciencia y sin capacidad de pensar, la máquina pudiera tender al mejoramiento de sí misma o de su modo de actuar o funcionar, impedida por su experiencia, es indudable que esa tendencia se orientaría hacia un mejoramiento de los productos en cuanto a su construcción o manufactura, pero no en cuanto a su utilización. El eventual perfeccionamiento del producto correspondería entonces a características que un mecanismo pudiera apreciar tales como una mayor facilidad de fabricación, una disminución del tiempo de elaboración; tal vez una mayor resistencia, un menor peso u otras condiciones de este tipo; pero en ningún caso la mejora provendría de las condiciones de servicio o utilización del artículo que son las que han empujado al hombre a su fabricación³⁶. Esto, a las máquinas les será siempre desconocido salvo que pensemos en un mundo de lo absurdo, en que ellas lleguen a auto transportarse en vehículos, a alimentarse, a usar trajes, tener amigos y ser seres vivos, inteligentes, capaces de disfrutar de los productos fabricados, en cuyo caso estaremos viviendo en la Isla de Utopía.

Así, pues, al afirmar que las máquinas de mañana serán capaces, por sí mismas, así, sin atenuantes ni interpretaciones, de mejorar sus estructuras y condiciones de funcionamiento o los diseños y especificaciones de los productos elaborados; el pensar que ellas construirán por sí solas, sin que el hombre les dé las pautas, mejores fábricas y mejores automóviles, debe relegarse al mundo de las fantasías capaces de inspirar una novela de ciencia-ficción; pero no puede mantenerse en un ambiente científico. Y aquí cabe repetir la frase final de nuestra conversación con el Dr. Norman Hilberry en Argonne, que coloqué como epígrafe de este capítulo y que es diáfana y categórica: "Creo que no le será nunca dado a la máquina reemplazar la capacidad de integración del cerebro humano, el cual seguirá siendo el inspirador,

³⁶ Wiener me expresó al respecto: "Para mejorar una máquina que haga mejores automóviles, debería introducirse en la fábrica un sistema de valores que determine qué se estima un automóvil mejorado. El problema de valores en la cibernética es esencial y deberá desarrollarse todavía lentamente". Según esto, no sería la máquina la que resolvería sobre lo que es un mejor automóvil, ni ella, como dijo Boulanger, "dirá cómo hay que proceder para construir mejores automóviles" ni "extenderá sus programas de fabricación sobre las bases de sus propias conclusiones".

el orientador, el que habrá de manejar, dirigir (Kubernetes) el mundo de las máquinas que es el mundo del "hombre". Y creo que será él quien habrá de complacerse con lo realizado".

Capítulo 8

El Hombre, Creatura de Dios

Pero, con las anteriores disquisiciones, he llegado hasta el terreno de la pura imaginación, que resulta encomiable dejar volar para soñar un poco como lo expresara el Maestro de Massachusetts, siempre que, a mi modesto entender, en el terreno científico, al menos, sepamos cuándo estamos soñando.

Mientras tanto, en mi mente empieza a concretarse otra pregunta que, aunque para contestarla deba soslayar el campo de la metafísica, me parece perentorio enfrentar.

Según lo sugerido en páginas anteriores, la máquina tendría limitado su campo de acción a lo que su creador haya previsto. Surge entonces la pregunta: Y su creador, el hombre, ¿no tendrá también limitadas sus probabilidades de cambio o reacción? ¿Hasta dónde llegan sus capacidades de autodeterminación o propia iniciativa?

Para los que creemos que la vida animal, primero, e inteligente después, tienen una finalidad, y considerando que, a pesar del carácter subjetivo del conocimiento que el hombre ha logrado de la realidad, la ciencia descubre cada día, en forma más evidente, las huellas de un sistema y de una inspiración creadora del mundo que nos rodea, la respuesta es clara: el hombre, los seres inteligentes, ya sea que vivan en nuestro planeta o en otros confines del cosmos, no pueden ir más allá del límite que su creador haya sido capaz de concebir³⁷.

Un concepto de Dios, el Creador.

Hecha la anterior afirmación, debo precisar que, cuando hablo de "creador", no pretendo dogmatizar ni tampoco emplear el vocablo en sentido antropomórfico, ni siquiera sugerir la idea de un "ser" más sabio y más inteligente, ajeno al Universo de que somos parte.

¡No! Se trata de un concepto, de una noción, mucho más amplia que, desgraciadamente, por lo restrictivo del lenguaje y de la humana capacidad de conocimiento e imaginación, tengo que constreñir para que quede dentro de palabras, aunque ellas sean siempre de significado vago e impreciso.

³⁷ Nuestra pobreza expresiva me obliga a usar una palabra que, como cualquiera otra semejante: imaginar - pensar - proyectar, tiene un carácter eminentemente humano.

Tal vez un día, nuestros descendientes, o en este mismo presente otros seres inteligentes más evolucionados que nosotros, puedan conocer mejor esta, para nosotros, inimaginable y misteriosa inteligencia. Pero, usando mi precario modo de pensar y mis rudimentarios medios de conocimiento, llego a la conclusión de que la inteligencia del hombre y las fuerzas de la vida no pueden ir, por sí mismas, más allá de la capacidad o la fantasía que su propio Demiurgo, Causa Primera, Gran Arquitecto o Dios, que las hizo posibles, ni pueden sobrepasar las leyes a las cuales sujetan su comportamiento.

Es evidente que mi posición deísta y mi creencia en una teleología que ordena el comportamiento del Cosmos, afloran de continuo en este ensayo y ello a pesar de que conozco los argumentos que se dan en contra de una tal posición ideológica. Es que tales tesis me parecen simples artificios del pensamiento que trasladan el misterio y el poder que yo encierro en el concepto de Dios a un terreno mucho más metafísico y menos claro, aun cuando, paradójicamente, sus propugnadores presuman de objetivos.

Por ejemplo, Bertrand Russell y otros pensadores enraizados en el agnosticismo del siglo XIX han pretendido que la ordenación del Cosmos, que la sistematización matemática que se ha hecho presente en los campos de la ciencia, son sólo el resultado de la intervención de nuestro propio cerebro. Sería la inteligencia humana la que habría transformado la anarquía de los hechos cósmicos en una malla de relaciones enclavada en los números, ordenación que sería, por tanto, una creación de nuestro intelecto.

Me resulta incomprensible este afán de complicar los conceptos, huyendo, vanidosamente, de lo que parece innegable: la existencia de un poder, de una sabiduría, de una inteligencia, de una ordenación o como queramos llamarla, superior al hombre, cuya esencia somos incapaces de entender.

Por eso yo preguntaría a los inventores de estas teorizaciones que, pretendiendo de objetivos y materialistas, se internan, como ya lo expresé, por las más absurdas de las imagerías metafísicas, ¿cómo, de dónde apareció esta maravillosa capacidad intelectual del hombre que ellos, a través del concepto evolutivo, reconocen formada pacientemente a lo largo de una ascendente transformación morfológica? ¿De dónde apareció esta potencialidad para crear, aunque sea sólo mentalmente y

amoldada a las humanas percepciones sensoriales, este complejo universo que se nos aparece tan lleno de interrelaciones y tan hermosamente matemático?

La verdad es que estos pensadores se desplazan de un misterio a otro misterio; cambian un desconocido por otro desconocido y, despreciando lo que nuestra razón indica, nos tildan, a los que creemos en Dios, de locos de extraordinaria fantasía, porque tenemos la modestia de decir que no somos capaces de penetrar más allá de ciertos límites y que hay muchas manifestaciones y prodigios que nos parecen obras superiores a nuestra capacidad de conocer. Creo, y lo he dicho y repetido, que vivimos en un mundo eminentemente subjetivo y humano, pero ello no es razón para negar a la inteligencia su capacidad de descubrir la trama matemática sobre la cual se teje esa realidad nuestra; no es razón para declararnos nacidos por generación espontánea a través de un proceso mucho más esotérico e incomprensible que el que deriva de la creencia de que todo fue creado por un poder al cual, a falta de expresiones más adecuadas, llamados Suprema Incomprensible Inteligencia o más sencillamente Dios.

La posición antideísta o atea se asemeja a la de muchas teorizaciones fantásticas aparecidas en el pasado y que llegan hasta negar la propia existencia del hombre. Todo sería resultado del pensamiento, que es lo único real. Bueno, ¿y qué? ¿Y el pensamiento? ¡Entonces no somos! Palabras y palabras...

Me parece más sabio y más modesto el conformarnos con actuar dentro de nuestro humano mundo intelectual, y al llegar a los lindes de sus dominios reconocer, sin vanidad, que no encontramos nada inteligible más allá; pero no por eso negar lo que queda en nuestra heredad. En un afán de magnificar al hombre, dándole los atributos para haber creado todo el extraordinario mundo que la ciencia ha descubierto, algunos terminan reduciendo la existencia a un sueño que se olvida de explicar al propio hombre. Pura fantasmagoría. Estamos otra vez en el mundo metafísico de Zenón de Elea: "Lo que es, no puede dejar de ser ni puede cambiar; aquello que ofrece cambios y modificaciones no debe ser considerado como realidad y un Universo donde las cosas se transforman continuamente tiene que ser una pura apariencia". Y también con los Pitagóricos que anduvieron por los mismos caminos: "El ser es una armonía entre lo limitado y lo ilimitado; la forma es la determinación material del ser; convertido en una pura concepción espacial resulta

una pura abstracción matemática". Este libro que usted está leyendo, lector, es pura fantasía; es algo que tiene usted mismo en su propia cabeza y usted tampoco tiene cabeza, porque ella es el resultado de su pensamiento y ese pensamiento tal vez no exista. ¿Qué tal?

Capítulo 9

Información; Comunicaciones y Control

"La información es, en última instancia, el aporte de una estructura en un caos".
OLIVER D. WELLS Realidades y Sueños Realizables.

Realidades y Sueños Realizables

Siguiendo mis recientes argumentaciones, debo dejar fuera de este análisis los alucinantes y misteriosos ámbitos en que muchos desean hacer vivir a los monstruos mecánicos y tengo que olvidarme de los robots convertidos en especie viviente. Sin embargo, siempre me queda un mundo de realidades y aun de fantasías realizables tan extraordinario que resultará imposible explorarlo en su integridad. Pero cumple intentarlo, pues ellas y ellos, las realidades y los sueños realizables, están dando al hombre de nuestros días un perfil distinto, una desconocida posición en el Universo, una nueva actitud frente a la vida.

Voy, a examinar algunos elementos que constituyen la columna vertebral, la médula, el sistema nervioso, podría decir, de la Cibernética. Observaré cómo se entrelaza esta doble acción del hombre forzándose, por un lado, por perfeccionar su estructura corpórea o multiplicar su funcionamiento con la ayuda de dispositivos y experiencias mecánicas, y por otro, haciendo más adecuado el medio en que actúa y sus aledaños con la intervención de máquinas o instrumentos de los tipos y características más variados. Y éstos, empleando sistemas y recursos hasta ayer reservados a la inteligencia, le están aportando no sólo fuerza y habilidad en el campo energético y material, sino también una auténtica ayuda en la elaboración y desarrollo de sus propias labores intelectuales.

Mensajes. Informaciones de Ida y Vuelta.

De las someras explicaciones expuestas en el capítulo en el que traté de dar una noción general de lo que es cibernética, el lector habrá colegido la importancia fundamental que para el progreso y desarrollo, y para la comprensión de esta

ciencia, tienen los mensajes, o sea, las comunicaciones y sus controles. Y habrá quedado en claro que lo que he designado por controles son en realidad "comunicaciones de vuelta", informaciones respecto a las consecuencias o efectos producidos por los mensajes iniciales, por las "comunicaciones de ida". Así, los problemas de comunicación y control aparecen inseparables y giran no alrededor de las técnicas de ingeniería eléctrica o electrónica, sino alrededor de una noción más integral, más amplia de lo que es un mensaje, de lo que es una transmisión, sea que ésta haya sido realizada por medio de circuitos eléctricos, por dispositivos mecánicos o por el sistema nervioso de un ser vivo.

Así caen en estos dominios el estudio del lenguaje, la dirección y control de las máquinas, el manejo de computadores, autómatas o robots, ciertos problemas de tipo psicológico, y concernientes al sistema nervioso y hasta el manejo de la propia sociedad humana.

Siguiendo el mismo método utilizado anteriormente, voy a tratar de definir, en primer término, lo que es un mensaje para, de este modo, aclarar las ideas y orientar el camino.

Un mensaje aparece como una serie ordenada y sucesiva, continua o discontinua, de señales o informes distribuidos en el tiempo y relativa a hechos o sucesos mensurables.

Esta definición, ajustada y corregida sobre otras de especialistas en la materia, deja en claro que mi análisis se limita, como siempre, al exclusivo campo de la materia y la energía y, por consiguiente, se refiere a manifestaciones del mundo físico, posibles de ser medidas.

Me parece bien claro que el transcurso o ejercicio de la vida fisiológica, así como el funcionamiento de las máquinas, están condicionados por mensajes, señales o informaciones que vienen del exterior de los organismos u órganos en juego, para ponerlos en movimiento o para modificar sus acciones. La voz que nos da una orden; algo que vemos venir y puede alcanzarnos; una carta que nos informa de un suceso; una corriente eléctrica que actúa sobre un órgano de comando de una máquina; o una tarjeta perforada que señala a un conmutador lo que se desea de él o las operaciones que debe ejecutar, llegan del exterior al interior del organismo o dispositivo que debe actuar, o van de un órgano o mecanismo a otro.

Los afectados responden entonces con otro mensaje que va desde el interior, que emerge de ellos, hacia el exterior e informa respecto a las dificultades que han encontrado para cumplir lo ordenado o, simplemente, sobre la forma cómo reaccionaron frente al mensaje recibido o sobre el grado de exactitud con que lo ejecutaron.

Cabe todavía mencionar el nacimiento espontáneo de un mensaje, o sea, la iniciación del circuito de adentro hacia afuera, contingencia que es indispensable considerar ya que los mismos mensajes que vienen de afuera tienen que haber nacido dentro de un organismo emisor³⁸.

Así planteado el problema resulta básico y fundamental el conocimiento del fenómeno de la información y de las comunicaciones, tanto en su mecanismo como en su eficiencia y capacidad para transmitir con exactitud una misiva.

Ya lo expresé, las informaciones, recados, avisos, mensajes, comunicaciones o como queramos llamarlas, se realizan a través de señales, lenguaje oral o escrito, signos (le. movimiento, pulsaciones, corrientes eléctricas discontinuas, etc., que son propagadas o transmitidas de un punto a otro.

Deformaciones de los Mensajes.

Ahora bien, es evidente que en su trayecto estas informaciones o encargos sufren deformaciones, interrupciones o accidentes y que estas eventuales alteraciones del mensaje durante su transmisión tienen especial importancia porque pueden significar una modificación sustancial de la orden impartida o una equivocada respuesta de control.

No voy a entrar en los complejísimos estudios matemáticos relativos a las transmisiones, telecomunicaciones u otros modernos sistemas para el traslado de informaciones, como tampoco voy a analizar, como va lo anticipé, los fenómeno de neurofisiología que tales transmisiones generan en los organismos vivos. Me limitaré a algunas consideraciones de interés y necesidad para el desarrollo de nuestro tema que, espero, darán una noción general del asunto.

³⁸ Los mensajes nacidos del pensamiento caen en este grupo, aun cuando ellos puedan haber surgido como consecuencia o excitación de impactos sensoriales venidos del exterior; pero parece evidente que la inteligencia crea y produce nuevas ideas que se convierten en nuevas comunicaciones al ser emitidas.

En primer término, creo del caso señalar que las alteraciones, eventuales pero ineludibles, de un mensaje durante su traslado desde el punto de emisión hasta el de recepción, han convertido el cálculo de probabilidades en un poderoso auxiliar para la formulación de una teoría de las transmisiones y en una herramienta imprescindible para la previsión de los resultados emanados de un determinado mensaje.

Como era de suponer, en el curso de las investigaciones y estudios se han ido concretando ciertos conceptos o nociones para la discusión y manejo del tema. Así nacieron la "cantidad de información", la "velocidad de información" y otros. Pero en este proceso sucedió algo curioso que es de especial importancia destacar, pues constituye uno de esos extraños fenómenos que asombran al investigador y que confirman la existencia de un sistema común en la organización del mundo físico, de una trama básica sobre la cual se tejen o bordan las realidades del Cosmos.

Magnitud de Información y Entropía.

Efectivamente, en la formulación de la teoría de las transmisiones se pudo apreciar que el "valor" o la "magnitud" de información, medida o patrón básico que fue necesario establecer en las primeras etapas, jugaba un papel curiosamente análogo al de la entropía en termodinámica. Los cibernetas tuvieron que enfrentar un problema inesperado y sugestivo que provocó en los teóricos de la física un vivísimo interés y que yo, con cierto atrevimiento, pero con buena ayuda, trataré de describir en sus líneas fundamentales, parafraseando un artículo de Louis de Broglie, el extraordinario hombre de ciencia, pensador y divulgador francés.

El estudio de la entropía en relación con las informaciones merecería un capítulo especial de este ensayo, pero como en este caso el tema ha irrumpido, sorpresivamente, cuando estaba analizando el fenómeno de las transmisiones, he preferido dejarlo incorporado a esta parte de mi exposición antes de parafrasear a de Broglie.

Eso sí que, aunque para algunos pueda parecer una repetición innecesaria de lo apuntado en la introducción y tratado en anteriores obras mías, he creído indispensable, como ayuda al lector poco avezado en esta clase de asuntos, repetir los planteamientos desde el principio, exponiendo sus bases fundamentales y las

extrañas implicaciones del fenómeno de la entropía y sus exigencias cuando tratamos de configurar una imagen del Universo atendida a los actuales conocimientos científicos.

La Flecha del Tiempo.

En primer lugar, es necesario recordar que las leyes primarias de la física, consideradas una por una, manifiestan una indiferencia perfecta respecto a nuestra idea de la marcha del tiempo. Y esto sucede, no sólo con las leyes o los postulados clásicos, sino también con las de la relatividad y aun con las de los cuantos. La reversibilidad es inherente a todo el esquema conceptual del cual esas leyes forman parte. La "dirección del devenir", el "sentido" en que el tiempo transcurre, están fuera de la jurisdicción de esas leyes; un signo más o un signo menos podrán indicar tiempos positivos o negativos, pero en ningún caso fijan el sentido en que el tiempo transcurre ni afectan al fenómeno considerado; el tiempo "positivo" para ellas puede ser igualmente el que va de ayer a mañana o el que va de hoy a ayer.

Pero hace ya bastantes años que los hombres de ciencia, al estudiar los fenómenos de la transformación del calor (termodinámica) se encontraron con una ley de excepción, con una ley que es la única que se atasca cuando queremos hacerla reversible, con lo cual nos permite descubrir, matemáticamente, hacia dónde el tiempo avanza, cuál es el sentido del mundo; una ley que nos faculta para establecer la diferencia entre hacer y deshacer. Me refiero al famoso, por lo irregular, segundo principio de la termodinámica (ley, fundamental Carnot-Clausius), que puede enunciarse así: "Un sistema de materia aislado, no puede pasar nunca dos veces e idénticamente por el mismo estado. Todos sus estados sucesivos traen aparejada una disminución concreta de su energía disponible. De ahí su irreversibilidad".

Aquí hago presente una sorprendente realidad: "Esta flecha del tiempo", la había descubierto ya antes, de manera inequívoca, la conciencia del hombre; la había reconocido nuestra razón y de tal manera que para el ser inteligente, la inversión de su sentido hacía del mundo un "contrasentido".

La ley mencionada, vertida a lenguaje corriente, expresa que la "flecha del tiempo" marca hacia donde se produce en la naturaleza un aumento progresivo del azar;

hacia donde su desorganización y la del mundo físico aumentan porque, con el transcurrir del tiempo, el orbe tiende a estados cada vez más simétricos, o sea, cada vez más desorganizados; y la corriente o la flecha no remontan nunca aguas arriba.

Simetría y Desorganización.

Es necesario advertir que, contra lo que se entiende en el lenguaje corriente, simétrico y desorganizado no son, en el campo científico, conceptos antagónicos. Simetría significa el desaparecimiento de las desigualdades o desniveles que provoca la organización, y no semejanza o equilibrio en las formas y colores u otras características del fenómeno considerado.

Para aclarar lo expuesto, creo del caso repetir el ejemplo que he dado en la introducción. Si se examina un campo de tierra gredosa, apropiada para fabricar ladrillos, se encontrará la tierra naturalmente desorganizada, simétricamente distribuida. Si en seguida hacemos con ella ladrillos, deberemos organizarla, agrupándola en trozos con caras rectangulares, con lo cual la distribución de la tierra irá perdiendo su simetría. Cuando finalmente colocamos los ladrillos en un edificio, si bien organizamos estos elementos de construcción, en cambio, creamos tremendos desniveles y disimetrías en la tierra de que están compuestos. La organización ha producido la disimetría.

La vida trabaja permanentemente en este sentido; así, de la cal de la tierra, del fierro, del agua y de un sinnúmero de elementos que se encuentran desorganizados, distribuidos con cierta simetría, en una forma que resulta naturalmente probable, nacen, a través de unas semillas que son una concentrada organización, plantas y, finalmente, flores. Pues bien, esas flores, además de tomar formas totalmente improbables de aparecer al azar, son estructuras complejas, organizadas, disimétricas.

Con la energía sucede algo semejante: según el postulado fundamental, tan conocido, ella se conserva a través de los distintos fenómenos en que interviene; pero en el mundo físico inerte se desorganiza, se degrada. Se conserva su cantidad, pero no su organización. Todo lo cual llevará, naturalmente, en el transcurso de los

milenios, a un mundo frío, oscuro, estático, muerto, en que la energía y la materia, definitivamente desorganizadas, no tendrán poder de acción.

Medidas Prácticas de las Posibilidades de Organización Casual. Entropía.

Los físicos matemáticos pueden medir, con una medida común, las distintas formas de organización que se presentan en la naturaleza; también pueden medir cualquiera pérdida de organización, calculando las posibilidades que existen en contra de su recuperación a través de una acción casual. Han llegado así a calcularse las probabilidades que existen de que por el azar se produzca algo que constituiría una reorganización. Y esta medida "práctica" del elemento azar, la disminución de las probabilidades de organización casual, es lo que los físicos de nuestros días llaman "entropía".

Un ejemplo muy simple puede aclarar más estos conceptos. Supongamos que tomamos un tubo de vidrio cerrado por su extremo inferior y en el cual introduciremos, primero, mil pequeñas bolitas negras del mismo diámetro que el del interior del tubo, y, después, otras mil bolitas blancas de igual tamaño. A nuestra vista aparecerán las 2.000 bolitas en dos grupos superpuestos: uno que nos parecerá un trazo negro, y, el otro, más arriba, un trazo blanco. De acuerdo con los conceptos esbozados anteriormente, estas bolitas forman un conjunto de máxima disimetría. Consideradas como un todo de 2.000 unidades, ellas aparecen ubicadas en una forma totalmente heterogénea. Esta heterogeneidad, esta completa disimetría, se considera matemáticamente igual a uno.

