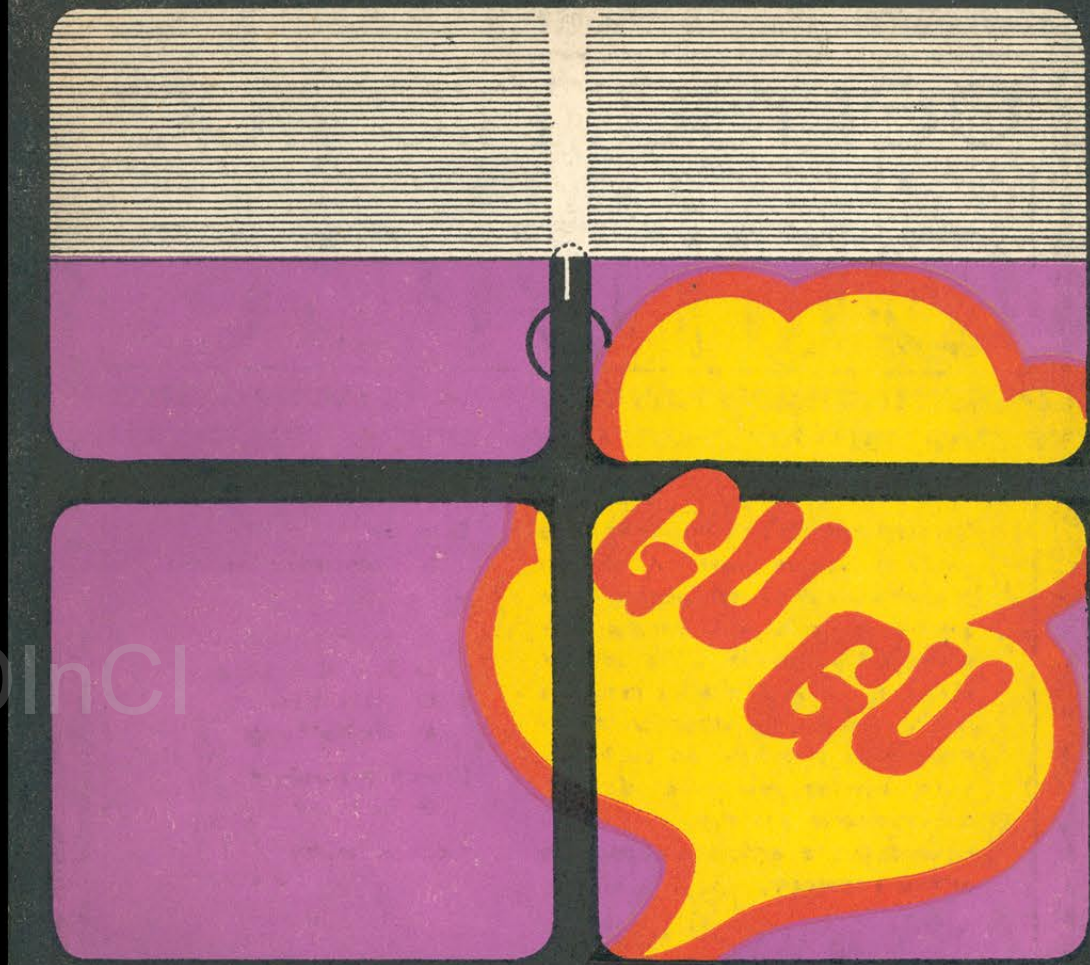


pensamiento crítico

CeDInCI

pensamiento crítico

Pensamiento Crítico responde a la necesidad de información que sobre el desarrollo del pensamiento político y social del tiempo presente tiene hoy la Cuba revolucionaria. De aquí que los artículos publicados no corresponden necesariamente a la opinión de la revista, que se reserva el derecho de expresarla por medio de notas aclaratorias o artículos cuando lo estime necesario.