Ahora bien, si vaciamos el contenido del tubo en un matraz de vidrio y lo agitamos, las bolitas se revolverán y ofrecerán el aspecto de una mezcla homogénea de un color grisáceo, en el cual sus componentes estarán más o menos simétricamente distribuidos, homogéneamente agrupados. Esta simetría, esta homogeneidad cercana a lo perfecto se considera que fluctúa alrededor del valor 0,5 que representa la homogeneidad total.

Si ahora volvemos el contenido del matraz al tubo, todas las bolitas entrarán nuevamente en éste, pero no existe prácticamente ninguna probabilidad de que, por el simple azar, vuelvan a colocarse juntas las bolitas de uno u otro color, o sea, que

vuelvan por sí mismas, a ponerse en máxima disimetría, máxima organización, falta absoluta de homogeneidad.

Podrían calcularse las probabilidades para que, después de un cierto número de miles de trillones de veces que se hiciera la experiencia, siempre al azar, en una de ellas aparecieran reunidas en una parte del tubo todas las bolitas blancas y en la otra todas las negras; y esta probabilidad sería tan remota que puede considerarse como inexistente³⁹. Sin embargo, usted lector, y yo, podemos con gran facilidad, usando nuestra capacidad intelectual, reordenar las bolitas blancas y negras contra lo que el azar señala. Esta reordenación la produciría la inteligencia, así como en la naturaleza, con sus componentes elementales, lo hace la vida.

Es, sin embargo, indispensable insistir en que, si bien según la segunda ley de la termodinámica, existe la tendencia de la naturaleza hacia la desorganización, esto sucede dentro de sistemas aislados que no reciben, por consiguiente, materia o energía de otros sistemas.

Nosotros, en nuestra calidad de seres humanos, no somos un sistema aislado. Tomamos del exterior alimentos que generan energía y somos, por lo tanto, partes de un mundo mucho más amplio que contiene esas fuentes de vida. Como señal de nuestra integración a ese mundo más vasto resulta demostrativo el hecho de que de él recibimos a través de nuestros sentidos, permanentes informaciones que nos impulsan o deciden a actuar de uno u otro modo. Y, como veremos más adelante, las transmisiones de información, las comunicaciones, pueden considerarse como intercambio de energía capaz de modificar la cantidad de entropía del sistema afectado.

Disminución de la Entropía.

Así, pues, según la segunda ley de la termodinámica, la entropía de un sistema cerrado aumenta permanentemente, por lo que se llegará, en un futuro ineluctable, a un estado de reposo y absoluta desorganización de la energía caracterizada por su equilibrio y simetría.

Sin embargo, en un sistema que no está en equilibrio, o en una parte de él, la desorganización puede no aumentar y aun disminuir localmente. El hombre, lo

³⁹ El azar sabe mezclar, pero es incapaz de "desmezclar", escribió Henri Poincaré.

acabo de indicar, vive en un tal sistema en desequilibrio que puede ser tal vez una etapa de la trayectoria de desorganización y tendencia al equilibrio último que señala la flecha del tiempo. Tarde o temprano, dice nuestra razón y nuestro instinto, moriremos nosotros y nuestro mundo y es altamente probable que todo el Universo que nos rodea muera la muerte del calor que lo reducirá a un vasto conjunto en equilibrio de temperatura, en el cual nada nuevo se producirá. Quedará una sombría uniformidad de la cual sólo se podrá esperar pequeñas e insignificantes fluctuaciones locales. Todo esto siempre que nuestro Universo, al que conocemos en sus rasgos más aparentes, esté totalmente cerrado y aislado; otra hipótesis nos llevaría al límite de nuestra imagen cósmica y, por ende, al plano especulativo de la metafísica.

Pero, dice Norbert Wiener, "en nuestra vida de hoy es indudable que aún no somos espectadores de las últimas etapas de la muerte del mundo y que la entropía integral, si llega a producirse algún día, debemos por ahora considerarla sólo como una especulación de la inteligencia. Además, si estas etapas llegan a producirse, ellas seguramente no tendrán espectadores".

En el mundo que a nosotros nos concierne directamente existen zonas y lapsos de gran significación para el análisis y el raciocinio, aun cuando correspondan a fracciones insignificantes de la eternidad; en ellas la entropía no sólo no aumenta, sino que, por el contrario, se manifiesta una evidente creación de organización y un correlativo aumento de informaciones.

Y este crecimiento de organización no sólo se refiere a los seres vivos y, especialmente a los vivos inteligentes, sino también a las máquinas, las cuales, aun siendo estructuras mucho más sencillas e imperfectas, también contribuyen a una temporal y local disminución de la entropía, no sólo por la organización que ellas mismas representan, sino, además, por las informaciones que proporcionan y que se asimilan, como lo señalaré más adelante, a la organización y a la disminución de la entropía.

¿Hasta qué límites llegará este proceso de reorganización de la materia y la energía provocado por la vida y por la inteligencia? ¿Será, realmente, sólo temporal o llegará a constituirse en una característica del Universo del futuro o ya lo es en otros ámbitos de él? Todo raciocinio a este respecto es meramente especulativo.

Nuevamente Entropía e Información.

Hecha esta somera recapitulación, vuelvo al hecho que la provocó: el parentesco de la entropía con la información.

De Broglie, en el artículo mencionado en páginas anteriores, dice: "Sin pretender desarrollar cálculos que no se justificarían en una exposición de ideas generales, deseo, sin embargo, dar una descripción precisa de la analogía entre entropía e información. Es sabido que en la interpretación estadística de la termodinámica, universalmente admitida por todos los físicos, la entropía de un sistema aparece como directamente relacionada con la posibilidad que existe de que tal sistema se encuentre en el estado considerado. Es decir, el principio de Carnot-Clausius alcanza una explicación casi intuitiva, cual es que la tendencia de todo sistema es a evolucionar hacia estados cada vez más probables. Lo cual le agrega su curiosa condición de irreversibilidad, o dicho de otro modo, señala como dirección del tiempo aquella que lleva hacia la desorganización que es el estado naturalmente más probable y que corresponde a un hecho esencial de la experiencia humana"⁴⁰.

Y para seguir su razonamiento propone en seguida un caso sencillo de transmisión de señales: el envío de un telegrama por medio de un aparato Morse corriente; un transmisor eléctrico ligado a un receptor por medio de una línea conductora.

Si enviamos un mensaje por esta línea, es evidente que la sucesión de señales que lo forman, correspondientes a las necesarias palabras y frases, es altamente improbable "a priori". Es decir, no existe ninguna probabilidad de que las señales se agrupen por sí mismas, en la secuencia correspondiente al mensaje.

Siendo las señales Morse sólo de dos tipos, puntos y rayas, la agrupación más probable de ellas sería aquella en que las señales se sucedieran al azar, cada una saliendo del transmisor con la probabilidad 1/2 de que sea un punto o una línea. Resultaría un mensaje incoherente, sin significado alguno, semejante al que transmitiría un telegrafista demente que marcara sin discernimiento puntos o rayas sobre su manipulador.

Resulta obvio, entonces, que un mensaje sensato, con sentido, un mensaje capaz de proporcionar una información, es un fenómeno extremadamente improbable,

⁴⁰ De Broglie, "Introduction á la Cébernetique".

impuesto por el pensamiento del operador y por las reglas del lenguaje que él emplee para expresarlo.

Se deja ver que tiene que existir una especie de relación inversa entre la información transmitida por las señales y la probabilidad de la sucesión de ellas en el tiempo, ya que la información será tanto mayor cuanto más débil sea la probabilidad de que esta serie de señales se produzcan al azar, cuando más remota sea la probabilidad de que ellas se agrupen casualmente en el orden necesario al mensaje.

La Neg-Entropía.

Si, con León Brillouin, llamo NEG-ENTROPÍA (entropía negativa) a la entropía cambiada de signo, cantidad que disminuye cuando la probabilidad aumenta, al reverso de la entropía, puedo afirmar que la cantidad de información es una forma de neg-entropía. Es decir, que la información es una forma de organización. Y como es a través de informaciones (de ida y vuelta) que el mundo de la vida, sobre todo el de la vida inteligente y el de sus creaciones, las máquinas, se manifiesta, puede decirse que la vida y las máquinas, además de constituir una antiprobabilidad y contradecir, por su propia existencia, la ley entrópica, crean también con sus mensajes e informaciones mayor cantidad de neg-entropía.

Y cabe una importante reflexión: lo probable, en cumplimiento de la ley entrópica, es que el mensaje se desorganice durante su proceso como consecuencia de las condiciones físicas de su propagación. La transcripción del texto en señales y de las señales en texto a la partida y a la llegada, tienden a deteriorar, a hacer menos informativa la transmisión, con lo cual se busca el cauce de la ley entrópica.

Efectivamente es fácil comprender que la información que proporciona un mensaje, al ser éste transmitido, tenderá a disminuir, pero nunca podrá aumentar. Si yo transmito una ecuación matemática por un telegrama, o una verdad científica, puede suceder que ambas lleguen a su destinatario equivocadas; pero, si envío, por ejemplo, una explicación de por qué no logro demostrar un teorema que me parece exacto, no puedo soñar que por un error de la transmisión el telegrama llegue a dar la demostración que yo no he logrado.

Pero hay otro hecho curioso que parece afirmar aún más este parentesco entre la entropía y la información: sus modos de expresión matemática.

Efectivamente, diversos científicos e investigadores lograron expresar matemáticamente, o sea en una fórmula cuantitativa, el modo de variación de la información en función de las probabilidades de las diversas sucesiones de señales.

Pues bien, esa fórmula es idéntica a la de la célebre expresión que proporciona la primera representación estadística de la entropía.

Dice De Broglie: "Así aparece matemáticamente puesta en evidencia la analogía entre la información y la entropía cambiada de signo. Un paralelo perfecto y sugestivo aparece así firmemente establecido entre información y neg-entropía.

El Demonio de Maxwell.

Al llegar a este cruce de caminos entre información y entropía, casi todos los físicos han recordado y puesto nuevamente de actualidad una curiosa concepción del conocido matemático inglés Clark Maxwell, dada a conocer hace bastantes años a propósito del estudio de la teoría cinética de los gases y que yo me propongo también comentar, pues con ello espero aclarar algunos aspectos de este problema de la información considerada como neg-entropía.

Al adentrarse Maxwell en el microcosmos pudo apreciar, y creo que fue el primero en hacerlo, que el movimiento browniano, el movimiento de las partículas o de los elementos de la materia y la energía, si bien en su conjunto (y, por consiguiente, a través de informaciones de tipo estadístico) cumplen rigurosamente con la ley de la entropía y tienden a estados cada vez más probables y, por ende, desorganizados y simétricos, en cambio, estudiados separadamente o en pequeño número, a veces, no se atienen a esta regla. Entonces, para tratar de explicar esta aparente anomalía Maxwell creó un pequeño personaje con cuya ayuda buscó una explicación.

Supongamos, dijo el físico inglés, que tenemos un matraz lleno de gas, con una temperatura uniforme. Supongamos también que existe una pequeña puerta en el matraz que permite la salida del gas hacia un tubo conectado con una máquina térmica (motor térmico) y que el escape de ésta, o sea su lado de baja presión, se conecte con otro tubo de vuelta del gas al recipiente primitivo a través de otra pequeña puerta.

Y ahora comienza la imaginación. Un minúsculo demonio, de proporciones microcósmicas por supuesto, de guardia junto a la primera puerta, la abre sólo para que salgan partículas de alta velocidad (de más alta temperatura) y la cierra frente a las partículas lentas (de más baja temperatura).

Pero hay, además, otro diablillo colocado junto a la segunda puerta que tiene una misión totalmente contraria a la de su compañero: él permite la salida del recipiente sólo de las partículas lentas o frías y cierra la puerta a las rápidas.

El resultado de esta doble acción será que la temperatura del matraz subirá en las cercanías de la primera puerta y bajará en las cercanías de la segunda, creando, a través de los tubos y de la máquina térmica, un movimiento perpetuo que no viola la primera ley de la termodinámica que nos dice que la cantidad de energía dentro de un sistema dado es constante; pero sí viola la segunda ley, nuestra conocida, que nos dice que espontáneamente la energía tiende a disminuir su temperatura, su capacidad de acción. En otras palabras, los demonios de Maxwell actúan contradiciendo la tendencia a la entropía, pues reorganizan las partículas poniendo de un lado las de mayor temperatura y en el otro las más frías.

Pero, naturalmente, los hombres de ciencia se dieron a buscar una explicación científica de este fenómeno de reorganización que, como dije, suele aparecer en el microcosmos cuando se toman pequeñas parcialidades de partículas. Para ello siguieron el subterfugio imaginativo de Maxwell y se dijeron: una primera observación se hace presente: si el matraz está oscuro y en equilibrio, nuestros demonios no tendrán cómo ver o apreciar si las partículas que se acercan lo hacen rápida o lentamente y, por consiguiente, no podrán abrir o cerrar la puerta bajo su custodia en la forma prevista.

Para que el personaje pudiera actuar, las partículas en movimiento tendrían que ser iluminadas y esta luz tendría que provenir de una fuente exterior, lo cual rompería el equilibrio en el interior del matraz al recibir este intercambio energético desde el exterior (la luz). Gracias a esa luz, los demonios podrán ver las moléculas, o sea, recibirán una información que les es indispensable para cumplir su tarea. Y aquí nos encontramos nuevamente con la cibernética y su noción de información.

El análisis de este proceso muestra que el operador, o sea el demonio de Maxwell, recibe la información a expensas de una organización del medio exterior (rayo

luminoso) proveniente de una determinada fuente luminosa, o sea recibe neg-entropía.

El demonio de Maxwell, como todos los físicos e investigadores en sus laboratorios, no puede hacer observaciones que le permitan adquirir informaciones, sino pidiendo neg-entropía (organización) al mundo exterior o a otro sistema. Y es esta necesidad de consumir neg-entropía para obtener informaciones lo que confirma la conclusión de que la información no es sino una forma de neg-entropía.

En posesión de la necesaria información, el demonio podrá entonces manipular su puerta y con ello aumentar la neg-entropía del gas que lo rodea. Dicho de otro modo, producirá una cierta organización dentro del gas. Pero este aumento de neg-entropía o de organización se compensará con una disminución de ella del medio exterior que se le ha suministrado, de modo que, al final de cuentas, no existirá creación de neg-entropía. Esto parece mostrar que en el mundo físico la creación de neg-entropía no existe y el segundo principio de la termodinámica, o sea el que señala el crecimiento permanente de la entropía (por lo tanto disminución de la neg-entropía), se cumple sin contradicción.

Sin embargo, hemos visto que en ciertos tipos de información se crea neg-entropía, o sea se contradice la ley entrópica. Ello sucede como efecto de la acción de la vida y como un caso particular cuando el hombre concibe un pensamiento y lo transmite. Nadie podría decir en este caso que al transmitirlo se ha quedado sin él: es el misterio de la inteligencia, es esta posibilidad de entregar algo que tiene sin perderlo. Toda la labor de los profesores, toda la labor de transmisión de conocimientos, todas nuestras conversaciones, toda la actitud del hombre a través de la cual vive inteligentemente, constituye una entrega permanente de mensajes sin perder intrínsecamente su contenido. Parece, pues, que la vida, y en especial la inteligencia, ellas sí son capaces de crear neg-entropía y contradecir la segunda ley de la termodinámica.

Las observaciones formuladas por diversos hombres de ciencia, basadas en el análisis de esta utilización de neg-entropía a expensas de la existente en otros medios, quedan así reducidas al mundo estrictamente físico de la materia inerte.

Resumiendo, la neg-entropía producida como un simple fenómeno físico, tiene que provenir de otro sistema que la pierde o la cede; pero la neg-entropía producida

como el resultado de la acción de la vida o de la inteligencia, es el producto de creaciones de éstas; la vida, produciendo organismos complejos tremendamente improbables; la inteligencia reorganizando la materia y creando ¡as máquinas u otras organizaciones que entregan también neg-entropía y ayudan así a su demiurgo en su tarea de demorar la muerte del Universo.

La Información y la Vida.

Al leer algunos párrafos de los capítulos anteriores, muchos se preguntarán, ¿y para qué llevar tan lejos la búsqueda de organismos artificiales? ¿No bastaría con trabajar en la construcción de aquellas máquinas y automatismos capaces de servir al hombre, aliviarle sus problemas y hacerle el medio en que vive más fácil y placentero?

La respuesta requiere, a mi entender, una estricta orientación cibernética y la puedo extraer, afortunadamente, de una declaración de los sabios de Artorga. El fin de estas búsquedas es comprender, cada vez mejor, el mecanismo de la vida en todas sus formas y particularmente bajo el ángulo fundamental de lo que la cibernética llama la información. Nuestro ya conocido Oliver D. Wells, ha dicho en una entrevista: "La información es, en última instancia, el aporte de una estructura en un caos". Y para aclarar sus conceptos, agrega: "Colóquese un imán bajo un vidrio cubierto de limaduras de hierro y se verán aparecer dibujos simétricos. El imán ha informado a la limadura, al polarizarla". Y agrega: "Uno de los ejemplos más impresionantes de la información es el del agua pura de un estanque que no se congela a 0 grado, ni aun a -5 grados, ni aun a -15 grados bajo cero. Échesele, sin embargo, una pequeña cantidad de agua sucia al estanque y éste se solidificará instantáneamente. A través de un mecanismo aun mal explicado, el agua sucia ha informado al agua limpia y le ha servido de catalizador".

Según Wells y Artorga, es en el mecanismo de la información donde hay que buscar la clave de la mayor parte de los problemas que nos apasionan: la herencia, los problemas del cáncer, las enfermedades de la alergia y los anticuerpos; desde el problema del injerto de órganos, el lenguaje y la formación de las ideas, la física de los estados sólidos y líquidos ... A través del estudio de las informaciones

respectivas se encontrarán aun armas para la conquista del espacio y la alimentación de los pueblos subdesarrollados.

Parece ser efectivo que el problema de la proteína básica y de la pila eléctrica de la célula viva está estrechamente relacionado con el problema del cáncer y que mientras mejor se conozca el mecanismo de formación de las proteínas, más cerca se estará de la comprensión de esta terrible enfermedad. Debe subrayarse que algunas de las más importantes hipótesis para explicar el cáncer se fundan en teorías electrónicas que en resumen dicen: Se trataría de una enfermedad producida por un desorden electrónico de las células; una amarra entre el misterio de la información de las células sanas y el de las células enfermas arrojaría, probablemente, mucha luz para combatir a ese terrible enemigo.

Si se llegara a saber cómo se produce la información en el cuerpo humano y cómo se organiza la diferenciación celular, se comprendería, igualmente, por qué son ciertas células y no otras las que producen determinadas sustancias químicas. A este problema se amarra, naturalmente, la comprensión de las alergias y la aceptación o rechazo de los injertos por el organismo. La física y especialmente la correspondiente a los estados sólidos y líquidos; la química, la química electrónica, serían en igual forma grandemente iluminadas por un análisis concluyente sobre la información.

En lo que respecta a la alimentación de las poblaciones subdesarrolladas, aparecen posibles aplicaciones sorprendentes formuladas en el campo de la información biológica. P. W. Milborn, de la Universidad de Stanford, ha escrito: "Cuando el problema de la diferenciación celular haya sido resuelto, será posible pensar en la nutrición de las masas celulares de tal manera que se les induzca a formar "in vitro" las musculaturas de los animales que se deseen: bueyes, corderos, chanchos, gallinas, atunes y... hasta ostras, y el problema es tal vez menos difícil de lo que se piensa".

Y Milborn no se limita a la producción científica de carnes de animales; imagina igualmente el cultivo de células de vegetales sintéticas para producir flores y legumbres artificiales.

Queda, entre muchos otros, el problema de las afinidades positivas y negativas de algunas células que hacen que el hígado, por ejemplo, tome su lugar a la derecha y

el corazón a la izquierda, mientras que los pulmones dividen su espacio, uno a la derecha y otro a la izquierda.

Se investiga permanentemente, y se investigará todavía durante mucho tiempo, la existencia de células del cuerpo humano, por ejemplo, que sean capaces de organizar la estructura del esqueleto, que coloquen los órganos en sus respectivos lugares, que limiten el crecimiento, etc. Wells ha dicho al respecto: "Tengo la intuición que tales células, pretendidamente organizatrices no existen. Impulsadas por un determinismo aún no explicado, cada célula toma su propio lugar en el cuerpo humano". Y se trata de una intuición con fundamento; ella se apoya sobre hechos científicos diversos. Por ejemplo, la experiencia del biólogo R. W. Sperry: al injertarse sobre el dorso de una rana un pedazo de la piel de su vientre y rascársela, la rana tratará de rascarse el vientre.

"Si fuera cierto que las células de la piel son indiferenciadas y no son capaces de encontrar su ubicación en el organismo, sino bajo la orden de un sistema ordenatriz, esta rareza no se produciría".

George Beadle, Premio Nobel de Biología, ha calculado que cada célula viva es capaz de registrar una cantidad de informaciones igual a 1.000 Enciclopedias británicas. Lo cual significa que cada célula está suficientemente informada como para reformar un organismo entero desde los dedos de los pies hasta el cabello.

"Para aclarar este problema en su conjunto", ha dicho Milborn, ya citado más arriba, "sería necesario alguien que tuviera un conocimiento profundo de los ordenadores electrónicos y de la biología del crecimiento"; y, agregaría yo, del carácter y de las leyes que rigen la información vital.

Capítulo 10

Sociedad de Hormigas

"Los insectos totalitarios desconocen la adaptación individual; es más fácil enseñar a un pulpo que a una hormiga".

W. GREY

Entropía y Evolución de la Vida y la Inteligencia.

Según lo que acabo de analizar en un capítulo anterior, el Universo físico tiende, curiosamente, hacia la oscuridad, la detención y la muerte. En todos los fenómenos del mundo inanimado la energía, si bien se conserva, se degrada, se desorganiza, tiende a colocarse bajo un rasero común que es el desorden definitivo que se hace presente como lo cada vez más probable y lo más tristemente simétrico. Eludiendo lo gris y patético del concepto, la ciencia fríamente nos enseña que de este modo se produce un aumento incesante de la Entropía, la cual, como lo expresé en un ensayo anterior, aparece como el vampiro que chupa al Universo su vitalidad.

Sin embargo, sabemos también que hace 1.500 millones de años, más o menos, en esta tierra en que vivimos sucedió algo que, tal vez, ya había sucedido en otros ámbitos del Cosmos, o sucedería después: detonó la misteriosa chispa de la vida. Contra el caudal de la corriente entrópica del mundo de la materia y la energía, hasta entonces en un despeñadero que llevaba a la muerte definitiva, empezaron a crearse organismos, ordenaciones que buscaban una complejidad, que tendían a la formación de agregados moleculares que luego tomarían la forma de pequeñas cavidades envueltas en finísimas cubiertas de materia que se reproducían a sí mismos. ¡Organismos vivos habían aparecido en los desamparados piélagos que cubrían el planeta! Primero fueron los más elementales: unicelulares, protozoarios, bacterias. Después de millones de años de empeñosa evolución hicieron su aparición otros algo más complejos: esponjas, medusas, anémonas, medusas, para, a través de los vermes o gusanos que concentraron por primera vez en uno de los extremos de sus estructuras un grupo de células nerviosas que anunciaban la futura

"cabeza", llegar a los moluscos y peces. Luego, los insectos y los batracios saltaron a los continentes, en los que el reino vegetal extendía ya sus dominios, y dieron, con la ayuda del sol y el oxígeno del aire, nuevos ímpetus a las mutaciones que buscaban la creación de organismos cada vez más complejos. Reptiles se agigantaban en saurios; las aves remontaban el vuelo y, aparecidos los mamíferos con sus esqueletos flexibles y su torrente sanguíneo caliente, hace sólo un modesto millón y medio de años, se erguía sobre sus pies el Hombre.