Director
- Fernando Martínez

Consejo de Dirección
- Aurelio Alonso
- José Bell Lara
- Jesús Díaz
- Thalia Fung

Diseño y emplane
- Balaguer

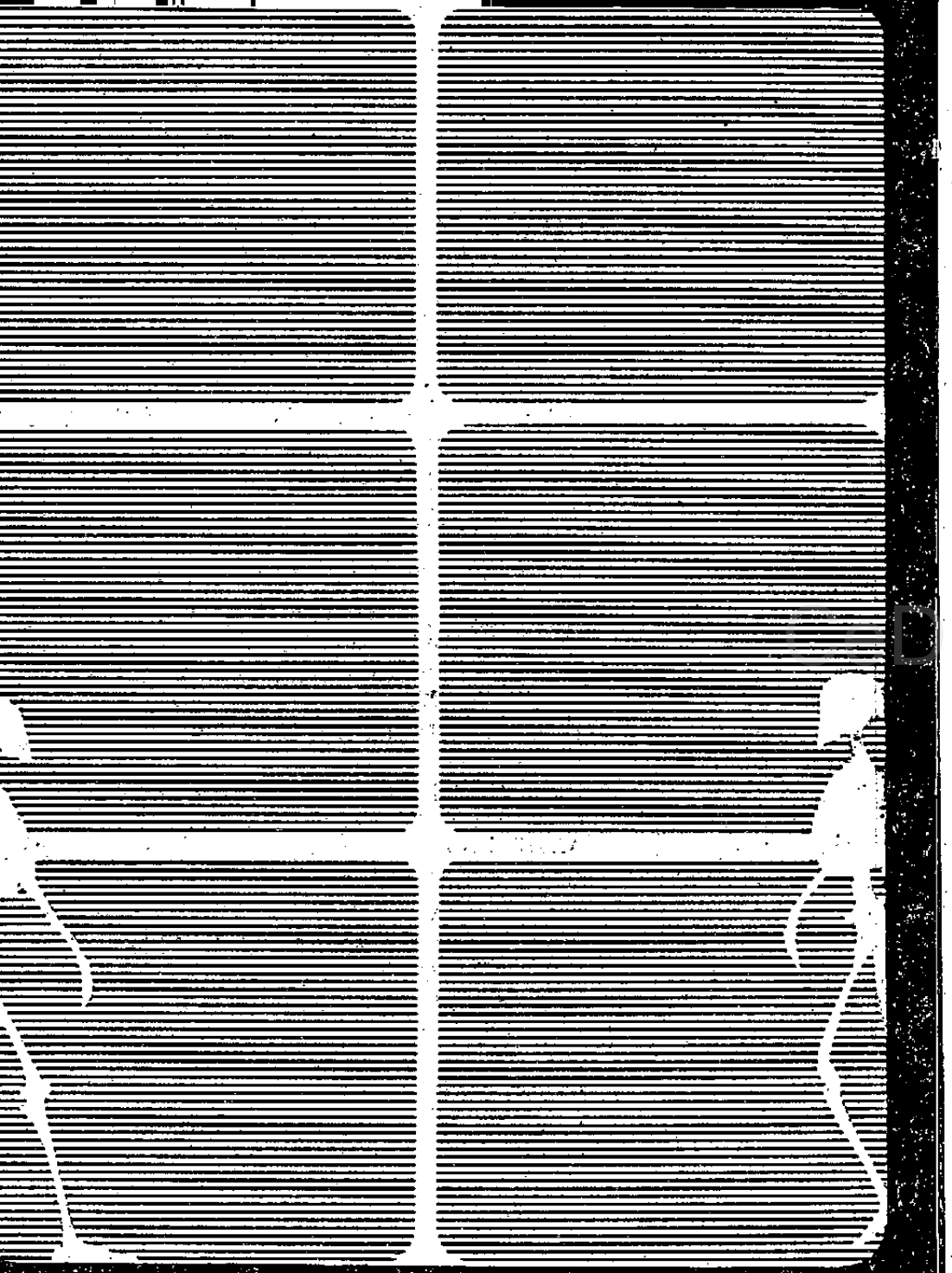
suscripción anual $4.80
40 centavos

Redacción / Calle J No. 556, Vedado, Habana Cuba Telf. 32-2343 **Precio del ejemplar** / 0.40 centavos **Circulación** / Distribuidora Nacional de Publicaciones, Neptuno 674. Teléfono 7-8966 SUSCRIPCIONES **En el extranjero a** / Departamento internacional del Instituto del Libro / 19 No. 1002 Vedado / La Habana Cuba **Precio de la suscripción anual** / correo marítimo 5.00 dólares canadienses / Correo aéreo / para Latinoamérica y Estados Unidos: 10:00 dólares canadienses / para Europa: 25.00 dólares canadienses.