El Progreso y la Vida.

Y todo este portentoso acontecer se realizaba bregando contra la corriente del mundo físico, y a pesar de desenvolverse a favor del sentido de la flecha del tiempo, organizaba, levantaba diferencias, creaba estructuras y ordenaciones cada vez más disimétricas; oponía al rasero de la entropía, la neg-entropía: hacía nacer sobre la tierra el progreso.

Mas no se detuvo allí; en el último peldaño de este ascender de la vida, había aparecido una especie en cuya bóveda craneana ardía otra chispa, tanto más arcana que la propia vida: la inteligencia. Y este nuevo arder inició una remozada lucha: la utilización y organización de los elementos materiales que el medio ponía a su alcance para su propio beneficio y desarrollo. Así empezó el ser inteligente a modificar, a construir, a combinar, a organizar. Sus prodigiosas manos, dirigidas por la inteligencia, cambiaban, ajustaban, creaban, manufacturaban cosas nuevas, cosas humanas.

Luego, ya lo vimos, las herramientas y las máquinas, las casas y los caminos y la energía encauzada y aprisionada y esclavizada para servir.

Es que en el proceso del devenir evolutivo el ser vivo había mostrado una clara capacidad para aprender, o sea para utilizar su experiencia del pasado y traspasarla a sus hijos, para enfrentar las contingencias del futuro. El nuevo individuo no se atenía, sin embargo, a repetir lo que su padre había realizado, ni actuaba cual autómatas que cumple un plan rigurosamente pre calculado. El individuo era capaz de cambiar su conducta y, por propia decisión, modificar su actitud, su táctica, su modo de actuar frente al medio; y cada vez lo hacía con más eficacia.

El ser vivo, y muy por sobre él el ser vivo inteligente, mostraba una creciente y asombrosa aptitud para alcanzar fines anti entrópicos, tal vez circunstanciales y constreñidos a determinados límites de tiempo y espacio, pero, dentro de su realidad, innegablemente auténticos.

Y al suponer, con la lógica más elemental, la existencia de vida y vida inteligente en otras partes del Universo, se descubre una alentadora acción de progreso, de creación, de ordenación, de frenaje en el ritmo de desorden y de disminución de la entropía que tal vez esté ya, o lo estará en millones de años más, cambiando la fisonomía del Universo. Desde nuestro minúsculo planeta, parte insignificante de un sistema solar que, física y volumétricamente, nada significa en una de las innumerables galaxias que pueblan el orto, no podemos apreciar lo que este curioso fenómeno significa; pero allá adentro, en las raíces de nuestra imaginación y fantasía, divisamos un posible y portentoso horizonte.

Un Mundo de Comunicaciones y Mensajes.

Es indudable que en este proceso de ordenación y creación, la actitud y, por sobre todo, la capacidad comunicativa del ser inteligente juega un papel fundamental.

Las comunicaciones, los mensajes nacidos del cerebro crean continuamente entropía negativa, aparentemente, hasta ahora, sin quitársela a ningún sistema físico. Es como una autogeneración que sólo consume, en su manifestación, energía que, al no ser utilizada por este misterioso transmisor de mensajes, seguiría en entrópico proceso de degradación.

Estoy en un terreno de suposiciones y debo ser cuidadoso. Indudablemente el proceso de pensar, de imaginar y crear nuevas combinaciones consume organización de la materia que, como combustible, usa el ser que piensa. Pero parece también indudable que el mensaje inteligente involucra y lleva en potencia una creación de ordenamiento y progreso de escala inmensamente superior. Dicho de otro modo, hay efectivamente a través de los mensajes que el hombre inteligente imparte, una efectiva creación de entropía negativa, o sea, de progreso. Además, y esta es una extraña característica que ya hice notar: la inteligencia al entregar al medio o a otra inteligencia su pensamiento, no lo pierde, lo entrega conservándolo.

No puedo eludir, sin embargo, un raciocinio de orden puramente filosófico que se hace presente a esta altura.

La libertad de acción, la autonomía de cada hombre para contribuir con su propia inteligencia e imaginación, con su capacidad y experiencia a la creación de fórmulas y concepciones siempre diversas y nuevas, resulta ser el verdadero motor del progreso. Hay que dar, pues, a cada habitante del planeta la posibilidad de vivir inteligentemente, de utilizar sus capacidades, para lo cual debe "aprender", debe emplear su memoria, debe vigorizar su poder creador, ejercitándolo.

Comunidad de Hormigas.

La concepción del hombre convertido en un número, o en una pieza de conducta meramente repetitiva en el conjunto social, es esencialmente contraria al progreso. Peligrosamente los propugnadores de la "eficiencia" de la sociedad moderna desearían que cada hombre se moviera en una órbita social fijada desde su nacimiento, y realizara una función para la cual estaría definitivamente marcado. Al constreñir al hombre así dentro de estrechas y prefijadas normas de conducta, al atenerlo a un trabajo repetitivo y sin oportunidad de propia creación, se contradice la razón de ser de la inteligencia y se asimila a la sociedad humana a la inflexible y estagnada sociedad de las hormigas.

Y, como ha expresado el tantas veces citado Norbert Wiener, "la comunidad humana es mucho más útil que una comunidad de hormigas; y si el hombre es contenido y obligado a realizar las mismas funciones una y otra vez, no será por último ni una buena hormiga ni mucho menos un buen hombre. Aquellos que pretenden organizarnos de acuerdo con funciones individuales permanentes y con mantenidas restricciones, condenarían a la raza humana a avanzar mucho menos que "a medio vapor". Ellos festinarían casi todas las posibilidades del hombre y al limitar los recursos a través de los cuales podemos adaptarnos a las verdaderas contingencias, reducirían nuestras posibilidades de una razonablemente larga existencia sobre la tierra"⁴¹.

No cabe en este ensayo analizar las curiosas consideraciones planteadas en relación con esta tan manida comparación de los hombres con las hormigas; pero una

⁴¹ "The Human Use of Human Beings". Norbert Wiener.

esquemática y sencilla referencia a algunas de ellas y un análisis crítico, aunque sólo sea elemental, puede resultar de utilidad y ayudarme a orientar mejor al lector en los caminos que, juntos, andamos recorriendo.

Diversos hombres de ciencia y escritores han pretendido señalar una semejanza entre la especie humana, las hormigas, los comejenes (termitas) y otros insectos.

Usando mucha imaginación y tal vez pretendiendo abordar el tema en forma un poco metafórica, diversos autores han hecho estas comparaciones en desmedro del hombre y atribuyendo a esas especies, de alta tendencia social, condiciones y características que la ciencia no ha comprobado.

Las Hormigas y los Hombres.

Escritores no científicos, como Maeterlinck, en su libro "La Vida de las Hormigas", y especialmente en esa obra de gran belleza "La Hormiga Blanca", analizan la inteligencia de los insectos y llegan a conclusiones denigrantes para el hombre. Pero lo curioso es que para probar la capacidad intelectual de nuestro contrincante, señalan, por ejemplo, que éste ha encontrado la manera de digerir la madera y de disolver el cemento y que, además, es capaz de crear ciudadanos estériles o simplemente dedicados a poner huevos o a realizar tales o cuales funciones. Es decir, se refieren precisamente a características que, a mi entender, no son muestra de inteligencia. No diría yo, por ejemplo, que el hombre es inteligente porque su billis es capaz de disolver las grasas o porque sus ojos son capaces de segregar un compuesto como la púrpura visual para ver mejor en la noche. Se trata aquí de capacidades fisiológicas que nada tienen que ver con la fuerza del cerebro pensante. Respecto a los distintos tipos de individuos que ellos son capaces de producir, a mi entender, demuestran tanta inteligencia como el que el hombre sea apto para procrear niños con ojos azules o negros, de pelo rubio o castaño, altos o bajos.

Aun se ha llegado a sugerir que las hormigas pudieran un día reemplazar a nuestra especie en su trono de reina de la tierra. Basándose en una hipotética protección de la quitina, formadora importante del caparazón de los insectos, contra los rayos cósmicos, se ha supuesto una posible desaparición del hombre y un desarrollo portentoso, como el suyo, de las hormigas, debido a un aumento en la llegada de esas microondas.

Sin duda que todas estas lucubraciones son muy atractivas y dado el avance de los conocimientos del hombre es permitido imaginar todo y estimarlo como posible. Pero ateniéndonos a lo que realmente sabemos, si bien la comparación de hombres y hormigas puede ser útil e ilustrativa, la verdad es que el parentesco de ambas especies no tiene sino una apariencia externa y las conclusiones o moralejas obtenidas de las comparaciones han sido falsas y la analogía empleada en forma engañosa.

Una serie de consideraciones científicas fundamentales marcan una diferencia insalvable entre los insectos sociales y el hombre social. Esta afirmación me propongo aclararla, aunque sólo sea tratando el asunto superficialmente, pues de ello saldrán algunas conclusiones útiles en el estudio del futuro del hombre en este esfuerzo para crear progreso, ayudado hoy poderosamente por nuestra amiga cibernética.

En primer lugar, el paso de mamífero corriente a mamífero humano ha ocurrido una sola vez en la historia de los seres vivos. En cambio, la transición de insectos no sociales a sociales ha tenido constantes idas y vueltas. Según W. M. Wheeler, gran autoridad en la biología de estos animales, en la evolución de cinco órdenes distintas de estos insectos se ha llegado a algún grado de vida social nada menos que 24 veces; lo cual parece señalar que la evolución hacia la sociabilidad en el hombre es de un carácter más definitivo y permanente. Si a lo anterior se agrega que las especies de insectos sociales pueden apreciarse en más o menos 10.000, entre las cuales 3.500 son hormigas, mientras en el hombre existe una sola, es fácil comprobar una muy notoria diferencia de acción de la vida en ambos casos.

Pero hay algo todavía más interesante: se ha establecido que las hormigas y otros tipos de insectos sociales son de la época del oligoceno, es decir tienen más de 30 millones de años de existencia. Los ejemplares encontrados en el ámbar del Mar Báltico lo prueban sin discusión. Empero, como dice literalmente Wheeler, "el estudio de las hormigas atrapadas en esa resina de tiempos remotos ha demostrado de un modo concluyente que ellas no han sufrido ninguna modificación estructural importante desde entonces y que, en dicha época, estaban ya diferenciadas en sus diversas castas ... que ya cuidaban los pulgones de las plantas, que hospedaban ciertos escarabajos en sus nidos y que llevaban ácaros parásitos agarrados a sus

patas en la misma posición regular que se observa en las actuales especies vivientes". El hombre, en cambio, con un trayecto evolutivo mucho más corto, no mayor de un millón y medio de años, ha sufrido permanentes y constantes modificaciones tanto en su apariencia física como en la forma como se ha adaptado al trabajo en sociedad, modificaciones que no estaban predeterminadas por una estructura ingénita, sino que han sido el resultado de un aprendizaje y de un progreso.

Si se considera que la forma adulta de la hormiga (imago) aparece en escena completamente desarrollada y no requiere ninguna educación para cumplir con todos los deberes que biológicamente le corresponden y, además, que la división del trabajo en una sociedad de insectos está previamente determinada por la estructura del cuerpo y del cerebro, o sea, que los distintos ejemplares nacen para pertenecer a una de las castas de la cual no pueden salir, tenemos una diferencia con el ser humano que mueve a reflexión. Las hormigas vienen a la vida cumpliendo con la imagen que Aldous Huxley sugiriera en su tan conocido "Mundo Feliz". Sin necesidad de pasar por la Sala de Predestinación Social, pero ya definitivamente y sin remedio predestinadas a ejercer "ciertas" actividades y no otras, a moverse entre "ciertos" límites y a no ser más que "cierta" cantidad de inteligentes, las hormigas nacen a la vida como productos terminados de una fábrica.

"La mayor parte de la división del trabajo -ha escrito Julián Huxley- está previamente determinada por la estructura del cuerpo y del cerebro. Por lo general, las diferentes castas ofrecen un tipo estructural distinto". Y esto confirma la postulación de la cibernética, que considera que la estructura de una máquina o de un organismo es un índice de los resultados que pueden esperarse de ella; si la estructura se mantiene invariable, las posibilidades potenciales de resultados deben mantenerse también. Pero, afortunadamente, el hombre no nace marcado de este modo y nada, fuera de sus propias y flexibles capacidades y de las ayudas o dificultades que encuentre en el medio, le impide progresar y subir en la escala de los valores humanos.

Resulta interesante estudiar si existen realmente razones para que se mantenga esta diferencia de posibilidades de estos dos grupos de seres vivos tan comúnmente puestos uno frente al otro. Desde luego, las hormigas, como todos los insectos y los

crustáceos, nacen encerrada dentro de un caparazón cuyo tamaño no puede variar, o varía sólo muy de cuando en cuando. El hombre, en cambio, amarra su organismo no a una estructura externa limitativa como una camisa de fuerza, sino a una estructura ósea interna eminentemente flexible, plástica, podríamos decir. Y esta diferencia de plasticidad es la que constriñe en un caso y liberta en otro el desarrollo de la especie y de sus individuos.

La plasticidad casi ilimitada del hombre lleva "su" materia viva a diferentes y nuevos niveles y logra cada vez más amplia adaptación al medio, manteniendo la unidad de la especie. La rigidez de la estructura del insecto propende, en cambio, a que, ante diferentes contingencias del medio, adquieran características morfológicas distintas y definitivas. De allí el enorme número de especies que proliferan en los distintos parajes del globo y su limitación en el progreso.

Entre las múltiples teorías que se han planteado para explicar esta curiosa permanente diferencia entre los distintos miembros de una colonia de hormigas, comejenes o termitas, he leído una que, por su originalidad, le resultará de interés al lector.

El autor, cuyo nombre no recuerdo, plantea la posibilidad de que toda la colonia sea un solo individuo y que, por consiguiente, la conducta de los distintos tipos de individuos corresponda en su integridad a la de un órgano. Las reinas y machos constituirían el aparato genital; cierto tipo de obreras que comen y degluten su alimento, representarían en conjunto el aparato digestivo, y así cada uno de los grupos. Agrega el autor que si se les extirpa ciertos órganos vitales, como el reproductivo, al matar a la reina y a los pocos machos existentes, la colonia muere.

"Desde el momento que los éxitos de las distintas especies dependen casi enteramente de una estructura ya existente, sea la estructura visible de herramientas corporales o de la estructura nerviosa, oculta, pero no menos real, que es la base del instinto, sólo se pueden adaptar a grandes cambios en el ambiente o en el modo de vivir mediante alteraciones en su construcción heredada. Dicho de otro modo, para adaptarse tienen que contar con mutaciones en su constitución hereditaria, la cual, naturalmente, por no haber nuevas mutaciones, queda fija y estable. Así, mientras en el hombre cada nuevo modo de vida requiere

solamente nuevas costumbres y tradiciones que florecen en el antiguo plasma germinal, el insecto exige una nueva especie, con plasma germinal cambiado".

"Los insectos sociales, por consiguiente, exploran el mundo como un grupo de especies distintas, de unidades biológicas que no pueden combinarse; el hombre lo hace como una unidad biológica única, cuya separación en grupos de menor importancia es, en gran parte, transitoria y evitable"⁴².

Si a lo anterior se agrega que el hombre no tiene herramientas en sus propios miembros y no necesita esperar su aparición o perfeccionamiento, sino las "crea" utilizando y transformando los elementos existentes en la naturaleza, resulta una ilimitada posibilidad de progreso en el tiempo y en el espacio que no tienen las especies con las cuales se le compara.

Finalmente, es preciso agregar a la ductilidad morfológica y biológica de la especie humana, su extraordinaria capacidad para emitir y captar mensajes, su capacidad para intercambiar experiencias, para aprender, no sólo a través de su propia conducta y sus resultados, sino a través de las de sus congéneres de ayer y de hoy. Ello le permite sufrir y sobrellevar cambios tan rápidos y profundos que explican el que, aun cuando un hombre de la Edad Media metido en su armadura de acero y alumbrado por una antorcha de aceite de oso tenga muy pocas, insignificantes diferencias somáticas con un astronauta de hoy, su posición mental, sus posibilidades de acción, sus elementos de vida y el ambiente en que se mueve, sean tan tremendamente diferentes, que aparecen separados, a la escala del tiempo biológico, no por los pocos siglos que nos distancian de aquella época, sino por muchos millones de años. La vida inteligente ha creado a su alrededor y sigue creando una tal cantidad de ordenación y progreso material, un tal enorme cúmulo de neg-entropía que no podemos ya dejar de considerar esta acción como un fenómeno cósmico.

⁴² Julián Huxley. Las hormigas.

Capítulo 11

Mañana

*"Para estar presente hay que ser
contemporáneo del futuro".*

LOUIS PAUWELS

Un Horizonte Erizado de Interrogantes.

En los Capítulos anteriores he tratado de bosquejar con trazos algo desordenados y sólo a vuelo de pájaro, algunos retazos del momento crucial que estamos viviendo y que, a mi modo de ver, es, en gran manera, la consecuencia del vertiginoso encumbramiento de la ciencia y la técnica de nuestros días. En estos esbozos se destacan, con clara prioridad, ciertos aspectos del cambiante panorama.

En primer término, creo poder afirmar que vivimos un momento de crisis; es decir, la trayectoria de nuestra civilización pasa por un punto de cambio; además, la velocidad de estas mudanzas, con ser asombrosa, muestra una permanente y creciente aceleración. Y las alteraciones e innovaciones nos sorprenden en todos los campos y en todas las direcciones. El mañana tendrá otros horizontes y otras perspectivas; el hombre está creando un mundo nuevo: otro mundo, un mundo cuyas características él mismo desconoce y hacia el cual camina, un poco a ciegas, empujado por su innato afán de progreso y de aventura.

Pero mi curiosidad siempre inquieta, acicateada por los asombrosos acontecimientos acaecidos ante mis propios ojos y a través de mi propia vida en los últimos treinta años, me urge para que trate de imaginar, aunque todavía sobre precarias bases, cómo será ese mañana fantástico.

Desde luego, algunos hechos fundamentales y señeros orientan el juego de mi fantasía y me permiten bosquejar una imagen relativamente probable de esos días que vivirán mis hijos.

En primer lugar, señalaré un hecho aún no mencionado en el curso de este ensayo, pero cuya influencia en su campo será decisiva. Me refiero a lo que se ha dado en llamar la "explosión humana"; la irrupción sobre la superficie del planeta de una

inmensa muchedumbre en un amenazante proceso de proliferación y ansiosa de una vida mejor.

A continuación analizaré algunas de las proyecciones de la exuberante creación de máquinas, dispositivos automáticos, servomecanismos y otros mil ingenios a los cuales nuestra civilización les ha dado la habilidad para producir, sin la intervención de esa muchedumbre a la cual acabo de referirme, todo lo que ella necesita para su subsistencia y comodidad, para su producción y desarrollo.

Después comentaré nuevamente las consecuencias de la fabricación de artilugios mecánicos en el campo intelectual, la aparición de las máquinas capaces de ayudarnos en la humana y compleja tarea de ser inteligentes y pensar.

Y deberé referirme a las posibles consecuencias de un mundo orientado por el avance tecnológico y por la consecuente necesidad de planificar la vida, las costumbres y, lo que encierra un verdadero peligro, aun el pensamiento y las inquietudes espirituales.

Y también agregaré, porque resulta indispensable en este resumen de hechos señeros, otro comentario sobre las derivaciones que en el porvenir de nuestra especie tendrá el perfeccionamiento de nuestra vida fisiológica. Me referiré a los éxitos alcanzados en el aumento de la duración de la vida en plena capacidad fisiológica e intelectual. Y deberé asomarme también, aunque muy discretamente, a las ventanas de los laboratorios y centros de investigación en los cuales se persigue el alucinante propósito de acrecentar también la capacidad intelectual del hombre.

Y al final de estas recapitulaciones, tendré que hablar de las nuevas conquistas del espacio, de las realizaciones en el campo de la astronáutica, que permitirán a los habitantes de nuestro pequeño planeta abandonarlo para conocer otros mundos y, tal vez, para vivir en ellos.

Ahora bien, para comentar todos estos hechos preñados de sucesos, y para proyectarlos en el futuro, cumple que me sea dado soñar, porque se hace aquí más valedera y oportuna la afirmación del creador de la cibernética: "Los sueños de hoy engendrarán las realidades de mañana".

La Explosión Humana.

"No es la explosión de la Bomba Atómica la que amenaza destruir al hombre y- su cultura; es la explosión de su propia especie". Con estas sencillas palabras Norman Hilberry, Director de los Laboratorios de Argonne, ponía ante los ojos de un grupo de chilenos que lo visitábamos el gravísimo problema de la superpoblación del planeta.

Hombre de ciencia de gran prestigio, investigador y filósofo, ha ido desplazando su acción desde el campo de la física hacia el estudio del hombre, y le preocupa principalmente el que los varios miles de millones de nuevos habitantes que tendrá la tierra en un futuro próximo, pondrán a la civilización frente a una trágica encrucijada. Tal vez nuestra sociedad pueda darle a los nuevos pobladores de la tierra todos los alimentos o elementos materiales de subsistencia con ayuda de los notables avances de la ciencia y de la técnica⁴³; pero no se divisa cómo podrá proporcionar a las masas, que se desbordarán por mares y continentes, la debida calidad cultural y espiritual; y ni siquiera una mínima educación.

Si hoy no podemos educar debidamente a los 3.000 millones de habitantes que el planeta alberga y somos absolutamente incapaces de hacerlos aptos para pensar, en el más sencillo sentido del vocablo; si cada día más nuestras juventudes, y las muchedumbres en general, están perdiendo la costumbre, la necesidad, y por tanto el talento para usar libremente sus inteligencias; si la carencia de conceptos claros de lo que es la educación y la falta de oportunidad para que los educandos resuelvan por sí mismos los problemas de la vida diaria los están convirtiendo en androides u hormigas o partes pasivas de la sociedad; si las asombrosas tareas cumplidas por las máquinas se realizan ya, en gran parte, en zonas reservadas hasta ayer a la inteligencia y con ello se está constriñendo, aún más, el uso del pensamiento a una pequeña casta de hombres de ciencia y técnicos que manejan la gran maquinaria, ¿qué sucederá mañana? ¿Qué sucederá el año 2000, cuando en lugar de los 3.000 millones sean 6, 7 u 8 mil millones los hombres que pueblen la tierra y casi todos ellos no hayan tenido oportunidad para adquirir alguna categoría intelectual, cultural o simplemente de educación?

⁴³ Las perspectivas a este respecto no parecen tan tranquilizadoras. Una última publicación de la FAO advierte que los países del Asia y el Lejano Oriente, donde vive la mitad de la Humanidad, enfrentan, el grave peligro de grandes hambrunas e inanición durante los próximos cuarenta años.

Desde luego, y es muy importante señalarlo, porque parece ser una ley biológica, son los grandes conjuntos las que están creciendo más rápidamente, son los grupos de menos cultura y educación, los de nivel intelectual y espiritual más reducido y los de más precarias condiciones de vida, los que se están multiplicando con mayor rapidez.

Por ello, las grandes avalanchas vendrán del África, de la India y del Asia, de las zonas paupérrimas de América Latina, y se encontrarán ante las consecuencias de la producción automatizada, frente a la aplicación, cada día en mayor escala, de los métodos cibernéticos que harán a las máquinas autosuficientes, capaces de trabajar sin la ayuda ni la intervención del hombre, atenuadas sólo a los programas que les hayan sido señalados. Surge entonces el tremendo interrogante: ¿Tendrá la Humanidad, mejor dicho, tendrán los habitantes de la Tierra, sus grupos de alto nivel cultural e intelectual, la capacidad, la audacia y la oportunidad para cambiar los sistemas actualmente en boga? ¿Serán capaces de crear una nueva mentalidad y una nueva estructura para la sociedad humana, de modo que ella pueda vivir en un sistema de justicia y mutuo respeto, en un sistema en el cual, si se aprovechan plenamente las conquistas de la ciencia y la técnica, los hombres no necesitarán trabajar para comer? ¿Lograrán convertir el ocio, tan injustamente menospreciado y mal definido, en una forma de acción de otro orden que fomente y cultive el desarrollo de las mil e in-imaginadas capacidades intelectuales, morales y espirituales que el hombre tiene en potencia?

Las consecuencias de esta explosión de nuestra especie, de su acelerado crecimiento, están siendo estudiadas con gran aprehensión en todos los centros del mundo en que se piensa. Fuera de las informaciones que he logrado obtener a través de variadas lecturas, tuve la oportunidad, en la reciente Conferencia Industrial Internacional, realizada en San Francisco de California, a fines de 1961, a la cual asistieron representantes de las más grandes empresas de 54 países, de tomar parte en las apasionantes discusiones y en los exhaustivos análisis que allí se realizaron sobre este asunto. Pero, para obtener conclusiones de algún valor, es indispensable analizar en forma lógica y sin apasionamiento algunos aspectos fundamentales del problema.

Ya lo expresé: la población actual de la tierra puede apreciarse en algo más de 3.000 millones de hombres⁴⁴. Según estudios de aparente solvencia, al nacimiento de Cristo ese total alcanzaba aproximadamente a 250 millones de creaturas; en 1650, la cifra había subido a 500 millones y, cien años después, en 1750, a 695 millones. En 1850 sobrepasaba los mil millones y al principio de nuestro siglo había alcanzado a 1.500 millones. Pero durante los últimos 60 años la población se ha más que duplicado⁴⁵. Y el crecimiento sigue a un ritmo medio anual de más o menos 2.5%, con lo cual el año 2000, es decir, en sólo 37 años más, salvo cambios imprevistos, la población del planeta puede alcanzar a 6, 7 u 8 mil millones⁴⁶.

De este total se calcula que un 57%, corresponderá a Asia, 11 % a Europa, 10% a América Latina, 9% al África, 6.4% a la Unión Soviética, 6% a América del Norte y 0,6% a Oceanía⁴⁷.

Las cifras muestran que los porcentajes de crecimiento son relativamente bajos en los países de más alto nivel cultural, en los países en que la educación se distribuye más densamente y en los que, por consiguiente, el hombre y su núcleo básico fundamental, la familia, son más fuertes culturalmente hablando. En cambio, en los pueblos analfabetos del África, en los conglomerados autóctonos de América del Sur, en los grupos tristemente paupérrimos de Asia, en el fondo de la China hambrienta y desconocida, es donde la germinación de la familia humana es más generosa.

Ahora, dentro de los propios continentes, las cifras son aún más decidoras. En el África, por ejemplo, los centros más alejados de la civilización, los que nada producen, los que nada saben de nuestra cultura, son los que crecen a un ritmo galopante, mientras las ciudades más desarrolladas muestran índices de aumento más modesto.

Esta situación plantea dos exigencias: la primera, perentoria e ineludible, si es que el ritmo de crecimiento se ha de mantener como hasta ahora: levantar a escape el nivel de vida de estos grupos menos civilizados, lo cual no sólo requiere la inversión

⁴⁴ El último y reciente cálculo estima en 3.060 millones la población del globo a fines del año 1962 (Naciones Unidas).

⁴⁵ Population Pressures and the Consumption Explosion. Dr. S. Chandrasekhar.

⁴⁶ Sin considerar el fundamental aumento en el lapso de la vida media del hombre adulto que se anuncia ya como una próxima realidad, a la cual me refiero más adelante.

⁴⁷ Population and Consumption, J. S. Condliffe.

acelerada de ingentes sumas de dinero, sino que, además, y esto es mucho más grave, la presencia de millares de técnicos que han de provenir, en su mayor parte, de los países más calificados. Pero, por desgracia, según las actuales realidades, parece que no existe la posibilidad de proporcionar tales ayudas; los técnicos faltan aún en los propios centros de más alto nivel. He leído que China Comunista sola, para dar a su numeroso pueblo un mediano nivel de alimentación y abrigo, requeriría la ayuda de unos 500.000 técnicos de diversas especies. Las Repúblicas Soviéticas, deseosas de ayudar a su aliado, no estarían en condiciones de entregarle más de 7 a 8 mil y la propia China podría producir en sus Universidades y Politécnicos sólo de 3 a 4 mil.

Por otra parte, fuera de esta modificación sustancial y urgente de los niveles de vida material, se hace también perentoria la exigencia de mejorar los medios de difusión de la cultura o, por lo menos, de la educación básica elemental sin cuya ayuda esos nuevos conglomerados, siempre crecientes, quedarán alejados miles de años de nuestra civilización.

Pero aquí debemos romper un círculo vicioso: sin un mínimo de bienestar material estable, sin un techo y cuatro paredes dentro de las cuales pueda cobijarse una familia, no hay ninguna posibilidad de pensar en una efectiva educación de sus miembros. No podemos soñar con proporcionar métodos de educación eficiente e incorporar a las grandes masas a la civilización y al mundo del espíritu y del intelecto, sin antes darles una condición mínima de vida. Pero cumple realizarlo, pues de otro modo la proporción de sub-hombres que existirá en el planeta para el fin de este siglo será aterradora y todo lo conseguido se verá en peligro de ser destruido por nuestra propia especie.

Repito: tal vez las máquinas usadas con un criterio revolucionario totalmente distinto del actual, podrían subvenir a todas las necesidades materiales de esa tremenda población del globo; pero, igual que el Profesor Hilberry, yo no veo cómo podría difundirse en estas grandes masas la educación, la elevación del nivel cultural, la capacidad de pensar inteligentemente. Y para justificar mi temor basta recordar que este gravísimo problema no ha sido resuelto ni en sus etapas más elementales para gran parte de la actual población de la tierra. Entonces para el fin del siglo, cuando más de 7.000 millones de hombres se estén extendiendo como

marejadas de termites por todos los caminos, y 4.000 millones por lo menos sean ignorantes, de inteligencias poco desarrolladas, y sin ninguna experiencia ni bases para cooperar en la marcha de la especie hacia una meta de mejoramiento espiritual, ¿qué sucederá?

En la Conferencia de San Francisco, a que he hecho referencia, escuché algunas exposiciones y planteamientos de extraordinario interés. Desde luego, me impresionaron profundamente las expresiones angustiadas, pero muy inteligentes y doctas, de los representantes de la India, de las Filipinas, de la propia África negra, que, sin ambages, abordaban la realidad de sus propios países a través de lo que a su entender debería constituir la primera medida: la reducción y reglamentación de los nacimientos.

Como estos planteamientos encierran profundas implicaciones y amarras filosóficas y religiosas y, por consiguiente, además de ser complejos y difíciles se alejan del plan de este ensayo, me limitaré sólo a mencionarlos. No es mi propósito, pues, discutir la fórmula para salvar la encrucijada; pero no puedo abstenerme de señalar el hecho; él está ahí gigante, amenazador, lleno de consecuencias. Los demás factores que analizaré a continuación pueden ejercer poderosa influencia sobre él; pero ellos, a su vez, se verán seriamente afectados por la tremenda realidad de esta "explosión" que nos amaga y que debemos conjurar sin demora.

Es verdad, se están buscando soluciones para enfrentar el pavoroso problema; pero ellas caminan muy lentamente porque nuevas complicaciones se hacen presentes cada día. Una, entre mil, me servirá de ejemplo para mostrar cómo aún los trabajos que se realizan para salvar un obstáculo de hoy llevan en germen nuevos estorbos para mañana. La concentración de masas asalariadas en los núcleos urbanos es una buena muestra: los cambios acaecidos en los trabajos del campo y el aumento de actividad de las ciudades están atrayendo hacia ellas grandes grupos de campesinos que se suman al crecimiento de la propia población urbana y a los cuales hay que dar alojamiento. Vemos entonces en las grandes ciudades aparecer colmenas verticales en cuyas celdas, estrechas y confinadas, se apretujan las familias, sin horizonte, sin árboles ni flores, promiscuadas y llenas de limitaciones y de pequeñas angustias. Sí, es cierto, los televisores, refrigeradores, máquinas grabadoras y otros implementos dan la impresión de lo moderno y de ayudas para vivir mejor..., pero,

en realidad, apenas para subsistir. Y el aire de estos conjuntos, como dijo el periodista francés, se está pudriendo y se hace cada día más irrespirable; y las instalaciones de agua potable, de alcantarillado, electricidad y gas resultan cada vez más dificultosas y crean alrededor de estas jaulas verdaderas mallas de cañerías y de alambres, cuya influencia sobre la vida del hombre desconocemos. Y todo el rebaño debe desplazarse diariamente hacia y desde sus centros de trabajo, succionado o impelido como anchoas en una cañería a presión, a través de túneles subterráneos que se cruzan bajo las calles de las ciudades.

Y todo este apurado y apretado vivir, todo este régimen de hombres-hormigas metidos en cubículos, constriñe no sólo los cuerpos, sino que ahoga también el alma y la imaginación y aplasta la personalidad, los anhelos del espíritu y del intelecto y aun las elementales capacidades biológicas.

El Otro Peligro.

Frente a estas crudas realidades y al portentoso desarrollo que, paradójicamente, experimentan los elementos tecnológicos, emerge gigante y amenazante el que he llamado "el otro peligro", seguramente el más aterrador: la posible transformación del hombre en un tornillo, en una parte pasiva de la gran maquinaria, con el alma y el corazón disminuidos por el inflexible rasero de la organización automatizada.

Es seguramente inspirados en estos cuadros de vida sumergida, que los escritores de alta envergadura y gran imaginación que han pretendido representar la existencia del hombre del futuro, ha terminado pintando, tal vez, sin proponérselo, un mundo angustioso y deshumanizado.

Se trate de Aldous Huxley en su "Mundo Feliz" estratificado y con olor a laboratorio, se trate del magnífico Ray Bradbury en "Crónicas Marcianas" o en sus sugerentes relatos henchidos de profecía, de la vida fuera de la tierra, o del agridulce George Orwell, en la penetrante, asfixiante y lacerante novela ensayo "1984", o de Kuhnnett, en su "Lágrimas de Dios", alimentado por una filosofía hondamente cristiana, todos, cuál más cuál menos, conciben una humanidad dominada por las máquinas y la técnica y que tiende a convertir a los terráqueos en una legión de termitas. Todos ellos, de uno u otro modo, forjan una organización apretada, dura, policial, en la que ha desaparecido la individualidad aplastada por un sistema de orientaciones

totalitarias, dueña del poder a través de fríos mecanismos automáticos. Los hombres aparecen convertidos en números, tornillos o piezas ajustadas dentro de un conjunto en el que no cabe sueño de libertad para el espíritu, ni respeto por la dignidad, ni signo de belleza o de amor; disminuidos, cazados bajo una escafandra social en que el estado, el partido o una organización, cuyos directores están siempre en la sombra, ordena, reglamenta, inhibe y mantiene el convoy dentro de sus rieles de acero.

Primero surgen las disciplinas y las normas urbanas y policiales; después el manejo de los sistemas de producción y distribución en busca de un rendimiento cada día más elevado; la sujeción de la vida a disposiciones y técnicas pretendidamente científicas y, por ello, rigurosamente preconcebidas y programadas; y la pérdida gradual de las libertades para llegar al oscurecimiento de toda determinación política por la sombra del monopartido, siempre triunfante, que provee a sus miembros con las anteojeras de un sistema educacional deformado, y que termina por convertirlos en un conjunto de seres sin alas ni ansias de volar, fracciones numeradas de la gran máquina que se alimenta de hombres.

Es indudable que el progreso científico y el consecuente avance de la tecnología requerirán cada día una mayor coordinación y ordenación y, por lo tanto, de una planificación integral cíclica las tareas por realizar. Es evidente que la introducción, en escala aceleradamente creciente, de los sistemas y dispositivos cibernéticos en la producción y en la distribución, en las ciencias biológicas y en la medicina y en la higiene pública, en los procesos de investigación y en la educación de las grandes masas humanas que se extienden por el planeta, llevarán, ineluctablemente, a la erección de usinas y establecimientos gigantescos, proyectados bajo una normalización extremada y a la creación de centros de planificación y dirección cada día más estrictos y cada vez más automatizados. Es evidente que para dar alimento, abrigo, elementos de vida, servicios, habitación, diversión y educación a los miles de millones de hombres que están invadiendo nuestro mundo, se requerirá de la implantación de sistemas y programas integrados primeramente por zonas y más tarde por todas las naciones de la tierra, y de una "estandarización" de los sistemas empleados y de una programación de la vida de esta masa hirviente de

deseos y apetitos y, lo que entraña su mayor peligro, sin educación ni desarrollo espiritual para orientar su vida ni para comprender su razón de existir.

Es evidente entonces que en este avance hacia un mundo en el que debemos considerar, además de las necesidades materiales, las altas capacidades espirituales, deberán sortearse peligrosísimas encrucijadas si se desea salvar la cultura y la civilización que fincan su existencia en el espíritu y en la dignidad del hombre; pero para ello cumple que los dirigentes políticos, que los jefes de los estados y los directores de la actividad mundial sean guías, maestros, estadistas, pensadores; que no ambicionen el poder y el dinero para su propio beneficio, ni los seduzcan el halago o la adulación, ni los atraiga la acción de la fuerza.

La humanidad requiere, para ser dirigida, de hombres de alta talla, capaces de poner sus inteligencias y sus voluntades al servicio de la búsqueda de la felicidad de nuestra especie, a través de la justicia y del amor, sin otra compensación que el goce de la obra cumplida. Requiere de directores que empiecen por creer en la dignidad del hombre y en la grandeza de su destino.

Pero esto parece, frente al panorama que nos rodea, tan improbable que explica el escepticismo de los soñadores. No olvidemos, además, que en nuestros días hemos visto la obscurantista gestión de la Alemania nazi, respaldada por un pueblo romántico y de cultura milenaria, y hemos conocido después su inspiración demoníaca y la filosofía paranoica que la alimentaba; hemos visto a Stalin, supremo amo de Rusia y de un grupo de pueblos sojuzgados, falsificar la historia y alterar y tergiversar sus propias doctrinas y dogmas para justificar una acción de inspiración monstruosamente personalista y cruel. Y lo hemos visto aplastar el espíritu, la cultura, el arte, la dignidad y todo lo que de más significado tienen en la vida del hombre; y aun, como extremado refinamiento de absolutismo, hacer que los institutos científicos soviéticos inclinaran sus cervices y declararan "burgueses y capitalistas" los geniales planteamientos de Einstein, Planck y otros maestros que estaban haciendo posibles sus propios avances tecnológicos. Hemos presenciado y vivido el desarrollo de la increíble odisea que terminaría con la construcción de la bomba atómica y su utilización en Hiroshima y Nagasaki, en contra de la opinión y el esfuerzo de las más grandes figuras del pensamiento del propio país que la construyó; estamos asistiendo a la carrera armamentista más suicida que la

humanidad pudo nunca imaginar, creando engendros capaces de destruir, envenenar y degenerar a la especie humana, y sentimos, pendiente sobre nuestras cabezas, angustiándonos los días y las noches, la iniciación de una guerra universal que sólo dolor y desolación sembraría sobre el planeta. Y a diario nos imponemos de la realización de una serie de experiencias y pruebas atómicas que muchos hombres de ciencia creen que podrán afectar gravemente a nuestros hijos y a las generaciones por venir. Y si todo esto y mucho más lo hemos vivido en los últimos 30 años, y lo seguimos viviendo, ¿qué podemos esperar?

Y lo más incomprensible es que este mundo de locura y contradicción se hace posible porque los hombres que manejan los pueblos de la tierra no logran ponerse de acuerdo para imponer lo que todos aquellos que no están poseídos de una loca vesania anhelan desde el fondo de sus almas.

¿O cree Ud., lector amigo, que existe sobre la tierra una sola madre que si pudiera dar su honrada opinión, aun a costa de cualquier riesgo, dejaría de gritar ¡No! si le preguntaran si deben proseguirse las pruebas atómicas para fines de destrucción?

¿Qué hombre, solo, frente a su conciencia, desligado del temor o de la influencia del partido o de la policía que lo dirige o espía, dejaría de oponerse a todo lo que pueda significar el desencadenamiento de una guerra en que han de participar los suyos?

Y entonces, ¿por qué, si todos vivimos con la angustia de este mañana de destrucción; si las sombras de la guerra quiebran la luz de la aurora que están viendo nacer nuestros hijos; si nadie, nadie que esté en su sano juicio, desea ver nuevamente a los cuatro jinetes galopando por los campos de la tierra; por qué, si desde los gobernantes más encumbrados hasta el más modesto ciudadano, vivimos aterrorizados ante el peligro de ver desatarse una conflagración que sembraría por doquier miseria y dolor y que, además de terminar con nuestra civilización, dejaría, tal vez por siglos, las terribles secuelas de un ambiente envenenado por

las radiaciones atómicas; por qué, estando todos convencidos de que si dedicáramos a la paz los esfuerzos y los recursos y las vidas y las pasiones que hoy se emplean en mantener la hoguera de Moloch el mundo se transformaría en un vergel y sus habitantes serían más felices y millones de crasas y de jardines, de centros de investigación y de estudio, de universidades y de estadios, de instituciones destinadas al desarrollo y perfeccionamiento de las condiciones

espirituales del hombre y a alentar la alegría de vivir, podrían cubrir la tierra; por qué, entonces, los que gobiernan nuestro planeta no son capaces de entendernos? ¿Por qué estos gobernantes que, cuando se recogen a sus hogares, frente a sus hijos, piensan como nosotros, como los cientos hombres de la calle, cuando actúan políticamente no tienen la entereza o la capacidad o la inteligencia para imponer lo que todos anhelamos?

El peligro del progreso para la guerra o para el aherrojamiento del hombre hasta convertirlo en una termita con un número en el cerebro, sin luz ni amor; el peligro de un estado que supedita al hombre a su dominio y le queme las alas y le arranque la fe; el peligro del advenimiento de un mundo olvidado de Dios, de la bondad y de la justicia, levantan la gran amenaza y ensombrecen con su negra nube las luminosas posibilidades de mañana.

Sí, el mundo de la ciencia y del progreso debe ser organizado, pero cualquiera que sea la necesidad de programar el futuro, cualquiera que sea la urgencia de normalizar o sistematizar los elementos de producción y consumo, cualquiera que sea la necesidad de introducir en nuestra vida la mecanización y el automatismo, deberemos cuidar, por sobre toda otra consideración, la libertad del espíritu humano, la posibilidad de que podamos pensar sin cortapisas y de que tengamos conciencia del significado y la responsabilidad de nuestra propia vida, y de la de nuestros semejantes.

Los Esclavos Mecánicos.

El tema relacionado con la producción de todos aquellos artículos que el hombre exige hoy día para su diario subsistir, trasladarse, divertirse e informarse; el tema de la posible producción de esta asombrosa cantidad de productos de la tierra y de la industria, sin la intervención de quienes van a aprovecharlos, lo he tratado insistentemente desde hace muchos años y en diversas oportunidades.

En mi ensayo titulado "Al Encuentro del Hombre", publicado en Buenos Aires en 1954, en un párrafo del capítulo "El Futuro Inmediato del Hombre", dije:

"Muy pronto los medios para aumentar las cosechas estuvieron en trabajo: las creaciones de elementos sintéticos y de procedimientos adecuados aumentaron los stocks de materias primas, artículos de consumo y herramientas; la utilización de

nuevas fuentes de energía; el establecimiento de intransitados caminos de comunicación; la organización de prodigiosos y automáticos sistemas de producción: todo hizo cambiar el panorama de las posibilidades materiales del hombre.

"Durante siglos, el hambre y la peste habían desolado la tierra porque el hombre no tenía poder para destruirlas o prevenirlas. Hoy, es verdad, los jinetes del Apocalipsis siguen cabalgando por muchos parajes; pero ahora no es porque no pueda destruirseles, sino porque no se ha dedicado a ello la necesaria energía y porque no ha existido el leal deseo y la unánime buena fe para detenerlos.

"Un sistema económico y de trabajo que sirvió para el primordial desarrollo del sistema maquinista, enraizó errores y creó aterrados "principios" de falsa moral y equidad y, al convertir los medios en fines y las estadísticas en leyes inmutables, se falseó el desarrollo y el empleo de las capacidades adquiridas, y se retrasó la llegada de la "economía de la abundancia" a que nos referiremos más adelante.

"La producción industrial ha tenido su acicate en el lucro. No se ha tratado de producir para dar mayores satisfacciones o felicidad al mayor número de seres humanos, sino para obtener una utilidad o un beneficio para quienes controlaban los medios de producción.

"Miles de ejemplos nos muestran cómo el lucro ha sido, por siglos, la suprema razón de ser de la industria, del trabajo y la acción, llegando a justificar, en muchos casos, aun la destrucción de lo producido para mantener los "precios", índice de la buscada utilidad final del proceso productivo. Así, hemos visto arrojar a los ríos millones de litros de leche en California, quemar toneladas de café en las locomotoras brasileñas, devolver al mar cardúmenes de pescados en nuestros propios puertos, arrancar plantas de algodón en el Egipto, cuando en otros puntos de la tierra el hambre hincaba sus garras en rebaños humanos desnutridos y las caravanas de desocupados rebajaban la dignidad de la especie.

"No podemos desconocer, sin embargo, que este sistema hizo posibles los enormes progresos de la producción e impulsó a la ciencia. Pero al agigantar sus dominios creó, con su enorme poder de acción, una filosofía que prescinde de las fuerzas espirituales y finca su éxito en la anulación del hombre como ser individualmente

diferenciado, para convertirlo en un ente, en un engranaje, en un tornillo de su gran estructura.

"Y como consecuencia del sistema, a medida que las máquinas se hacían más hábiles, y más energía se conquistaba a la naturaleza, mas hombres, simples unidades de trabajo, resultaban innecesarios. Disminuía el poder comprador mientras la oferta aumentaba, y al cruzarse las trayectorias de ambas tendencias, se producían "crisis económicas" de sobreproducción.

"Sólo las guerras, las malditas avalanchas portadoras de destrucción y de miseria, fueron capaces de provocar, en el permanente contrapunto de nuestros días, nuevas necesidades de brazos trabajadores y libraron a las masas, que no eran convertidas en carne de cañón, de la falta de trabajo indispensable para su subsistencia".

Y después de algunas disquisiciones sobre la relativa verdad de la nobleza del trabajo obligatorio y esclavizante, agregué: "Pero contra lo que puede creerse, nuestro énfasis en este aparente vilipendio del trabajo tiene diferente mira.