indice

NUMERO 30 - JULIO DE 1969

	3	INTRODUCCION
A. A. Liapunov S. V. Yablonskii	5	¿QUE ES LA CIBERNETICA?
E. A. Feigenbaum Julian Feldman	21	INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PREGUNTAS Y RESPUESTAS
Paul Armer	31	LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: CRITICA Y ANTICRITICA
Ramón Rubio	45	INTELIGENCIA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Eramis Bueno	61	LA SIMULACION LOGICO-CIBERNETICA
Luciano García	99	LOGICA MATEMATICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Lee Russell	135	CINE: CODIGO E IMAGEN
Oscar Lewis	159	LA CULTURA MATERIAL DE LOS POBRES
Carlos Núñez	205	PERU, DIEZ MESES DESPUES: RIESGOS Y POSIBILIDADES
Orlando Contreras	217	¿QUIEN SALVARA AL APRA?
Baby Seale	225	LUCHAMOS CONTRA EL SISTEMA, NO POR UN RACISMO NEGRO
		NOTAS DE LECTURAS
Eduardo Castañeda	239	FRANCISCO: EL HEROE BUENO Y EL ABOLICIONISMO REFORMISTA
Los Autores	249	



Con el presente número dedicado a Cibernética, PENSAMIENTO CRITICO se propone ofrecer un cuadro teórico de esta ciencia a través de uno de sus epígrafes más importantes y más investigados hoy en día: la *inteligencia artificial*.

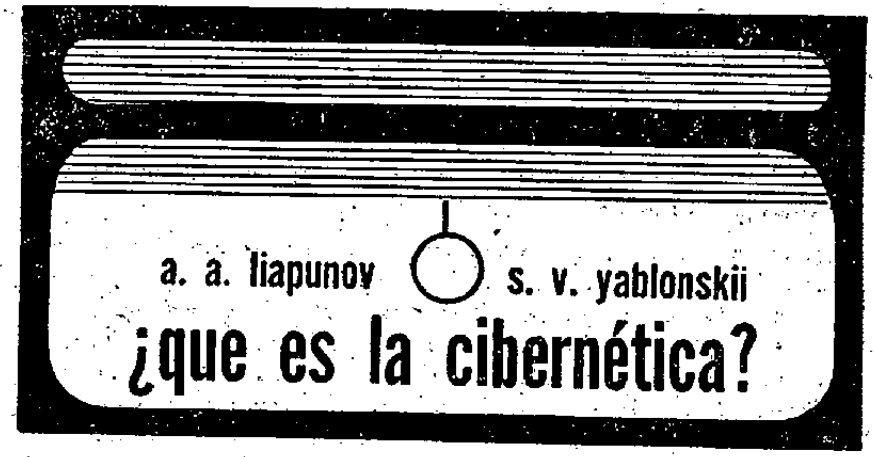
Esta actividad divulgatoria nos permite brindar información poco accesible —contenida en libros y revistas especializadas, que aparece por primera vez o ha recibido escaso tratamiento en lengua española— que puede interesar y/o ser incorporada como información profesional por profesores, técnicos y estudiantes de diversas ocupaciones científicas.

La recepción de esta información depende de diferentes niveles de conocimiento. El orden en que aparecen presentados los trabajos refleja un tanto esa exigencia: los tres primeros suponen en el lector una educación media; los tres últimos requieren ciertos conocimientos básicos en lógica y matemática, *pero sólo para la comprensión de alguna de sus partes*. Los autores han tratado de reducir esta dificultad mediante explicaciones en sus textos. Por otra parte, los dos últimos trabajos se complementan entre sí en cuanto a los conocimientos necesarios en lógica matemática.

Nos atreveríamos a decir que un mínimo en teoría de conjuntos y el dominio del concepto de función matemática es todo lo que se requiere como habilitación básica. Pero aún en el caso en que tengan que ser pasados por alto algunos epígrafes, parcial o completamente, el lector esforzado extraerá la información

fundamental que se ofrece en todos los artículos. En este sentido, los tres últimos trabajos se acompañan de resúmenes orientadores de sus respectivas temáticas, cuya lectura previa se recomienda. El tema de la inteligencia artificial no es sólo un epígrafe teórico de la cibernética sin aplicación alguna, como se hará patente al lector. Algunos artículos exponen resultados alcanzados o por alcanzar en el propósito de relevar al hombre de ciertas tareas intelectuales. No obstante, sobre el tema de la inteligencia artificial se ha tejido una especie de sensacionalismo pernicioso por parte de ciertos investigadores exageradamente entusiasmados, y también por la propaganda industrial capitalista de máquinas computadoras y por alguna literatura de ciencia ficción, que han propiciado a su vez una reacción contra lo que se denomina el intento de "reducción mecanicista de la actividad intelectual".