"Insinuamos, páginas atrás, que los descubrimientos y progresos del hombre en los últimos cien años lo habían puesto en el camino de convertir la inveterada "economía de la escasez" en una "economía de la abundancia".

"¿Puede parecer temeraria una tal afirmación ante el desastroso panorama de pueblos paupérrimos y deshechos materialmente, como la India o la China, ante pueblos esclavos y desilusionados, como tanto europeo ceñido por la cortina de hierro! Puede parecer temerario decir que hemos entrado en una economía de abundancia, cuando aún existen pueblos de niveles primitivos en África, Oceanía y Sudamérica.

"Sin embargo, si aclaramos nuestro concepto, tal vez podamos justificarlo.

"Para ello queremos plantearnos este primer interrogante: "¿Ha dedicado nuestra civilización occidental, "líder" de la cultura contemporánea, todos sus esfuerzos y sus capacidades a abastecer las necesidades del hombre? ¿Han sido puestos todos sus medios técnicos, mecánicos, científicos y sociales al servicio de los seres humanos con la sola mira de darles lo que necesitan como condición mínima para aspirar a la alegría o a la felicidad? "A esta pregunta tenemos que contestar con un No rotundo. No sólo no se han dedicado todos los esfuerzos y capacidades a este

fin, sino, por el contrario, se ha mantenido un sistema que limita y reduce la acción, en la mayor parte del campo productivo, a la obtención de un logro que, no siempre coincide con el interés de la colectividad toda.

"¡Y como si esta actitud no fuera suficiente para culpar a nuestra civilización del mal uso de sus medios, podemos constatar, además, que ella ha enfermado de una enfermedad capaz de crear, en cambio, con cancerosa velocidad, todo aquello necesario para la destrucción y la muerte! Y miles de millones han sido invertidos, e inconmensurables esfuerzos y angustias han sido dedicados a producir elementos de destrucción y a entrenar a los hombres para fabricarlos y utilizarlos.

"Debemos estar poseídos de incurable vesania, o perdidos espiritualmente, cuando el entusiasmo, el sacrificio y la eficiencia que nos faltaron para aliviar los sufrimientos hemos sabido utilizarlos en la destrucción de hombres, mujeres, niños, obras de arte, acervos de ciencia, tradición y cultura.

"¡No alcanza nuestra imaginación a concebir todo lo que habría podido obtenerse para el bien de la Humanidad si toda la riqueza, el esfuerzo, el dolor, la energía y la ilusión, gastados en las monstruosas conflagraciones que nos agitan desde 1914, hubieran sido empleados generosamente y con amor!

"Toda la tierra, inclusive el Asia, América y África serían hoy magníficos vergeles donde cada hombre tendría su techo, su flor y su afecto. Los alambres de púas, y el olor a incendio y los escombros, y los cuerpos destrozados y sanguinolentos y la desesperanza de las gentes jóvenes obligadas a matar, y la desorientación de los espíritus, no ensuciarían con sus miasmas la atmósfera del planeta.

"¿Cuánto podríamos haber avanzado por el buen sendero? Si de los destartados aviones de 1914, que arrojaban por la borda pequeñas bombas de mano, hemos llegado a las superfortalezas a chorro dirigidas, en sus vuelos de destrucción desde remotos controles; si del absurdo Berta-42, hemos alcanzado a la bomba de hidrógeno, ¿qué no habríamos obtenido dedicados con el mismo entusiasmo a taladrar el cosmos con inmensos telescopios, o a penetrar en la materia para descubrirle sus misterios? ¿Si en lugar de sembrar el planeta de escuelas de soldados matadores, y de misteriosas fábricas de bombas atómicas y de campos de entrenamiento y de concentración, y tanques y municiones, hubiéramos aumentado

las bibliotecas, y los centros de estudio, y los laboratorios, y los auditorios, y las salas de arte, y los hospitales y campos de juego, y los jardines y los templos?

"Resulta imposible, no tenemos capacidad para soñar lo que sería nuestro mundo si pudiéramos cambiar el signo de lo obrado. ¡En vez de odio, amor; en vez de desconfianza, fe; en vez de cañones, manos extendidas; en vez de destrucción, creación!

"Pero si aun lo construido durante esta época de locura y destrucción, puede darnos una vaga impresión del mañana del hombre, si no insistimos en destruirnos y, las fuerzas del espíritu toman la señera posición que les corresponde".

Economía de la Abundancia.

"Volvamos al curso de nuestros razonamientos y analicemos la posición de la sociedad humana en esta encrucijada que, con todo, nos hemos atrevido a llamar de la "Economía de la Abundancia".

"Diversos estudiosos, hombres de la industria, economistas y profesores se han interesado por la investigación del problema. "Todos están de acuerdo en que, con el actual equipo de producción y distribución con que cuenta el mundo, podríamos disponer, si lo utilizáramos con miras a proporcionar lo que hace falta, de una cantidad de mercaderías, por lo menos diez veces mayor que la actual. Si los elementos disponibles se utilizaran con el empeño y la coordinación que las grandes naciones industriales pusieron durante la guerra pasada para entregar aviones, cañones antiaéreos, acorazados, ametralladoras, fusiles, bombas, municiones, tanques, medicamentos, equipos de transporte, embarcaciones, aviones y demás elementos para ganar la guerra, veríamos inundarse los países de toda clase de productos para vivir mejor.

"El aumento de eficiencia de la maquinaria automática, para obtener materias primas y artículos manufacturados y para entregar toda clase de elementos para vivir mejor, va mucho más allá de lo que nos imaginamos.

"Para orientar al lector, en este sentido, nos ayudaremos con algunas opiniones autorizadas de financistas, profesores o estudiosos norteamericanos, que han observado el curioso fenómeno de la ineficiencia de funcionamiento de la magnífica máquina industrial y productora de su país, a pesar de encontrarse éste en una

etapa que puede designarse, sin temor, como "economía de la abundancia", siempre que entendamos como tal "una condición económica en que la abundancia de bienes materiales, en una comunidad dada, puede ser producida para toda su población". (Condición jamás satisfecha en parte alguna hasta hace veinte años).

"Prestigiaremos nuestras citas encabezándolas con el nombre de Charles P. Steinmetz, gran investigador y maestro matemático que permitió, con la ayuda de sus ecuaciones de números imaginarios, agigantar el uso de la energía eléctrica por medio del mejoramiento de los equipos generadores y de las líneas de transmisión de altos voltajes.

"Anticipo un día -dice Steinmetz- de dos horas de trabajo, suficiente para un presupuesto familiar capaz de subvenir a las necesidades básicas y al confort de sus miembros".

"El ex Presidente de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, Ralph E. Flanders, es más contundente y expresivo cuando afirma:

"Todos los ingenieros saben que si pudiera ser elegido un ingeniero-dictador de las industrias, con amplias facultades de control en las materias primas, las máquinas y el trabajo calificado, pronto estaríamos en condiciones de inundar, sepultar y asfixiar a la población bajo una avalancha tal de artículos y servicios como jamás habría podido imaginar un creador de utopías en sus más fantásticos sueños".

"Fred Henderson, en su "Economic Consequences of Power Production", es aún más explícito cuando dice:

"Sin ningún aumento de nuestros conocimientos sobre la energía y los procesos técnicos, o de nuestro material aprovechable, podríamos multiplicar diez veces la producción, si se permitiera a las necesidades mundiales expresarse como demanda efectiva... No sería cuestión de un día de trabajo de ocho horas o de una semana de seis días, sino probablemente, de seis meses de trabajo al año, como es regla para los caballeros universitarios"

Buckminster Fuller, miembro del "Trust de Cerebros" de Roosevelt, afirmaba pintorescamente: "El hombre moderno, se ha calculado, es 630 veces más experto que Adán. Eliminando formas deficientes de trabajo, cuatro millones de norteamericanos, dedicando 52 días de siete horas al año (lo que representa una hora diaria), podrían satisfacer todas las necesidades requeridas básicas para vivir".

Y podría continuar las citas con apreciaciones que van aun mucho más lejos en su estimación de la posible eficiencia de los medios de producción de los Estados Unidos y del mundo moderno.

"Se habla de un aumento de 300 a 1.200 veces la producción actual; de reducción de la necesidad de la mano de obra a un 10 % de la actual; del perfeccionamiento de los artículos mismos producidos, ya sin tener en vista la necesidad de que se destruyan pronto, para que, debiendo ser reemplazados a corto plazo, mantengan la demanda.

Arthur Salter afirma: "Tenemos ahora, por primera vez en la historia humana, todos los recursos materiales y la capacidad necesaria para proveer a las exigencias del bienestar de toda la población del globo; para mantener, también, un número de personas varias veces más grande en un nivel de vida mucho más alto de lo que hasta hoy hemos conocido; y para suministrar, a todos, no sólo los bienes materiales, sino las comodidades y la oportunidad para desarrollar las facultades potenciales de su naturaleza y utilizar la herencia total en cuyo seno han nacido' ".

Pero todo esto y algo más lo escribí hace diez años. ¿Y qué ha sucedido desde entonces?

Pues que el súper-automatismo, el empleo de los servomecanismos y dispositivos de control y dirección en las máquinas de producción, han acrecentado su intervención y su eficiencia con un ritmo que no termina de asombrarnos.

Ya estamos hablando no sólo de las máquinas capaces de mejorarse a sí mismas, no sólo de los sistemas para controlar los programas de trabajo que su creador le ha señalado..., estamos pensando también en equipos capaces de mejorar automáticamente las calidades y características de los productos por ellos fabricados. Y con tan eficientes medios, mirando el asunto desde el punto de vista de las técnicas de producción, es evidente que los pequeños establecimientos industriales resultarán cada día más anacrónicos. El alto costo de instalación de las gigantescas usinas servo-mecánicas y su independencia y prescindencia cada día mayores de la mano y de la inteligencia del hombre, señalarán la conveniencia de instalar centrales fabriles ciclópeas alimentadas por sistemas de transporte autodirigidos y conectadas a través de redes de distribución electrónicas con los

centros de consumo. Y todo el extraordinario conjunto sujeto a una rigurosa programación hasta en sus menores detalles.

Así, pues, a fines de este siglo, es posible que caudales de artículos sean producidos por centrales automáticas, grandes como ciudades, para el uso y consumo de los terráqueos que tendrán derecho a recibirlos sólo por el hecho de haber nacido sobre el planeta.

Empero, aquietando la fantasía y ateniéndome sólo a lo va realizado, puedo afirmar, en forma categórica, que nuestra especie podría, si se lo propone, producir en un lapso muy breve a la escala de la historia humana, todo lo necesario para proporcionar a la sociedad terráquea el alimento, el abrigo, las habitaciones, los elementos de higiene y diversión y, en fin, todo lo que se requiere para una vida plena de una cualquiera población del globo. Y puedo agregar algo que es mucho más trascendental todavía: que este programa podría realizarse sin la intervención de esa gran masa de empleados, obreros y profesionales que constituyen hoy el 95% de nuestra humanidad trabajadora y que designamos con el nombre genérico de proletarios.

El Hombre Ocioso.

Es decir que, si se utilizan debidamente las capacidades y posibilidades que la ciencia y la técnica han entregado a las actuales generaciones, las masas quedarían, conforme al actual medio de expresión: ¡ociosas!, lo cual significaría que no tendrían, si se mantiene el sistema económico imperante, cómo percibir sueldos y salarios y no podrían, por consiguiente, comprar las avalanchas de productos que las máquinas y las organizaciones cibernéticas estarían entregando. Lo cual plantea, desde luego, una necesidad que acabo de sugerir de paso, cuyo enfrentamiento les parecerá a los faltos de imaginación y de audacia una cosa de locura: la desaparición del concepto mercantil, del concepto de que para tener derecho a los bienes de uso, es necesario haber recibido previamente medios de pago provenientes de otros trabajos. El "tú no trabajas, tú no comes", debería convertirse en un anacronismo del pasado.

Naturalmente que para poder imaginarnos el advenimiento de un cambio tan fundamental, es indispensable que nos quitemos las anteojeras y los vidrios

ahumados de los prejuicios y de la costumbre y miremos lejos, allá hacia el horizonte, por donde viene caminando un nuevo hombre, dueño y señor de todo el milagro de creaciones mecánicas de nuestros días y también de las asombrosas modificaciones morfológicas artificiales posibles de introducir en su organismo y, lo que es más importante, poseído de un amplio espíritu de justicia, de un auténtico anhelo de paz, de un copioso venero de amor.

Porque, de este prodigioso cambio, de este acrecentamiento de las disimetrías por acción del intelecto, de este creciente ritmo de prosperidad, es evidente que debe surgir un nuevo e inimaginable pero distinto mañana de la vida y de la actitud espiritual del hombre.

Sin embargo, a pesar del trastocamiento que hemos presenciado durante los últimos años de gran parte de las bases sobre las cuales se asentaba nuestra convivencia, a pesar de las asombrosas conquistas que la ciencia y la técnica realizan todos los días, el planteamiento de las posibles nuevas formas de vida que se aproximan y de las fundamentales alteraciones de las costumbres que vemos acercarse a gran velocidad, produce en nosotros un desconcierto emanado de que, desgraciadamente, las más importantes modificaciones en nuestro modo de vivir y comportarnos se han producido con una trágica prioridad del aspecto material.

Por mi parte, a pesar de este desequilibrio, tengo fe en que, en los centros intelectuales de alta jerarquía, está aflorando una mayor comprensión hacia la cultura, hacia la civilización espiritual y hacia la necesidad de una vida digna para toda la enorme masa humana que, por siglos, ha permanecido en los substratos de una sociedad cuyas ventajas y progresos eran accesibles sólo para un grupo reducido. Y esta fe se basa en dos poderosas razones: primera, en que, aun cuando todavía suelen aparecer en ciertos individuos, en ciertos gobernantes o en grupos, claras *El problema del futuro "hombre ocioso" es motivo de estudio y preocupación por parte de centros de investigación y estudio de diversas partes del mundo: "Cibernation, the silent conquest" publicado por el "Centro para el estudio de las instituciones democráticas" de Santa Bárbara, California, y "Les Sciences Sociales du Loisir", publicado por el Centro Nacional de Investigaciones Sociológicas de Francia, en el cual se incluye una completa Bibliografía sobre el tema, son buena prueba de reminiscencias de la época cavernaria, la Humanidad, en sus altos planos

espirituales, no acepta ya procedimientos que, hace sólo dos mil años, eran de uso corriente en civilizaciones tan encumbradas como la de los griegos o la de los romanos. Un gobernante podrá hoy construir campos de concentración y encerrar en él a niños y ancianos; un grupo de hombres podrá fusilar a mansalva a otros, sin sumario; o un ser podrá cometer cualquier tipo de atroz crueldad o injusticia; pero esas prácticas ya no las aceptan los hombres que libremente pueden expresarse; y quienes las practican, si no son degenerados o enfermos, saben que están procediendo mal. Existe ya un indiscutible perfeccionamiento de las normas éticas, de moral y de justicia; un claro mejoramiento del sentido de equidad que da a todo ser humano el derecho de obtener, primero, el respeto a su dignidad de hombre y, en seguida, el nivel de vida que las conquistas materiales permiten y que la condición de miembro de nuestra sociedad exige.

Pero hay una segunda razón para mi optimismo: el afloramiento de las nuevas normas de convivencia se producirá no sólo por este cambio en la actitud filosófica de los individuos frente a la vida, sino también urgido por las poderosas consecuencias del milagroso aprovechamiento de las riquezas naturales del Universo y por todas las conquistas de la ciencia y la técnica tantas veces mencionadas en este libro.

Este incremento, hasta límites de fantasía, del empleo de las máquinas y el consiguiente mejoramiento de la eficiencia del trabajo humano a que me estoy refiriendo y, más que eso, su sustitución por el de los servomecanismos y artilugios de inspiración cibernética; la creación de elementos sintéticos y artificiales; la captación de la energía nuclear y otras ganancias, han dado los medios para satisfacer en un futuro inmediato todas las necesidades materiales de las poblaciones del globo.

Y si el hombre es leal a su propio genio, debe ser capaz de utilizar y organizar el empleo de los hallazgos de la nueva ciencia y de las mil maravillas que está creando, para evitarse esas labores que hoy, duramente y lleno de congoja e inquietudes, debe cumplir para, como la mula que da vueltas en torno de la noria, simplemente subsistir.

¿Cómo deberá organizarse una sociedad de número aceleradamente creciente para que sus miembros puedan vivir sin la obligación ni la angustia del trabajo rutinario?

¿Cómo emplearán los hombres las horas que hoy les absorbe el forzado afán de tener morada y pan y los elementos más indispensables para, meramente, vivir?

Esto deberán resolverlo las generaciones nuevas; pero, debo repetirlo, sólo una absoluta falta de imaginación hace que se piense en los peligros del "hombre ocioso" cuando son tantas y tan variadas las actividades materiales y espirituales que éste podrá desarrollar si logra desprenderse de su zozobra y de su inseguridad para el mañana.

Bástenos sólo pensar en los miles de millones de horas, hoy humanamente vacías, que podrían llenarse si todos los habitantes de la tierra pudieran tener los medios para estudiar sólo hasta el todavía modesto nivel universitario; si todos los hombres pudieran recorrer, con los ojos limpios de odio y de recelo, las tierras, los mares y las montañas del planeta en que viven; si tuvieran la oportunidad y la armonía interior necesarias para, simplemente, meditar, para pensar ... Si pudieran abrir con alegría sus espíritus a las manifestaciones del arte; si pudiera cada uno plantar su propio rosal.

Aferrados a las normas de nuestro diario vivir y convencidos, por la costumbre, de la necesidad de mantener una serie de prácticas y sistemas inventados por los propios hombres o por el egoísmo de algunos, parecen estas perspectivas divagaciones irrealizables, y no nos damos cuenta de todo lo que cada cual podría ejecutar, en campos que hoy le son muchas veces desconocidos, si tuviera la libertad y la posibilidad para ello y si estas nuevas actividades no amenazaran su personal estabilidad y la de su familia o del grupo en que vive, si no pusiera con ello en peligro la obtención de los elementos básicos para vivir.

¡Los campos desconocidos! Piense Ud., lector amigo, en Ud. mismo y en quienes lo rodean. ¿Se han asomado Uds. alguna vez a un telescopio? ¿Saben algo de las galaxias? ¿Conocen alguna de las tremendas probabilidades de nuevos conocimientos del cosmos que está entregando a los sabios la radioastronomía? ¿Se han asomado Uds. a un microscopio, no digo a uno electrónico, sino a uno corriente, a atisbar en ese misterioso mundo del microcosmos? Y piensen, en seguida, lo que no han podido hacer, no las personas como Uds. que tienen la curiosidad y la posibilidad de comprar un libro como el que están leyendo, por lo menos un poco extraño; cuántos hombres, cientos de millones, que no han podido siquiera

escuchar junto a sus hijos y libres de angustia, una sinfonía o conversar con ellos sobre cosas bellas o verdaderas.

Según el concepto vigente, casi todo lo que el hombre realiza cuando está ocioso es, paradójicamente, lo que robustece o perfecciona su espíritu. Está ocioso cuando lee, cuando pinta, cuando ejecuta o escucha una sinfonía; está ocioso cuando asiste a un espectáculo de arte o trepa por la ladera enhiesta de una montaña; cuando va al templo, cuando piensa.

Estamos ociosos cuando conversamos, aunque sea sobre ciencia, arte o filosofía; estamos ociosos cuando cuidamos de nuestro jardín o cuando podemos asomarnos a un telescopio para mirar las estrellas. Ojalá todos los hombres pudieran disponer de muchas de estas horas de ocio.

Empero tengo para mí que el portentoso aumento de la eficiencia y la capacidad de las máquinas y de los organismos productivos y distribuidores y su independencia cada día mayor del manejo del hombre, forzarán a éste a cambiar su régimen de convivencia, su sistema mercantil y su filosofía de la vida amarrada al trabajo, amarrada al "trepalium"⁴⁸, para entonces ser capaz de utilizar las horas de ocio en su cabal perfeccionamiento.

¿Y por qué temerle al cambio? Cada generación trae su propia actitud, su propia rebeldía; los niños que hoy están naciendo conocerán seguramente otros planetas y vivirán, tal vez, en pleno vigor físico, más de cien años. Mucho más radical que el cambio que estamos imaginando ha experimentado el régimen de vida de este "homo somnus"⁴⁹ desde que se acomodaba en su cueva en la lejana época del Neandertal hasta estos días, en que se proyectan ya los habitáculos en los cuales nuestros hijos vivirán sobre la, desde la tierra, plateada superficie de la luna.

¿Pensamiento Artificial?

Los nombres de "máquinas inteligentes" o "cerebros electrónicos", inducen a error. Son designaciones metafóricas inventadas por los espectadores, asombrados pero ajenos a su realidad intrínseca de los prodigios realizados por las nuevas

⁴⁸ En latín, en el siglo VI, se llamaba "trepalium" a un instrumento de tortura formado por tres maderos. Del sustantivo se derivó el verbo "trepalizare", con el sentido de someter a alguien al trepalium, y luego, en general, torturar, atormentar. De allí el francés "travailler", el italiano "travagliare" y el español "trabajar". (Al Encuentro del Hombre, AAPH)

⁴⁹ Hombre soñador.

combinaciones mecánicas; son modos de expresar un estupor, una fascinación ante estos artificios que trabajan en el campo del pensamiento y de la inteligencia.

Pero resulta indispensable aclarar las ideas que se debaten alrededor de estos temas. Desde luego, ninguno de estos robots o creaciones mecánicas pueden ejercitar la humana condición de "pensar"; ninguno tiene conciencia de su actividad, ni siquiera de su existencia⁵⁰; ninguno tiene voluntad, condiciones que constituyen una de las características distintivas de la inteligencia. Por consiguiente, a mi entender, tales máquinas, aun cuando realizan actividades propias de la inteligencia, no son inteligentes y es a falta de vocablos más apropiados que aún se continúa usando estas denominaciones tan poco precisas.

No nos paralogicemos, pues, y no nos dejemos engañar por las palabras o por las apariencias. Los aparatos llamados máquinas inteligentes constituyen una poderosa ayuda para continuar y acelerar los avances de la ciencia y de la técnica en el campo material; pero en los planos del espíritu o del propio pensamiento no conciben, no dan origen a nada propio, no entregan nada que haya sido "engendrado" por ellos. Ninguno de estos mecanismos será capaz de solucionar un problema que el hombre no haya resuelto, por lo menos en teoría, antes; ninguno será capaz de corregir ni aun de mejorar un sistema de cálculo o de raciocinio; ellos se limitan a realizar, con absoluta exactitud y a velocidades pasmosas, las tareas que les han sido señaladas, y de acuerdo con las fórmulas establecidas. Baste recordar que las máquinas calculadoras digitales, que son las que más maravillan a primera vista, requieren una placa de conexiones o una tarjeta perforada, según sea el tipo del problema que deban resolver. El hombre les dice "cómo" tienen que actuar y "cuándo" deben hacerlo. Y las otras, las analógicas, constituyen un mero artefacto mecánico a través del cual la inteligencia concibe y utiliza la similitud entre un fenómeno determinado y un sistema de representación.

Es verdad que en algunos casos en que existe gran número de posibles respuestas o desenlaces a través de un cierto método o sistema, estos aparatos pueden encontrar, con mucha más rapidez y precisión que el hombre, los miles de eventuales soluciones; pero, entre ellas, será una inteligencia humana la que elegirá aquellas que le sean más útiles o, en otros casos, las que le parezcan más

⁵⁰ "Cogito, ergo sum"-Pienso, luego existo, dijo Descartes.

hermosas o completas o apropiadas. Y aun podrá dar al equipo los medios necesarios para que él elija; pero siempre que lo haga dentro de determinados márgenes o normas previamente establecidos.

La construcción de máquinas que pretenden crear belleza a través de composiciones poéticas o musicales es bastante ilustrativa y ha sido realizada, a mi entender, más que todo para asombrar, en calidad de juego.

Uno de los casos que conozco consiste en un computador electrónico al cual se le entregan determinadas palabras (250 ó 300), distribuidas en sustantivos, adjetivos, verbos, adverbios, etc. Se fijan en seguida ciertas combinaciones rítmicas o sonoras; se agregan otras condiciones que pueden consistir, por ejemplo, en la exigencia de determinadas proporciones entre el número de sustantivos y verbos, o entre palabras de tales o cuales números de letras o sílabas; y el equipo procede a realizar combinaciones que, sujetas a la imaginación, sensibilidad o ignorancia de quien las conoce, pueden adquirir el carácter de composiciones poéticas. Como la obra poética auténtica actúa por sugerencia y como ella es interpretada por cada cual, según su sensibilidad, estado de ánimo o interés, y como, por otra parte, se ha extremado el uso de frases herméticas y sin claro sentido en este tipo de composiciones, entonces la máquina puede optar a un premio en unos juegos Florales o en un Ateneo; pero sin ser poeta.

A mi entender, no se procede de buena fe si se pretende que estas máquinas crean belleza poética; desde luego que, de hacerlo, lo harían casualmente, pues ellas, como las antes referidas, no tienen conciencia de su trabajo, ni están en condiciones de discernir entre lo bello o lo feo, ni mucho menos de expresar un estado de alma o una actitud de sentimiento o emoción que constituyen las bases de la obra poética. Lo que sucede es que en este tipo de creaciones de versificación o canto lírico o épico, existe una cierta ordenación en la forma de expresión, un cierto sistema, unas pautas de composición que pueden ser motivo del trabajo de una máquina.

En el caso de las máquinas o cerebros musicales, muy, en boga hoy día, el asunto es más comprensible y permite una todavía mayor especulación: se combinan ciertos sonidos o determinadas notas; se provocan correlaciones armónicas o fórmulas melódicas establecidas de acuerdo con cánones rítmicos o consonantes y

se logra producir algo que se podría llamar "música sintética". Lo cual no sería tan extraño si aceptáramos que las creaciones musicales, y su belleza, están en potencia esperando el "Lázaro anda" del demiurgo; si aceptáramos, cosa que a mi entender cabe dentro de lo posible, que las combinaciones de ritmos, armonías o melodías susceptibles de crear lo que llamamos belleza musical (condición que aún quedaría por definir), caben dentro de una expresión algebraica que si bien da libertad a sus variables, las mantiene amarradas para que permanezcan siendo unas función cíclicas y para que cumplan con ciertas condiciones que establece el respectivo algoritmo.

A este respecto creo del caso recordar unas conferencias dictadas por un matemático inglés, cuyo nombre no recuerdo, sobre la relación y parentesco existente entre la música y las matemáticas, en una de las cuales, introduciendo variaciones o efectuando combinaciones entre las notas de una sencilla melodía, de acuerdo con conocidas relaciones aritméticas o algebraicas, obtenía nuevas expresiones melódicas.

También en mi ensayo "Matemática y Poesía", que publiqué hace ya varios años, traté de bosquejar un paralelo, un parentesco o semejanza entre poesía y matemática que, a mi entender, mostraba cómo, una vez establecidas ciertas pautas (ecuaciones) de belleza, sería posible matemática o mecánicamente producir variaciones hermosas y poéticas sobre determinados temas.

Pero, de lo anterior, a hablar de músicos o poetas mecánicos hay, a mi modesto entender, más distancia que la que separa la tierra de la nebulosa de Orión.

Ahora bien, la cada día mayor complejidad que adquieren las realizaciones técnicas, mecánicas o electrónicas exigen difíciles y largos procesos de cálculo, resolución de ecuaciones, selecciones, ordenaciones y combinaciones de datos y antecedentes. Los mantenidos procesos de ensayo y perfeccionamiento colocan a los investigadores y productores frente a un mundo de incógnitas que deben ser despejadas y, por consiguiente, frente a una realidad apretada de computaciones, operaciones de estadística y de alta matemática. Piénsese en los satélites espaciales o en los cohetes buscadores de informaciones sobre el cosmos estelar; piénsese en los proyectiles que transportan y colocan en órbita estos laboratorios densos de toda clase de instrumentos de medida, control, transmisión e interpretación. Los

cálculos que sus construcciones requieren son imposibles de concebir para un profano; las modificaciones tecnológicas de fabricación que las experiencias, éxitos o fracasos sugieren o exigen, han sido posibles sólo gracias a los prodigiosos equipos electrónicos que resuelven los problemas que se les plantean, igualmente como podrían hacerlo los matemáticos u hombres de ciencia, pero con una exactitud y una velocidad pasmosas.

Es en este campo de la mecánica; es en las experiencias biológicas; en las observaciones astronómicas y demás; tanto en las investigaciones como en las realizaciones, donde estos asombrosos aparatos tienen su verdadera aplicación; pero no en el propio campo del pensamiento.

Las otras máquinas inverosímiles: los homeostatos, las tortugas del Dr. Walter Grey o cualquiera de los robots o androides que he mencionado en los capítulos anteriores, realizan también acciones semejantes a los seres vivos y aun a los seres inteligentes; pero así como les faltan algunas fundamentales características innatas a los primeros, así también les faltan, y siempre les faltarán, lo que a mi entender constituye lo esencial para poder "pensar".

El pensamiento artificial, las máquinas inteligentes, los cerebros electrónicos, constituyen, pues, sólo una ficción; lo que el hombre ha creado son equipos capaces de ayudarlo en su alta misión intelectual, pero que tienen la lógica limitación de realizar su ayuda sólo en el campo material; todavía nunca en el campo propiamente intelectual ni mucho menos en el del espíritu.

Alargamiento de la Vida. La Gerontología.

Entre los muchos progresos realizados en las últimas décadas que tendrán influencia decisiva en el futuro desarrollo de la humanidad, tengo que referirme al cuidado del hombre mismo, al estudio y adopción de medidas para impedir la destrucción que el medio y las contingencias de la vida producen en los individuos miembros de la especie.

La defensa y la preservación del organismo humano han constituido desde hace ya bastantes años metas de la Ciencia y la Tecnología. Y los resultados obtenidos señalan éxitos sorprendentes y asaces promisorios.

La casi desaparición de flagelos tan destructores como la sífilis, la fiebre amarilla, la viruela, el cólera y aun la tuberculosis y otros, ha hecho posible, en gran manera, no sólo la salvaguardia del hombre adulto, sino el vertiginoso crecimiento de la población del globo, que ya he comentado, como consecuencia de la disminución de la mortalidad de los niños y recién nacidos.

En el campo de la terapéutica y de la elaboración de medicamentos para destruir gérmenes y agentes enemigos de nuestra vida, y para reparar órganos o tejidos destruidos, los resultados alcanzados son también motivo de maravilla. Es cierto que otros azotes: enfermedades del corazón y de las arterias, alteraciones del sistema nervioso, y sobre todo las afecciones cancerígenas, han sustituido en parte a los antiguos enemigos; pero no es ilusorio pensar que ya están también estos males siendo acorralados en los laboratorios y, sobre todo, que ellos podrían desaparecer, en gran medida, como consecuencia de un cambio en el sistema de vida de quienes los sufren. A mi entender, resulta ya indiscutible que la "psiquis" ejerce una influencia decisiva en estas enfermedades de los hombres civilizados; y tal vez el ambiente que respiramos, cargado de miasmas y detritus de las propias máquinas, las variaciones de los campos electromagnéticos o de las radiaciones atómicas que nos rodean, están ejerciendo también influencias todavía desconocidas.

Las búsquedas siguen: el ataque a la vejez prematura, el desgaste provocado por la lucha contra las enfermedades o contra las inapropiadas condiciones del medio, avanza cada día más rápidamente. Y una vez descartadas las formas antinaturales, accidentales, de envejecimiento, ha comenzado la guerra contra la propia vejez. Ya empiezan a descubrirse y a aclararse los aspectos más importantes y los antecedentes de más alcance para contestar la gran pregunta: ¿Qué es la vejez? ¿Es irremediable o, por lo menos, puede retardarse su llegada? El retardo parece posible y se le ve venir por dos caminos bien diferentes: el primero, el más lógico, combatiendo a las propias causas de la vejez; el otro, descansando de vivir, poniendo intervalos entre los diversos lapsos de vida, de incido que entre el nacimiento, el primer nacimiento podríamos decir, y la muerte, esa muerte que conocemos todavía sólo por sus efectos sobre el cuerpo material, exista un espacio de tiempo más prolongado. Un ritmo de vida más lento, un sueño de hibernación u

otros métodos para aquietar el pulso vital, dejándolo apenas latente, permitirán períodos de vida más prolongados; fuera de que, al lograr velocidades de otros rangos y las que ya han experimentado algunos hombres y algunos animales que han circundado la tierra a 29.000 kilómetros por hora, el tiempo ontológico, el tiempo vital se aquietan, se hace más lento y el hombre que se desplaza a esa velocidad envejece también más lentamente, vive con menos rapidez. Además, y tal vez como consecuencia de esta misma extraña condición del mundo físico, parece que en el estado de falta de pesantez el organismo trabaja con menos desgaste, con más alegría.

La gerontología, como se designa hoy a la ciencia que estudia la vejez, ha adquirido en los últimos años extrema importancia y está contribuyendo, con gran eficacia, a la prolongación de la vida.

Desde luego, ha comenzado por señalarnos cómo ha sido de efímera la vida del hombre, aun durante los períodos de más alta cultura. En el Imperio Romano la vida media de los ciudadanos no sobrepasaba los 30 años. Naturalmente, que este tan bajo promedio se debía a la poca duración del hombre adulto, pero también a la enorme mortalidad de los niños y recién nacidos. Pero el número de gerontes, hombres de más de 65 años, era sumamente escaso.

Y durante varios siglos el problema permaneció estacionario y recién en nuestra época, con la incorporación a la medicina y a diversas técnicas de vida de los nuevos avances científicos, se ha iniciado un acelerado aumento de la duración de la existencia humana.

Estudios efectuados en Alemania dieron algunas muestras del cambio que se estaba operando. En el decenio 1870-1880, el progreso respecto a los principios de la Era Cristiana era todavía muy escaso. En ese lapso se calculó en 35,5 años la vida media de los alemanes. Pero muy luego las cifras empezaron a moverse:

1880-1890 37 años

1890-1900 40,6 años

1900-1910 44,8 años

Desde esa década en adelante los índices empiezan a referirse a las naciones más civilizadas en conjunto y señalan:

1910-1925 55 años

para llegar en 1950 a 65 años y, en los Estados Unidos, en 1954, para las mujeres, que son más longevas, a 71,8 años.

En menos de un siglo se había duplicado la duración de la vida del hombre.

Y se habla ya de que muy pronto podrá alcanzarse a la edad de 125 ó 150 años en plenitud física e intelectual; y aun, sin ir tan lejos, la edad de 100 años les parece, aun a los científicos más conservadores, muy prudente y aceptan casos excepcionales de 120 años. Y argumentan que los seres vivos, en general, viven 5 ó 6 veces su período de crecimiento⁵¹. El hombre, que crece hasta los 20 años, debería vivir 100 ó 120. Por otra parte, existe un cierto consenso, más o menos unánime, de que la duración funcional del cerebro es de 110 años.

Sin embargo, donde existen discrepancias que, para nosotros los actuales aspirantes a gerontes, tiene gran importancia, es en la apreciación respecto a si sólo puede postergarse la vejez, o si llegada ésta existirían posibilidades de volver atrás y rejuvenecerse.

Según el célebre profesor y ensayista Heinz Woltereck, sólo es posible demorar la vejez, y para ello, en resumidas cuentas, deberíamos atenernos al consejo que diera Mefistófeles a Fausto: comer poco y trabajar algunas horas al aire libre todos los días. Sin embargo, Woltereck agrega un tercer consejo: mantener la actividad intelectual y aun aumentarla a medida que el ejercicio muscular o físico se aminora. Pero, después de las fracasadas experiencias de Voronoff con sus injertos, Bogomeletz con su serum y de otros, nuevos investigadores han iniciado búsqueda por otros caminos tratando de devolver al hombre parte de su juventud perdida. Merecen especial mención las experiencias de la profesora Ann Aslam con un producto químico, el gerovital H3, que parecen estar asombrando a la ciencia con sus extraordinarios resultados. Básicamente se trataría de un estímulo que no va a la función ni al órgano de una determinada función, sino que se infiltra en el

⁵¹ Un camello crece hasta los 8 años y vive 40; un caballo crece hasta los 5 y vive 25 ó 30.

elemento básico de la vida, en las células. De atenerse a las informaciones publicadas a este respecto, se trataría de trabajos seriamente científicos y de resultados verdaderamente asombrosos.

Lo cierto es que estamos recién en los comienzos; pero lo ya alcanzado y las perspectivas que se divisan desde los laboratorios, señalan, claramente, que cuando los que nacimos a principios de este siglo terminemos nuestra jornada, estarán nuestros hijos en condiciones de vivir mucho más y mejor, fisiológicamente hablando, que sus padres. Mala suerte que no nos haya alcanzado a nosotros.

Y resulta apasionante avizorar las posibles consecuencias de este alargamiento de la vida. Desde luego, una de ellas ya la señalé con todos sus peligros y obligaciones: el acelerado crecimiento de la población. Las vidas más largas juntarán mayor número de hombres sobre la tierra. Pero, además, si se lograra encontrar el medio de difundir los conocimientos, de dar a los millones de hombres nuevas oportunidades para vivir realmente en las condiciones que la cultura y la civilización sueñan, es indudable que se contaría también con millones de hombres con más experiencias, millones de hombres capaces de pensar cada día más por sí mismos. Quienes hemos cruzado la cúspide de nuestras vidas, sabemos cuán cierta es la afirmación tan repetida, y que a los jóvenes les parece un absurdo: los hombres sólo empiezan a pensar por sí mismos, y sólo algunos, pasados los cincuenta años. Y si las tensiones de la actual lucha por la vida se relajan; si la angustia del mañana incierto desaparece; si se da a todos la posibilidad real de tener conciencia de su vida y de las características del Universo, ¿qué maravillosas realizaciones les estarán reservadas a estos individuos convertidos en verdaderos Homo Sapiens?

Hombres más Inteligentes. Superhombres.

Pero frente a la avalancha de nuevos conocimientos, frente a los innumerables, nacientes o remozados conceptos que, día a día, afloran en el campo científico y que son difíciles o imposibles de comprender u objetivar, el hombre ha sentido también la necesidad de ser más inteligente.

La ciencia utiliza nociones tales como el tiempo y el espacio, sin comprender integralmente su significado; habla de que lo que se conserva no se inicia, logrando apenas entrever la acepción de esta afirmación. Se dice, análogamente, que el

acontecer no tiene principio ni fin, mientras nuestra lógica se resiste a aceptar tal aserción. Además, muchos razonamientos o lucubraciones científicas o tecnológicas de uso corriente en los altos centros de investigación resultan inaccesibles para muchos hombres conceptuados como inteligentes.

Fue por todo esto que los pioneros del pensamiento y de la acción científica debieron ponerse a la tarea de encontrar el modo de aumentar, intrínsecamente, el poder de la inteligencia. Primero fue la lucha que todavía se mantiene para preservar al individuo, a que me referí en las páginas anteriores, y el estudio más a fondo de la fisiología del ser humano y de la estructuración y funcionamiento de su organismo; pero otros caminos que parecen llevar más lejos se abren hoy frente a la ciencia.

Ya no sólo avanzan los hombres de ciencia y pensadores tras el alargamiento de la vida; también hurgan en nuestros propios cerebros tratando de encontrar fórmulas para hacer su acción más poderosa, para hacer su chispa más brillante: hombres realmente más inteligentes, superhombres. Hasta hace pocos años se pensó que el volumen de la masa encefálica tenía una relación proporcional con la capacidad intelectual; sin embargo, se encontraron individuos de genio con cerebros pequeños, razas en proceso de subdesarrollo, con masas encefálicas más voluminosas que las de otras positivamente de mayor inteligencia.

Hoy parece verse claro que no está en el volumen de la masa cerebral la indicación del grado de inteligencia, sino en su mayor o menor cantidad de circunvoluciones o en su mayor o menor irrigación. Y esta condición, riqueza, podría decir, de la masa encefálica, habría ido quedando marcada en la bóveda craneana de nuestros antepasados indicando así con qué ritmo se ha producido el aumento de la inteligencia. Los primitivos parecen mostrar cerebros más lisos, menos irrigados y con menos circunvoluciones; algunos cálculos hablan de un 2 ó 3% de irrigación, que llega en nuestros días hasta un 15%. Seríamos, entonces, cinco, seis veces más inteligentes que los hombres de las cavernas. Y en los laboratorios los sabios cuchichean y se preguntan: ¿No podríamos acelerar artificialmente esta irrigación? ¿No podríamos proponernos aumentar de este modo la inteligencia del hombre? Y por este otro camino, vemos al propio ser inteligente apurando su evolución,

acicateado por ese incontenible deseo de saber, de conocer, de acercarse a la verdad.

Así, por todas partes nos sorprende ahora, sin que parezca locura, la idea del superhombre, del ser de inteligencia más avanzada, más cercana al límite superior del espectro de ordenación que yo imagino más adelante. Pero, cumple aclararlo, no se trata solamente de individuos capaces de usar más integralmente su cerebro o de experimentar momentáneos estados de alerta; como tampoco del camino que ya mencioné, que busca el aumento de la irrigación del cerebro y así, eventualmente, su capacidad. Investigaciones realizadas en los últimos años parecen señalar la aparición de un rapidísimo crecimiento intelectual en las nuevas generaciones. El caso de los estudios propiciados por el Consejo Británico de Investigaciones Médicas en un conjunto de más de 50.000 niños, es asombrosamente decidor y parece mostrar al advenimiento de juventudes poseídas de "un acceso de fiebre de la inteligencia". Después de 18 meses de trabajo, el Dr. J. Ford Thomson, psiquiatra del Servicio de Educación de Wolverhampton, escribe: "De los últimos 90 niños de 7 a 9 años que interrogamos, 26 tienen un cociente intelectual de 140, lo que equivale al genio o poco menos. Creo, prosigue el Dr. Thomson, que el estroncio 90, producto radiactivo que penetra en el cuerpo, puede ser responsable de ello. Este producto no existía antes de la primera explosión atómica".

Los profesores Brooke y Enders, de conocido prestigio en las Universidades americanas, en una obra titulada "The Nature of Living Things", exponen su creencia de que la agrupación de los genes del ser humano sufre actualmente una perturbación y que, bajo el efecto de influencias todavía desconocidas, está apareciendo una nueva raza de hombres dotada de poderes intelectuales superiores. Otros investigadores de estos niños prodigios señalan que, además de poseer actividades mentales extraordinarias, que oscilan alrededor de 30 veces las de un ser normal, poseen salud perfecta, equilibrio sentimental y sexual, están libres de enfermedades psicosomáticas y, asómbrese el lector, particularmente están libres del cáncer.

El fenómeno les parece tan evidente que un profesor de la Universidad de Ohio ha llegado a presentar un plan para la instrucción de estos niños precoces "capaz de proporcionar 300.000 altas inteligencias por año".

¿Sueños, locuras? ¿Asistimos a un cambio fundamental de la especie humana provocado por la técnica o por el ambiente creado por ella? Las emanaciones radiactivas que en otros aspectos producen efectos letales, ¿han puesto en movimiento una acelerada evolución intelectual de algunos seres que formarán la especie de superhombres de mañana, capaces de entenderse con seres inteligentes de otros confines del Universo?

Y salta a la pluma la palabra mutación. "El átomo de herencia" localizado en las cromosomas, la herencia transformada por los cromosomas, las mutaciones aceleradas por la intensidad de la radiactividad que se ha multiplicado 35 veces en la atmósfera terrestre en los últimos 60 años. Un torbellino nos arrastra.

Y estos mutantes, para usar la palabra de moda, podrían tener en su sangre elementos capaces de mejorar su equilibrio físico, disminuir su angustia... y aumentar progresivamente su capacidad intelectual.

Estados de Superconsciencia.

Pero me queda aún otro territorio en el cual voy a internarme, aun cuando es extremadamente peligroso porque, para muchos, tal vez para la mayoría, todo lo que crece en sus ámbitos pertenece a la magia, a la charlatanería, y es, por consiguiente, despreciable para la ciencia.

Por desgracia, a la sombra de los nuevos descubrimientos, falseando la realidad de los robots y de otros de los automatismos sorprendentes creados en el último tiempo, se ha formado una verdadera mafia para explotar a los crédulos e ignorantes. Por todas partes del mundo ha surgido un tropel de astrólogos, videntes y adivinos, cientos de publicaciones seudo científicas dedicadas al ocultismo y otras manifestaciones de esta especie que nublan el panorama para el estudio de las llamadas facultades extra sensoriales y que obligan, por consiguiente, a caminar con gran cautela.

Sin embargo, ya no pueden desconocerse ciertos hechos, y en un análisis panorámico como el que yo me he propuesto en este ensayo, resultaría cobarde, por temor a ser considerado poco ortodoxo o ignorante, dejar de mencionar algunos sucesos de indudable significación en un examen del porvenir del hombre.

Por otra parte, mi experiencia respecto a lo que la mayoría de los estudiosos o científicos de corte clásico despectivamente pensaban hace sólo dos lustros sobre temas tales como la astronáutica o los organismos cibernéticos, me sirve de aliciente para internarme en esta jungla de perspectivas insospechadas; y también me acompañará a orientarme en mis búsquedas la valiente actitud de algunos locos magníficos de la ciencia y del pensamiento.

Desde hace ya muchos años algunos investigadores y pensadores de prestigio habían expresado su convencimiento de que la indagación científica no podía detenerse en los umbrales de la conciencia o en los límites del espíritu. El material de antecedentes y experiencia sobre asuntos que parecían estar "más allá" era ya tan nutrido y voluminoso que urgía el abandono de los prejuicios y de las postulaciones dogmáticas y la entrada franca en el estudio de fenómenos considerados hasta entonces clandestinos.

Y así se ha hecho. Derribados muchos muros y abatidos viejos tabúes, investigadores e instituciones científicas han irrumpido en este campo para estudiar las facultades extra sensoriales del hombre y han creado disciplinas o especialidades tales como la parapsicología y la psiónica, a las cuales me referiré más adelante.

La comprobación de que el funcionamiento conocido del subconsciente y de la conciencia del individuo logran poner en actividad sólo algo más de una décima parte del organismo cerebral y la observación de otros estados de límites todavía desconocidos como el éxtasis, el trance, u otros, en que algunas personas logran vivir por algunos períodos, unidos a las viejas prácticas o tradiciones de grupos como el de los yoghis en la India, por ejemplo, hizo pensar en que existía la posibilidad de promover una utilización de una parte más amplia del cerebro o aun de que en algunos de los estados mencionados ya estaba siendo utilizada.