PENSAMIENTO CRITICO, al presentar algunos aspectos teóricos de la Cibernética, —de importancia fundamental para alcanzar el nivel de desarrollo indispensable a la ciencia y la técnica de hoy— cumple una función informativa que puede ser ampliada con publicaciones acerca de las diversas aplicaciones técnicas de esta disciplina científica.



Cuando se considera la problemática teórica de alguna rama de la ciencia, la siguiente cuestión se plantea como fundamental: ¿A partir de qué tareas prácticas surge la necesidad de nuevas investigaciones teóricas? ¿Cuáles son los resultados que se derivan de ella para la práctica? Es desde este punto de vista que es útil considerar los problemas teóricos de la Cibernética, en particular, sus problemas matemáticos y caracterizar sus tareas principales y aquellos métodos de los que ella se vale.

A diferencia de aquella forma de abordar el estudio de la Cibernética que desarrolla A. A. Markov[1] pretendiendo dar, internamente, una definición formal de algunos sistemas (redes causales[2]), que pueden ser considerados como modelos abstractos de aquello que se estudia en la Cibernética, nosotros

* Del libro: *Kibernetica, myshlenie, zhizn* (Cibernética, pensamiento, vida), Editora Mysl, Moscú, 1964. El título original del trabajo: «O teoreticheskih problemah kibernetiki» (Sobre los problemas teóricos de la Cibernética). N. del T.

[1] Se refiere al artículo de Markov: ¿Qué es la Cibernética? En: *Cibernética, pensamiento, vida*. Págs. 39-52. N. del T.

[2] Markov define la Cibernética como la ciencia de las redes causales. Estás pueden ser definidas de la manera siguiente: «sea que tengamos un sistema de varios objetos materiales tales que cada uno pueda encontrarse en varios estados. Estos objetos serán llamados bloques. Sea que entre los estados de los bloques tengan lugar dependencias causales del tipo siguiente: El estado S_1 del bloque K_1 juntamente con el Estado S_2 del bloque K_2... juntamente con el estado S_n del bloque K_n provoca el estado S del bloque K. Los sistemas de este tipo, considerados conjuntamente con las dependencias causales entre los estados de los bloques que tienen lugar en ellos, serán llamados *redes causales* (Idem. pág. 46) N. del T.

partiremos no de aspectos de carácter interno de la Ciencia, sino de aspectos de carácter externo. Las tareas de una ciencia pueden ser bosquejadas, de una parte, encontrándose dentro de los límites de la ciencia dada: de otra parte procediendo desde el exterior y aclarando en primer orden la interrelación de la ciencia en cuestión con otras ramas del conocimiento, procurando caracterizar sobre esta base, la propia problemática interna. Nosotros marcharemos por esta segunda vía.

Es de notar, que en los últimos diez años los procesos de control que tienen lugar en los campos más variados de la actividad humana, se han hecho muy complejos: estos deben satisfacer requisitos diversos y de gran rigurosidad. Se hace necesario controlar los más variados procesos tanto en el campo de la técnica como en el de los fenómenos sociales. En muchos casos se presenta la necesidad de estudiar los procesos de control que tienen lugar en la naturaleza. Con estos últimos guardan relación principalmente, distintas ramas de la Biología y la Medicina. Los resultados de las investigaciones muestran que en la naturaleza el control está logrado con mucha perfección y a veces se presenta con una gran complejidad.

Para poder hacer una buena organización del control en campos distintos, es necesario poseer modelos de buen control. En muchos casos los procesos de control que tienen lugar en la naturaleza pueden servir de tales modelos.

Todo control se estructura de la manera siguiente: Se tiene un *agregado de control* y un *agregado controlable*. Estos están relacionados entre si por *canales de comunicación*. Por estos canales se trasmiten *señales*. Estas señales provocan determinadas acciones del agregado controlable: tiene lugar una correspondencia entre los sistemas de señales que se reciben, y aquellas acciones que estas señales provocan. Esta correspondencia es llamada *codificación* de la información, y el conjunto de señales que pueden ser trasmitidas en las condiciones dadas, reciben el nombre de *información*.