Hasta ahora, esta zona que llamaremos de ultra consciencia, había sido visitada, sin que la ciencia pudiera certificarlo, sólo por los místicos y los magos. Pero ¿no podría ser verdad que ciertamente poseemos facultades que no explotamos? ¿No sería posible que no supiéramos hacer funcionar una parte del mecanismo cerebral, o cuyo funcionamiento no fuera registrado en el estado de vigilia?

Hoy día, en que la física trabaja en tantos frentes y en que las matemáticas alientan tantas aventuras del pensamiento; en estos años en que hemos visto muchos de los

infinitos caminos, que divergen de los centros de investigación, desembocar en lo fantástico y en lo absolutamente ilógico, sin dejar de ser, por ello, científicos, no se podía, sólo porque tiene una tradición esotérica rodeada de fantasmas, dejar tapiada una puerta tras la cual muchos presienten un mundo nuevo y desconocido. Desafortunadamente ha contribuido a retrasar este tipo de estudios el hecho de que las investigaciones psicológicas de nuestros días, en general, se han quedado enraizadas en el siglo XIX y siguen nutriéndose todavía en un positivismo anacrónico, ignorante de que la ciencia realmente moderna está explorando un universo mucho más vasto y más rico en el que el descubrimiento permanente de nuevos y sorprendentes hechos va separando cada día más a las actuales disciplinas de las viejas estructuras del espíritu y del conocimiento.

Sin conocer realmente lo que el hombre es y sólo afincada en lo que le ha parecido que es, la psicología olvida todavía, en casi todas sus andanzas, lo más importante, lo que el hombre puede llegar a ser, y parece no interesarle la estatura y el perfil que tendrá cuando, muy pronto, transite por los incontables caminos que se están abriendo más allá del horizonte.

A mi entender, ha contribuido, además, y poderosamente, a esta desorientación, la propia estructura social, también envejecida, en que seguimos viviendo. Ella no da oportunidad a la mayor parte de los terrestres para que tengan conciencia de su propia existencia ni mucho menos del misterio que encierran las fuerzas y la contextura del Universo. Como dijo un escritor de talento, "le falta al hombre medio capacidad y oportunidad de ocio, de paz y de esperanza para empezar a tener conciencia de sí mismo; privado así de la vida en su parte más esencial, ¿cómo puede descubrir su infinita extensión?"⁵²

Pero contra todo este lastre, algunas mentes curiosas, abiertas, libres de prejuicios y plenas de valor aventurero, se han internado por rastros hasta ayer prohibidos. La valerosa actitud de estos pioneros, el acervo de experiencias recogido en los últimos años y el prodigioso cambio ocurrido en la imagen del cosmos y del propio hombre, obligan ya a pensar que tenemos facultades inexploradas y que ellas podrían ser desarrolladas.

⁵² Jacques Bergier.

La parapsicología es ya motivo de intensos estudios y trabajos en laboratorios de jerarquía⁵³; centros de investigación tales como el de las propias Fuerzas Armadas de los Estados Unidos, se dedican, por ejemplo, a estudios tan desconcertantes como la transmisión del pensamiento, la capacidad de precognición o la telepatía; y así por todas partes surgen las búsquedas y las preocupaciones por este campo tan desconocido.

Pero antes de referirme específicamente a algunos de los hechos más reveladores, analizados en estos campos, y antes de tratar de imaginar cómo ellos pueden repercutir en este mañana que estamos avizorando, parece necesario ordenar un poco las ideas básicas.

Me propongo ubicar, en forma ordenada, los distintos estados de la inteligencia humana en razón de su cercanía a la conciencia, partiendo de lo que nos resulta más familiar y conocido, la vigilia, que pretendemos es plena conciencia.

Con este fin, he dibujado una circunferencia y distribuido, un poco arbitrariamente, estados de conciencia y funciones de ella, sin discriminar entre unos y otros, atendiendo sólo a la posible intensidad del funcionamiento de la conciencia en cada caso. La consideración diferencial de ambos tipos de fenómenos, estados y funciones, desde un punto de vista cualitativo, me obligaría a extenderme en planteamientos psicológicos, fisiológicos, anatómicos y aun filosóficos sujetos a controversia y que escapan a los límites de este estudio y a mis conocimientos.

Al centro, abajo, he ubicado la "vigilia", que pretendemos plena conciencia. Hacia la derecha y subiendo por el arco de la circunferencia, de esto que podría llamarse espectro del conocimiento o del discernimiento, he colocado los estados y funciones que pueden llamarse de "infra conciencia", dentro de los cuales hay diversas gamas que podemos ubicar empezando por la subconsciencia de las acciones manejadas por los reflejos condicionados o por órdenes de procedencia desconocida, para seguir con los sueños, entre los cuales cabe distinguir entre aquellos que no dejan recuerdo ninguno y no llegan a ser motivo de conocimiento, a pesar de que sabemos por diversas otras manifestaciones que han existido, y otros, también sueños, pero que son recordados en el estado de vigilia y que llegan hasta el límite de la conciencia.

⁵³ En los Estados Unidos, la Rand Corporation en Cleveland; la Westinghouse en Maryland; la General Electric en Schenectady y la Bell Telephone en Boston, están empeñados en trabajos de esta índole.

En seguida he colocado lo que me atrevo a llamar vida latente, para desembocar en el límite desconocido de la muerte.

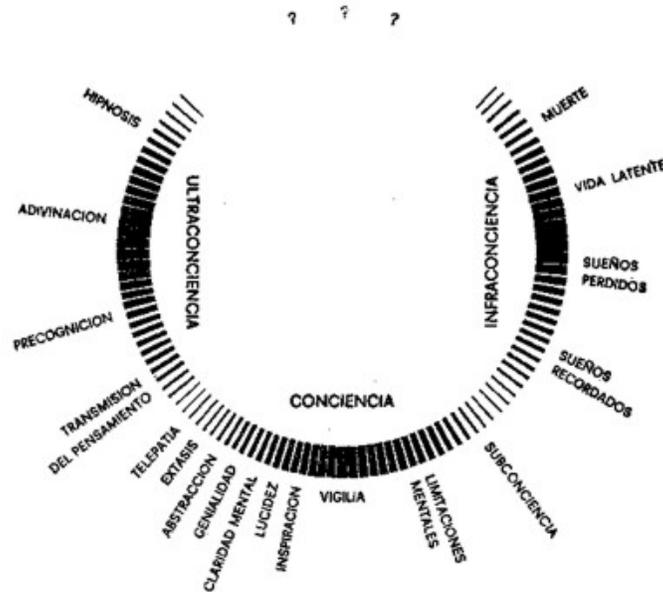


figura 15

Ahora bien, en la zona central de la conciencia misma, con toda su gradación de acción y presencia, los conceptos y las comprobaciones resultan también vagos y varían de un individuo a otro; desde los que sobreviven, como la mula que da vueltas a la noria con anteojeras para que no la distraiga el mundo que la rodea, hasta el intelectual, el artista, el de mente supersensible y el genio. En mi clasificación, estos estados o funciones de la conciencia de mayor sensibilidad los he ordenado a la izquierda, arriba de mi punto de partida, y son los estados de conciencia más escasos que se hacen presentes en menos hombres y en menos oportunidades; los que podrían llamarse estados o funciones de lucidez, de claridad mental, de éxtasis o de abstracción.

Ahora, alejándome en esta dirección, debo forzosamente penetrar en las zonas llamadas de ultra conciencia, que hasta hace algunas décadas estaban reservadas, como ya lo indiqué, a los místicos, los magos... o los charlatanes; pero hoy empiezan a dar lugar al estudio serio de los fenómenos de transmisión del pensamiento, de telepatía, de precognición, hipnotismo y otros.

Y por este extremo llegamos también a lo desconocido que, por capricho o adivinación de la forma gráfica elegida, llegaría a tocarse con la prolongación del arco derecho que va más allá de la muerte.

Como ha sucedido muy a menudo es la fuerza de la guerra la que impulsa muchas veces los avances. La experiencia del submarino Nautilus, de la Armada de los Estados Unidos, que en julio de 1959 navegó más de dos semanas bajo la costra de hielo del Ártico, es una de las más curiosas y como ha sido debidamente refrendada por autoridades que me parece no pueden ser puestas en duda, creo del caso mencionarla.

En este viaje, un individuo que había sido especialmente seleccionado a través de exámenes electroencefalográficos por los Laboratorios de la Westinghouse, fue embarcado y diariamente debió ponerse frente a una máquina que barajaba unas mil cartas con una combinación de signos y que ponía antes sus ojos una de ellas, al azar. La misión de este pasajero era sólo pensar en la carta que había visto. El capitán del submarino, junto a él, registraba la hora y el signo de la carta presentada y guardaba el registro en un sobre.

A la llegada a los Estados Unidos, después de más de dos semanas de viaje, nuestro personaje fue recibido por un enviado del Departamento de Investigaciones Biológicas de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos y llevado a los Laboratorios de la Westinghouse, donde otro individuo, también seleccionado de la misma manera que el anterior, había debido concentrarse en las mismas horas que lo hacía el viajero, para pensar solamente en el Nautilus y anotar lo que veía. Estas anotaciones fueron también rigurosamente guardadas en sobre con indicación de las horas y días precisos.

Ahora bien, al ser confrontados los registros de ambas experiencias, demostraron coincidir en más de un 70% de los casos. Esto fue lo que hizo decir al Jefe de Investigaciones Biológicas de las Fuerzas Armadas que "por primera vez en la historia del hombre se estaba en condiciones de probar que, sin trucos de ninguna especie, se había transmitido, sin ningún intermediario, a través del espacio, un mensaje de un cerebro a otro cerebro ubicados a apreciable distancia".

Pero para los que tengan prejuicios o sean demasiado escépticos, resulta ilustrativo mencionar que no sólo en nuestro mundo occidental están preocupados de este tipo

de fenómenos. Los especialistas del Instituto Pavlov de Moscú, han dedicado su atención al estudio de los fenómenos que presentan los yoghis y han declarado que si bien ellos no tienen todavía explicación, "son de enorme interés porque revelan las extraordinarias posibilidades de la máquina humana".

Volviendo al caso del Nautilus, es interesante agregar que la experiencia no fue fácil, por cuanto en el momento en que se establece la comunicación a distancia por el pensamiento, ni el emisor ni el receptor tienen conciencia de ello ni sienten nada anormal. El emisor ignora que está mandando un mensaje y el receptor anota lo que ve y muchas veces se extraña de haber anotado algo cuyo valor o interpretación no conoce cuando vuelve de su estado de lucidez. Para facilitar la experiencia anterior, en las cartas que debía examinar el viajero periódicamente, elegidas por la máquina, no se colocaron imágenes complicadas o conocidas, sino que se emplearon las llamadas Tablas de Zener, que muestran todas las combinaciones posibles entre cinco símbolos especialmente diseñados. Es también interesante subrayar que como indiqué de paso, para la elección de los personajes que debían actuar en esta experiencia, se utilizó el examen electroencefalográfico previo, pues, según los directores del experimento, ambos debían tener características cerebrales con ciertas analogías, pues de otro modo no habría intercambio⁵⁴.

Es curioso anotar que en estas investigaciones se han solido utilizar drogas y se ha establecido desde luego que el café, por ejemplo, mejora la posibilidad de transmisión y que la aspirina, en cambio, la inhibe.

Es que en el campo del conocimiento, la avalancha es ya incontenible: el cambio ocurrido en las bases de la ciencia y en todo el edificio de la cultura y del saber, requiere, como ha dicho Teilhard de Chardin, un cambio radical de pensamiento. "¿Dónde buscar, dónde situar esta alteración renovadora y sutil, que sin modificar tácitamente nuestros cuerpos, nos ha convertido en seres nuevos? Sólo en una intuición nueva que ha modificado en su totalidad el Universo en que nos movíamos; dicho de otra manera, en un despertar". Y este despertar, el nacimiento de este ser nuevo, cíclicamente este otro ser, mostraría que en las profundas regiones de su

⁵⁴ Dentro de este planteamiento se ha llegado a la afirmación de que un psiquiatra, para atender a un enfermo, debería analizar primero si su personal esquema electroencefalográfico coincide con el de la persona que ha de ser tratada, pues en caso contrario no habría posibilidad de éxito. Me limito sólo a mencionar el hecho.

inteligencia se está operando una mutación, una alteración que le permitirá comprender, con otras dimensiones y otra visión, este Universo que se envuelve por todas partes en el manto del infinito, cuya trama y urdimbre la forman un conjunto de relaciones matemáticas que, siendo verdaderas, no pueden, sin embargo, ser objetivadas a través de nuestras actuales capacidades intelectuales.

El pensamiento de Chardin, filósofo tan apasionante como discutido, ubica un nuevo estado de conciencia, una etapa superior de avanzada con respecto a la vigilia en que hasta aquí hemos vivido, y con ello respalda mis personales puntos de vista. Según él, los inspirados, los hombres más clarividentes, están más cerca de este despertar que recién se inicia y que parece llevar a la especie hacia una altura intelectual de mayor penetración y horizonte y hacerla capaz de comprender el mundo que, un poco a ciegas, intuitivamente, han descrito los genios de los últimos años y que había sido borrosamente entrevisto por varios de los grandes hombres cumbres de todas las civilizaciones del pasado.

A estas alturas no puedo dejar de mencionar las observaciones que desde hace ya algunas décadas han formulado algunos hombres de ciencia respecto a que el ser humano tendría la curiosa condición de ser un prematuro. Es decir, el feto abandonaría la matriz materna antes de su completo desarrollo, con lo cual se enfrentaría al medio externo mucho antes de haber terminado su integral desarrollo. Fundan sus afirmaciones los que así piensan en varios hechos. En primer lugar, el recién nacido hombre necesita de un largo período de entrenamiento para ejecutar acciones elementales que de inmediato o a las pocas horas realizan los cachorros de otras especies. El niño no puede andar antes de 12 ó 14 meses; recién después de un lapso parecido, mayor en todo caso que el que estuvo en el útero materno, empieza a dar sus primeros balbuceos. Y hasta sus ojos permanecen sin ver durante varias semanas. Respecto a su capacidad para alimentarse o valerse por sí mismo, la etapa es aun relativamente más larga. Un polluelo salta del huevo sobre sus propias patas y luego anda corriendo tras su comida; un cachorro de perro o un potrillo son dueños de su posición de seres vivos y de su acción independiente en un período extremadamente corto.

Volk y Beer han escrito: "El hombre debe sus características más significativas, más humanas, tales como el tamaño del cerebro (cuyos huesos protectores que forman

el cráneo se sueldan varios meses después del nacimiento) en relación a la masa doble del cuerpo, a la persistencia de características fetales e infantiles". Y Jean Rostand ha escrito: "El hombre es un feto que ha logrado reproducirse". Todo lo cual explicaría el que el medio haya podido tener tan grande influencia en el desarrollo del hombre, al iniciar su actuación sobre el retoño cuando éste está todavía maleable. Igual que la herramienta lo tiene sobre el acero recién fundido.

Y lo digno de subrayarse es que muchas de las alteraciones producidas después de cortado el cordón umbilical, toman características hereditarias y pueden considerarse, por consiguiente, como verdaderas mutaciones.

Es decir, no sólo la ciencia y el medio pueden intervenir a priori en las células germinales del hombre para provocar mutaciones, sino que la intervención puede realizarse sobre el propio hombre-niño para hacerlo, en definitiva, más sano, más fuerte, más inteligente.

¡Interrogantes llenos de promesas! Una nueva raza capaz de entender, tal vez de dominar, el tiempo y el espacio, de proyectar su conocimiento en el ámbito infinito e incomprensible.

El profesor de Ashran de Pondichery, Sri Aurobindo Ghose, uno de los más atractivos pensadores de la juventud de la India de hoy, se encuentra con el pensamiento de Tailhard de Chardin, cuando afirma: "La venida a esta tierra de una raza humana nueva -por prodigioso o milagroso que pueda aparecer el fenómeno- puede convertirse en un caso de práctica actualidad".

¿Estos hombres que somos, todavía irracionales en la mayor parte de nuestras acciones, derivaremos pronto en otros realmente inteligentes? El astronauta del año 2000, ¿tendrá un sistema nervioso perfectamente controlado, sin odios ni rencores (ojalá que siempre con amor), y un cerebro certero y rápido, ayudado tal vez por dispositivos mecánicos, que le eviten el desgaste de memorizar y le permitan usar en plenitud su inteligencia? ¡Nuestros hijos lo sabrán!

Hombres Cibernéticos.

Y para terminar con este escarceo, mitad realidad y mitad fantasía, debo señalar esa aparición todavía enigmática y recién esbozada de los organismos cibernéticos, de los hombres cibernéticos: los ciborgs. El hombre tendrá que acomodarse, si va

a vivir todavía miles o millones de años sobre la tierra, a las variaciones del ambiente, pero lo hará no sólo ayudado por la propia evolución de la naturaleza frente al medio, sino por los recursos que descubra y proporcione su peculiar inteligencia. Ya tiene programado visitar otros mundos, algunos tan a la mano como nuestro modesto satélite la Luna, que está recibiendo sus mensajes. Allí, el hombre va a poner, en estos días, su pie, y se preguntan algunos investigadores: ¿Será indispensable que lo haga dentro de una escafandra, convertido en un robot metálico que se mueve, pero que no anda; en un conjunto de acero sin libertad de acción ni de observación? ¿No podrá el hombre introducir dentro de su propio organismo dispositivos que le permitan subsistir en otros medios, en atmósferas rarificadas casi sin oxígeno y donde la fuerza de la gravedad estará reducida a una pequeña parte de la que experimentamos en la tierra? ¿No podrá el corazón ser alimentado artificialmente para que entregue al organismo a través de la sangre los elementos que la respiración pudiera no estar en condiciones de proporcionarle? ¿Podrán, por consiguiente, estos hombres cibernéticos caminar sobre la Luna provistos solamente de algunos pequeños dispositivos adicionales y de atavíos o ropajes apropiados, pero vestiduras, no cápsulas o habitáculos móviles?

En este camino de la adaptación a medios extraños, día a día se avanza más y las perspectivas parecen todavía ilimitadas. Ya tenemos las experiencias de un grupo de hombres de ciencia que vivieron en la, para nosotros, absoluta oscuridad de pozos profundos subterráneos y vieron aparecer lentamente aptitudes de visión antes insospechadas, capacidades para ver en la oscuridad. Y esos otros grupos que están morando bajo los hielos, en ciudades subterráneas, perfectamente acomodados, sin luz ni aire natural, y rodeados de temperaturas inverosímiles. Y allí residen tal vez más sanos que nosotros los que vivimos cara al sol, buscando soluciones para problemas que aún no se han presentado, pero que pueden venir con el mañana. Si el hombre ha de permanecer miles de años sobre la tierra, es perfectamente posible que las condiciones de temperatura, luminosidad, composición atmosférica, irradiaciones, etc., cambien fundamentalmente y que nuestro planeta llegue a parecerse al rojo hermano Marte, sediento de agua y oxígeno, y frío de sol. Pero antes los hombres habrán perfeccionado su fisiología y

habrán creado dispositivos que les permitan seguir hospedándose en un medio totalmente distinto al que hoy nos rodea.

Las especies de los "matusalenes", de los "cyborgs" y de los "superhombres", empiezan a hacernos sentir sus próximas llegadas y nos asombran con sus tremendas posibilidades para construir un mañana que, trabajosamente, se esfuerzan por imaginar los más audaces creadores de novelas de ciencia-ficción.

Más Allá del Planeta.

En el mes de septiembre de 1957, hice un viaje a la ciudad de Córdoba, en la República Argentina, para visitar las nuevas usinas que la Sociedad Fiat había instalado en ese país. En la tarde, paseando por las calles del comercio con algunos de mis compañeros de viaje, me detuve, como es mi vieja costumbre, frente al escaparate de una librería... Y mirando, mirando, divisé un libro titulado "Descubrimiento del Universo", por B. V. Liapunov. El nombre ruso del autor atrajo mi atención, debido a que, entre mis muchas indagaciones relacionadas con el tema de que parecía tratar el libro, muy poco provenía de fuente rusa. Entré, hojeé el índice y compré el volumen cuya lectura inicié esa misma noche.

Se trataba de una obra de divulgación aparecida en la Unión Soviética muy poco antes de su traducción y publicación realizada en Buenos Aires en mayo de ese mismo año de 1957. El libro ofrecía una serie de informaciones de interés, aunque, desgraciadamente, era majaderamente soviético. Quiero decir que, según el autor, con varias obras a su haber sobre temas semejantes, todos los descubrimientos relacionados con la conquista del Cosmos habrían sido realizadas por soviéticos, todas las novelas de imaginación que dan posibles soluciones para estas aventuras eran soviéticas, y las que no lo eran, tenían gravísimos defectos característicos del mundo capitalista: pesimismo, retroceso, etc.; y soviéticos serían los primeros navegantes del espacio y los primeros pobladores de satélites y planetas. El libro daba la impresión de que en la tierra no existieran hombres de ciencia sino en Rusia. Naturalmente que ni Einstein ni Oppenheimer ni Fermi ni ninguno de los nombres conocidos por nosotros en la búsqueda de la energía atómica o nuclear, figuran para nada en este campo. Además, una permanente loa al régimen soviético y una constante crítica a todo lo que viene del mundo que queda más acá de la

Cortina de Hierro le dan a este trabajo ese carácter parcial, poco ecuánime, de todo lo que es escrito bajo un estricto control político.

Pero, a pesar de estas arbitrariedades, el libro es hermoso y lleno de fantasía y, por sobre todo, tremendamente optimista. Y es esta actitud la que me ha empujado a contar esta anécdota.

El autor se refiere repetidamente a la salida del hombre de su cárcel terrícola, pero como algo, no obstante, lejano. "Mientras no exista un cohete atómico, escribe, incluso el vuelo a la Luna presenta grandes dificultades para la técnica de los vuelos interplanetarios", y agrega más adelante: "Hablamos de los vuelos en cohete a los otros mundos, pero no tenemos datos experimentales acerca de qué influencia ejercerán sobre los pasajeros del cohete, por ejemplo, la ausencia de gravedad". En otro capítulo comenta: "Cuando los pilotos de cohetes estratosféricos suban para investigar las alturas del océano aéreo, ahora inalcanzable..."

Y lo más sensacional, considerando la fecha de la publicación del libro, el entusiasmo, optimismo y fe del autor en las posibilidades de su sistema y su aparente conocimiento de todo lo que en estas materias se está desarrollando en Rusia: "Se considera que no está lejana la aparición de un cohete compuesto, un satélite de la tierra. Este será un singular radio faro colocado tras la atmósfera; un permanente laboratorio automático en el Cosmos. Se puede realizar este milagro técnico, un laboratorio técnico, gracias a las grandes conquistas técnicas de nuestro siglo". Y se extiende a continuación en consideraciones sobre las diversas características que debería tener el satélite.

El libro muestra una profunda fe en que se realizará el milagro, pero un desconocimiento de muchas de las soluciones que serían adoptadas muy, luego y, en general, una impresión de que aún faltaban varios o muchos años para consumir la aventura.

Pues bien, todo lo referente a este eventual, pero aún lejano satélite, lo leí la noche del 3 de octubre de 1957, en mi casa de Santiago de Chile.

Al día siguiente, en la mañana del 4 de octubre de 1957, al abrir el diario "El Mercurio", leí en la primera página: "Los rusos lograron ayer colocar un satélite artificial alrededor de la Tierra".

Creí que estaba soñando o viendo mal; tal vez influenciado por mi lectura de la noche anterior. Pero no, el Sputnik 1 estaba girando alrededor de la Tierra; se habían adelantado los soviéticos en varios años a los sueños más optimistas de Liapunov, y muchos a las dudas de la mayor parte de los hombres de ciencia del mundo. Y el hecho constituía casi un milagro para la gran mayoría de los hombres. La chifladura de la astronáutica había tomado carácter reconocidamente científico; los viajes a la Luna habían dejado de ser cuentos para niños, nacidos en la mente de Julio Verne; aun los platillos voladores podrían ser algo...

¿Y qué ha sucedido desde ese 4 de octubre hasta hoy, en los seis años transcurridos?

Un gran número de satélites han sido colocados en órbita alrededor de la Tierra y muchos aún giran alrededor de ella. Y otros siguen siendo colocados casi sin interrupción, con las más complejas instalaciones de control, medición e investigación.

Uno de estos satélites circundó la Luna y obtuvo una fotografía de su cara, hasta entonces desconocida.

Seis o siete hombres han circunvolado alrededor de la Tierra, fuera de la atmósfera, en estado de ingravidez, a más de 29.000 kilómetros por hora y han vuelto a la Tierra sanos y salvos.

Un proyectil laboratorio fue lanzado en trayectoria alrededor del Sol y logró conectarse y transmitir informaciones desde un millón de kilómetros de distancia; uno ha sido dirigido hacia las inmediaciones de Venus para tratar de saber algo más de la estrella de la tarde, mientras otro camina a curiosear lo que pasa en Marte.

Y miles de informaciones han sido obtenidas, y se avanza y se avanza. Ya el hombre se desplaza por el espacio y profundos cambios empiezan a preparar sus consecuencias para un futuro cercano.

El organismo fisiológico del ser humano ha probado que no sólo es capaz de resistir tremendas velocidades y grandes aceleraciones y la falta de gravedad. Ha probado no sólo que puede vivir en estas condiciones normalmente sino que, además, lo que parecía irrealizable, que puede soportar la tensión nerviosa que tales aventuras significan y seguir cumpliendo, desde su cabina espacial, el cometido intelectual que le fue indicado.

Primero será, tal vez, el establecimiento de estaciones interplanetarias, después el viaje a la Luna, la vida en el Cosmos y la llegada a otros planetas, Venus, seguramente Marte.

Unos hombres parecidos a buzos trabajarán protegidos por escafandras, no contra el agua, sino contra el vacío. Irán de aquí para allá encendiendo lucecillas de helio soldadura y haciendo crecer una construcción de metal y vidrio de aspecto extraño mantenida en el espacio. Un largo cono de base ancha y semicircular será el invernadero, en cuyas paredes una capa de tierra verá crecer plantas traídas del planeta. Esta construcción de una avanzada espacial, desde la cual los futuros astronautas se lanzarán a la conquista de mundos nuevos, parece una base indispensable, y ya diversos proyectos han sido considerados. Von Braun, el conocido hombre de ciencia que trabaja asiduamente en los lanzamientos espaciales de los Estados Unidos, ya tiene su estación espacial proyectada. Ella recorrerá a 1.700 kilómetros de la tierra una órbita circular que le permitirá dar una rotación completa alrededor de nuestro globo en dos horas exactamente. Esta estructura tendrá la forma de una gigantesca rueda con un diámetro de 60 metros. La entrada se efectuará por el eje y a través de los radios principales se llegará a los laboratorios y a los alojamientos situados en la circunferencia. Numerosos radios secundarios, más pequeños, conducirán el aire necesario para los motores a las distintas instalaciones de acondicionamiento. Y en esta ciudad espacial recalarán los elementos que, debidamente ensamblados, constituirán los vehículos para viajar a Venus o Marte.

Podría escribir muchas páginas con lo que mi propia fantasía me sugiere o con algo de lo mucho que se ha escrito y soñado sobre la conducta del hombre en el Universo estelar. Jan Gadowski, astrónomo polaco citado como una autoridad en la materia, ha preparado ya un manual de lo que él llama la Ecosfera estelar, para que sea utilizado cuando los astronautas comiencen a visitar cuerpos celestes.

Porque todos estos proyectos de aventuras siderales tienen que sentarse sobre una posibilidad de vida como la que conocemos en la tierra, modificada hasta los límites que los organismos cibernéticos permitan. Gadowski ha catalogado los espacios o zonas en que la temperatura se mantiene entre los límites necesarios para mantener a seres vivos de fisiología terráquea y, por ende, frágil e inestable, y los

ha designado con el nombre de "Ecosfera". Determinando dónde termina y comienza una tal zona, es posible a través de ciertas ecuaciones en que aparecen las temperaturas superficiales de las estrellas y sus radios de influencia, fijar las zonas en que el hombre podría subsistir.

Aplicada su teoría al Sol, su ecosfera empieza a 85 millones de millas de nuestra estrella madre, dejando a Mercurio sumido en la región abrasadora. Venus se encuentra cercana al límite caluroso de la ecosfera; en cambio, Marte y la Tierra se encuentran dentro de ella. Los otros planetas mayores viven muy lejanos de la zona habitable. El ancho total de nuestra ecosfera solar es de 115 millones de millas.

Desde luego, el que existan condiciones para la vida del tipo que nosotros conocemos, no quiere decir que ahí haya seres vivos; pero, antes de pensar en ubicar otras especies de seres vivos en el Cosmos, deberemos empezar por visitar lejanos parajes; y aquí surge otra de las extraordinarias posibilidades que la técnica cibernética está creando para estas realizaciones. Ya se han dibujado los "hombres adaptados" a que me referí hipotéticamente en el capítulo anterior y que en la Luna podrían trasladarse como danzando, ayudados por la escasa gravedad. Pequeños tubos, colocados en los cinturones de sus trajes plásticos ceñidos al cuerpo, inyectarán en sus sangre sustancias para mantener la presión del torrente sanguíneo, el pulso, la disponibilidad de energía, la tranquilidad nerviosa, el contenido de glucosa, la temperatura del cuerpo y su tolerancia a las radiaciones.



Figura 16

En parte humanos y en parte máquinas, estos seres tendrán sus funciones biológicas reguladas automáticamente para poder vivir en ambientes extraterrestres, por medio de órganos y sentidos artificiales, unos externos y otros implantados quirúrgicamente en sus organismos. Gracias a ello se podrá prescindir de las complicadas escafandras espaciales y los astronautas podrán desplazarse sin peligro llevando poco más que la vestimenta normal de los seres de la Tierra. Los sentidos artificiales de estos organismos cibernéticos medirán los cambios operados en el cuerpo y en el medio circundante e indicarán a unas glándulas artificiales lo que deben segregar para regular las funciones orgánicas. La temperatura del cuerpo podrá reducirse a la de un pescado en hielo, o el pulso acelerarse hasta alcanzar el ritmo del de un pájaro en vuelo, sin que el organismo humano perezca. En la ilustración que he incluido pueden apreciarse el contador de radiaciones del muslo izquierdo y el medidor de tensión arterial de la pierna derecha. El corazón envía sangre hasta un convertidor implantado dentro del organismo que transforma el anhídrido carbónico en oxígeno y carbón. Sobre la espalda una pequeña mochila lleva alimentos, una pila para combustible y un transformador de lo que se ingiere para que pueda ser convertido en los últimos residuos innecesarios, para lo cual también se habrá dispuesto una cámara especial.

Capítulo 12

El Salto en el Espacio

"Los viajes espaciales son la más grande hazaña de la historia... Algún día, desde el Alfa del Centauro, comprenderemos que el nuestro fue el tiempo Intermedio, la edad de la crisálida".

RAY BRADBURY

Pero, a pesar de todo lo dicho, cuando se habla del hombre de mañana o del futuro de nuestra especie, generalmente se emplean estos conceptos con sentido metafórico; y tal vez por temor a enfrentarse con el hecho avasallador, se pretende referirlo a un porvenir eventual y arcano en el que no nos tocará vivir. Allá las generaciones venideras; allá ellas enfrentarán sus propios problemas.

Es que hasta hace pocos años el hombre podía suponer que transcurrirían dilatados lapsos antes de presenciar cambios trascendentales y que para la parte de la transformación que a él le correspondería vivir, tendría el tiempo necesario para irse adaptando.

Sin embargo, la violencia de los cambios acaecidos en las últimas décadas y su abismante aceleración, han encajado de rebato el concepto de mañana en sus términos reales.

Ahora se trata de un mañana con visos de presente que empieza tan luego como el ayer se quiebra en el filo de un hoy que, por consiguiente, no existe, ya que al solo nombrarlo, ya ha pasado. Y nuestros hijos vivirán ese mañana, por todos conceptos alucinante; y, además, lo viviremos nosotros..., es más, ¡ya lo estamos viviendo!

Y al tratar de avizorar algo que con tanta celeridad se nos viene encima como una avalancha rugiente a mil motores, al pretender imaginarnos a dónde llevan estos caminos surgidos de improviso cuyos recodos tenemos ya a la vista, nos sorprendemos perplejos y temerosos y nuestra fantasía se muestra incapaz de concebir un panorama que tenga verdadera certeza de materializarse.

En este ensayo he mencionado muchas de las realizaciones llevadas a efecto en el

último medio siglo; he mostrado mi asombro ante el deslumbrante cambio que he visto en todo lo que me rodea, en todo lo que he oído, en todo lo que he pensado y conocido; y, a veces, como en un sueño, o en un estado de lucidez extraordinario, he pretendido enumerar las posibles aventuras que esperan a mis hijos.

Sin embargo, hay algo de todo este acontecer que, a mi entender, está dando su peculiar fisonomía a tan extraordinarias mutaciones. Y ese algo es el salto en el espacio, la liberación del hombre de su prisión terráquea; es su entrada física en el Cosmos estelar, su aventura como descubridor de otros ámbitos a los cuales irá tal vez a arrojar su simiente o a compartir con otras inteligencias el dominio del Universo; o simplemente a asomarse a una nueva Tierra Incógnita del espíritu, fabulosa hazaña en busca de Dios.

Pero ante ella, en el amanecer de esta aurora de las galaxias y de los años luz, se yergue una pregunta, se hace perentoria una autocrítica y se busca la razón de ser de una actitud.

Por qué, si todavía tenemos tantos y tan graves problemas en nuestro planeta; si el hambre y la miseria, y el dolor y la injusticia hincan sus raíces en nuestras ciudades y en nuestros campos; si los portentosos medios de que disponemos y el desarrollo de la ciencia y de la tecnología han sido incapaces de construir la tremenda obra que se hace perentoria y que daría a los habitantes de la tierra una vida digna, fraternal y justa, ¿por qué, entonces, estas aventuras descabelladas? ¿Por qué ir en busca de la Luna, yerma e inhóspita, de Venus, caldera hirviente, tal vez cubierta de selvas abigarradas y asfixiantes, o de Marte, ciego de tempestades de arena y en proceso de decadencia? ¿Por qué tanto esfuerzo y tanta riqueza dedicados a circunvolar la Tierra y a descubrir lo que hay más allá de las estrellas? ¿Por qué esta incontrolable ansia de penetrar las ondas electromagnéticas que nos vienen de mundos tan extraños como los restos de la Súper Nova observada por los chinos en el año 1052 en la Nebulosa del Cangrejo?⁵⁵

Para mí, esta curiosa inquietud del hombre, que va más allá de su propia voluntad, resulta extraordinariamente decidora y obedece a un incentivo teleológico; es la continuación de un viaje hacia un destino desconocido, pero que, ya se ve, se

⁵⁵ Esta es una de las Radio Estrellas más importantes ubicadas por la moderna radioastronomía a 13.300 años luz de la Vía Láctea. En los anteojos de los grandes observatorios aparece como una nube rarificada expandiéndose a 35.000.000 de kilómetros por día. Allí, hace 1.000 años más o menos, fue observada por los chinos durante dos años, una de las más espectaculares explosiones luminosas del firmamento.

desarrollará en un plano que queda mucho más arriba que el horizonte de nuestras calles.

El ser inteligente que vive en el sistema solar ha empezado a influir sobre su propia evolución morfológica y anímica, adecuando el medio a sus necesidades. Y está mutando, y por ello bruscamente, su condición espiritual e intelectual, acicateado por un hambre de saber que surge de su alma; está buscando el modo de comprender más, está abriendo sus alas en un despliegue que se afirma en sus creaciones científicas y tecnológicas de conquista y expansión, pero que se bate en el mundo impalpable de sus sueños.

A escala cósmica, lo que siga sucediendo a los hombres en la tierra, a los hombres que aquí queden, tendrá secundaria importancia frente a lo que sus descendientes crearán en otros rincones del Universo. Es la repetición de lo que sucedió a las especies detenidas en su evolución: monocelulares, protozoos, esponjas, peces o mamíferos... que allí permanecen todavía, mientras el género humano camina y camina y se sube a las constelaciones.

Hace unos 1.500 millones de años un antepasado del batracio saltó a la tierra⁵⁶. A su espalda dejaba los grandes piélagos, el medio habitado, su ambiente, su alimento, su historia; al frente, todos los peligros de un medio desconocido y amenazante. Sus antepasados y él mismo habían vivido hasta entonces en el agua, la cual había regulado las temperaturas y proveído a su alimentación y hecho posible su equilibrio vital. Allí, a su espalda, estaba su fácil subsistencia, la presión necesaria para su organismo, los elementos para la reproducción de su especie. En ese instante, empujado por Dios, se atrevía, inconscientemente, a adentrarse en otro medio de apariencias infinitas, sin límites, el mundo de la tierra sólida inapropiado para su subsistencia.

Sin embargo, los osados que primero pisaron los continentes, se fueron adaptando y adquiriendo características anfibias. Fueron perfeccionándose y evolucionando impulsados por una sabiduría vital. Luego aparecieron otras especies intermedias, y los saurios, y después los mamíferos gigantes, y por fin un ser inteligente parado en sus dos pies.

⁵⁶ Este medio de expresión constituye sólo una metáfora. Según los hombres de ciencia, los primeros seres que vivieron en la tierra deben haber sido algunos peces que, arrojados por el mar a la orilla, pudieron subsistir utilizando su vejiga para respirar; la capacidad de acomodación de estos "náufragos" habría permitido a la vida poner su pie en los continentes desiertos.

La vida había sido capaz de este cambio de quimera, de esta adaptación hecha de eficiencia, laboriosidad, instinto y tiempo. Hoy, el hombre, igual que el batracio de antaño, está al borde, en los límites externos de su medio habitual, listo para lanzarse hacia otro amenazador y aparentemente sin límites. Cierto que, a diferencia del anfibio, el ser humano tiene conciencia del peligro que afronta, después de haber introducido el dedo luminoso de su inteligencia en los abismos siderales hacia los cuales tiende y desea someter... y sabe, porque su inteligencia se lo dice en forma indiscutible, que encontrará otros seres, seguramente más avanzados que él, pero hacia los cuales debe caminar; y presiente que la penetración de su conciencia se hará más honda y que el horizonte de su comprensión está en proceso de ampliación y que podrá luego entender lo que es el espacio, lo que es el tiempo, tal vez detenido en un eterno presente; ese tiempo que hoy vive pero no comprende. Intuye, adivina, que un día logrará saber lo que es el fin y el principio y lo que queda más allá de la nada. Nadie podrá detenerlo. Su genio lo obliga a olvidar sus problemas domésticos y el peligro que afronta; un nuevo estado de alerta y lucidez lo hace empujar a sus hijos hacia el abismo de la verdad, hacia la conquista del espacio, hacia los ámbitos de Dios.

Y abriendo la imaginación al sueño podemos pensar: Dentro de miles o millones de años, qué importa, nuestros descendientes, enriquecidos de inteligencia y espíritu, mirarán desde el Alfa del Centauro hacia el sistema solar y recordarán que de allí llegaron unos seres primarios que tal vez sigan existiendo en su viejo medio detenidos en su evolución, pero que hicieron posible la ascensión de las especies superiores hacia las cimas transparentes de la inteligencia.

Capítulo 13

El Corazón del Hombre

Vivimos una lucha; una aventura a la cual nos empuja algo que podríamos llamar, en la esfera del pensamiento, un deseo de verdad; y en el ámbito material una innata actitud, perdón por la frase aparentemente pedante, anti entrópica; un permanente esfuerzo de progreso, de creación, de mejoramiento del ambiente y de los medios de vida.

Esta actitud, contraria a la tendencia del mundo físico a degradarse y desorganizarse, nació en el momento en que la vida se hizo presente; pero ha tomado una fuerza cada día más avasalladora, impulsada por la inteligencia.

Naturalmente que toda la realización de estos anhelos y vehemencias se nos hace presente, se nos manifiesta a través de los elementos materiales que siguen las leyes de la física; pero así como un nervio o el cerebro no son "pensamientos" sino los cauces o circuitos a través de los cuales la inteligencia se hace tangible; así también, todo el mundo que encerramos en la insuficiente y limitativa palabra del Espíritu, lo vemos, lo objetivamos a través de fenómenos materiales.

Hemos descubierto la huella matemática en todo el Cosmos; hemos comprobado que cada nuevo descubrimiento trae aparejados miles de desconocidos interrogantes; hemos verificado, con espanto, que vivimos rodeados de fantasmas y de misterios: la Vida y la Muerte; la Nada y el Infinito; el Tiempo y la Luz; el Amor y el Odio; la Belleza y ... no acierto a enfrentar con ella nada, porque si bien la Belleza resplandece y es capaz de crear en nosotros un estado de éxtasis o de alegría, en cambio, lo Feo, para llamarlo de algún modo, puede ser resultado de una incapacidad de comprensión como es lo Malo frente a la Bondad. Y después de todo ello sentimos la imperiosa presencia de ese algo más que un ser animal que anima al hombre y que nos deja siempre una nueva posibilidad, un todavía no soñado sueño. Por todo esto, y por "algo más", creo firmemente que el avance material del hombre tendrá que estar siempre, en último término, supeditado a su crecimiento en los ámbitos del espíritu, en los climas del sentimiento. Las máquinas realizarán muchas maravillas, pero serán siempre siervos, mecánicos servidores de su demiurgo que con su ayuda está acelerando la evolución hacia una meta que,

curiosamente, no somos capaces ni siquiera de imaginar; pero sí somos capaces de apreciar nuestra actual incapacidad, actitud que es, a mi modo de ver, una clara muestra de inteligencia.

Pero, además de la inteligencia, está también ese raro estado, esa inquietante condición sentimental del hombre que piensa y siente.

No sé por qué ubicamos el afecto, la emoción, el sentimiento y el amor en la víscera que, día y noche, baña las células de nuestro cuerpo y esparce por la apretada ramazón de las arterias y venas, la sangre, espeso líquido color rubí que nutre nuestra propia vida. ¿Le atribuimos esta condición de depositario de nuestra ternura y de nuestra humana sabiduría, tal vez porque él cambia su ritmo cuando alguno de estos "estados" nos afecta? ¿Tal vez porque él es capaz de producirnos angustia? Lo cierto es que ahí sentimos el amor, que toda nuestra intimidad emocional parece guarecerse en él, parece tener en él su morada. Y es así como lo que al corazón afecta adquiere el más alto rango, la más honda trascendencia.

Sé que esta creencia es una mera ilusión: pero ello, a mi entender, no tiene monta si es que nos parece verdad y satisface nuestro anhelo; no importa que pueda decirseme que resulta absurdo que el día de mañana un hombre con un corazón mecánico, con una bomba de acero o de cristal dentro del pecho, pretenda querer a sus hijos con ese artificio de la técnica industrial. Y no me importa, porque cada día aprecio más claramente que el concepto que tengo de la realidad y de las imágenes que la conforman, son eminentemente humanos y subjetivos, son interpretaciones que mi conciencia realiza de los impactos, de las sollicitaciones, de los mensajes que recibe del mundo. Y de este misterioso engendro, de esta curiosa metamorfosis nace lo que llamamos nuestro Eco, nuestra personalidad del espíritu, refugio, desván que guarda el yo individual y tras cuyos muros, aun cuando abramos su puerta, de par en par, nadie nunca logrará atisbar⁵⁷.

Estoy perfectamente consciente de que mi modo de expresión es un juego de palabras y que las palabras constituyen una limitación, un encasillamiento expresivo; es más, son una castración del pensamiento, que se hace accesible sólo

⁵⁷ En su ensayo "¿Adónde va la Ciencia?", Max Planck escribió: "Hay un punto en el inconmensurable mundo de la mente y la materia donde la Ciencia, y por lo tanto todo el mundo casual de investigación, es inaplicable, no sólo sobre bases prácticas, sino también sobre bases lógicas, y permanecerá siempre inexplicable. Este punto es el Ego individual. La Ciencia nos conduce al umbral del Ego. Y allí nos abandona a nuestros propios recursos. Es decir, nos entrega al cuidado de otras manos".

en la medida que el lenguaje, agrupación de palabras, es capaz de "sugerir". Pero ni yo ni nadie que yo sepa posee otro modo de expresión. Entonces, mientras no podamos salir de este ambiente esotérico, de este encierro que nos impide enunciar con propiedad nuestras ideas, mientras tengamos que vivir, como acabo de expresarlo, entre fantasmas, nos cumple ser honradamente simples con lo que nos parece real, porque es humano. La frase que reproduce en el pórtico de este libro, dice: "El corazón del hombre encierra a Dios entero", porque allí dentro es donde ha nacido la conciencia de Dios; porque allí dentro sentimos esa fuerza que pugna hacia lo que no es simplemente material, ni siquiera simplemente animal; pugna hacia la luz, la sombra de Dios de Einstein que, como ya dije, en nuestra incapacidad expresiva, aherrojamos dentro de los estrechos límites de la palabra Espíritu.

Pero el corazón, ese corazón utópico y de fábula de que he estado hablando, aunque aparentemente ciego de sentidos, adivina y recibe, de más allá del tiempo y del espacio, un aliento y un acicate para seguir luchando; recibe fe en el porvenir del hombre; de tal suerte, que el más aferrado a la materia, el más tercamente cerrado a los efluvios del Espíritu, muere sin deponer las armas, preocupado de un futuro que a un ente mecánico, hecho de materia y de energía, no tendría por qué inquietarlo. Y ese mismo ser agnóstico y sin fe, cuando viene la muerte, se acerca a ella temeroso, con la más tremenda de las angustias, con un pavor que no tendría razón ni fundamento si esa muerte constituyera un fenómeno simplemente natural, del exclusivo dominio de la materia.

De toda esta búsqueda, de todo este afán de progreso y de verdad, de todo este rastrear tras lo que somos, de toda esta innata ansia de perfeccionamiento y de aventura, de todo este asombroso descubrimiento de leyes y sistemas matemáticos que manejan el mundo, aun de ésta, a veces, diabólica vanidad de los hombres, surge avasallador el misterio de la vida, el misterio de la suprema, incomprensible, arcana y hermética inteligencia que, a falta de un modo de expresar más verdadero, llamamos Dios. De esa inteligencia que aun el más obcecado y soberbio, si mira hacia dentro de su ser, verá iluminando recatadamente su propio corazón.