Ya aquí surgen tareas específicas relacionadas, en particular, con el hecho de que la llegada de este o aquel sistema de señales al agregado actuante provoca en un caso algunas acciones del agregado, en otro caso otras. En la consideración de estas tareas es fundamental el aspecto relacionado con los modos de codificación de las acciones provocadas por las señales trasmitidas. Surge el problema de como construir un sistema tal de trasmisión de señales que asegure acciones correctas. En relación con esto son esenciales dos requisitos: En primer lugar se requiere una oportuna trasmisión de las señales necesarias, y en segundo lugar, el requisito de trasmitir señales de buena calidad. Esto último significa que en la trasmisión de señales, las interferencias no conduzcan a una tergiversación en las acciones del agregado controlable.

En este terreno surge un cúmulo de tareas de la *teoría de la información* que incluye la búsqueda de un modo de codificación de la información que garantice el régimen debido del trabajo del mecanismo actuante. Es característico que el mecanismo actuante tiene la posibilidad de realizar muchos actos diversos, mientras que el rol de la trasmisión de señales consiste en garantizar determinada selección dentro del número de actos posibles. Aquí tienen lugar tareas de dos tipos: de una parte, se requiere garantizar la *capacidad de información* del canal de comunicación, de otra, garantizar un *equilibrio de las interferencias*. Estas tareas conducen a problemas que se resuelven por métodos puramente matemáticos. En algunos casos es necesario poder pasar de un sistema de señales a otro y regresar al sistema anterior. En relación con esto surgen problemas relacionados con el paso de un modo de codificación de la información a otro, y cuestiones referidas a la posibilidad de la *codificación* y *de-codificación*. En la solución de estos problemas interviene la aplicación de medios matemáticos. Estos medios están elaborados; los mismos están expresados en toda una serie de principios matemáticos, en teoremas que han sido rigurosamente demostrados. La utilización de estos teoremas permite aclarar en que casos estos o aquellos canales de comunicación son suficientes para asegurar el control de aquellos u otros agregados, qué requisitos debe cumplir un sistema de códigos en el caso de que se diseñe aquel u otro sistema de control, etc. Los resultados obtenidos por la teoría de la información explican, de una parte, fenómenos de la naturaleza, de otra, son utilizados en la técnica.

Un papel especial juegan los canales de *retroalimentación*. Las señales que entran por estos canales informan al sistema de control sobre las condiciones en que transcurre el control, qué dificultades se encuentran en el proceso de control, qué nuevos requisitos se plantean al control, etc. En general, la tarea de la retroalimentación consiste en poner en conocimiento al sistema de control de lo que sucede en el sistema controlable. Es necesario *elaborar* la información que ingresa. Esta elaboración se produce en relación con el *objetivo del control*. *El control* es necesario solamente cuando se requiere alcanzar un *fin* determinado. En correspondencia con el fin que se tenga, el cual está codificado también en el mecanismo de control, y utilizando un sistema determinado de reglas o determinado estatuto, es decir, un conjunto de reglas elementales y condiciones lógicas, se realiza la elaboración de aquel sistema de señales que entra en el mecanismo de control. Como resultado de esta elaboración, el mecanismo de control trasmite sus *señales de control*.

Aquí se plantea la necesidad de elaborar métodos con cuya ayuda se pueda, partiendo del sistema de señales, las que informan sobre el curso del proceso de control, pasar a un sistema racional de señales de comando. Así se forma la rama de la cibernética teórica nombrada *procesos* (o métodos) *de decisión*. Aquí tienen lugar principalmente, los métodos de la planificación, valga decir, los métodos de decisión en condiciones estadísticas: se conoce una situación determinada y debemos tomar una decisión que sea realizada consecuentemente en la vida. Para la decisión de una solución en tales condiciones se ha elaborado el método de *programación lineal* y una serie de generalizaciones de éste.

Estos métodos encuentran aplicación en toda una serie de ramas. Los mismos conducen a resultados importantes; en particular, permiten solucionar tareas que anteriormente, no podían ser resueltas al no existir esos métodos. Por eejmplo, cuando se da alguna tarea y un complejo determinado de medios que pueden ser utilizados en su solución, por medio de esos métodos se pueden distribuir las tareas en la forma más ventajosa posible, según los recursos que se dispongan, a los efectos de obtener la solución en el plazo más corto o con un mínimo de gastos.

Algunas veces, sin embargo, se hace necesario tomar una decisión en condiciones, en que a toda hora está ocurriendo el ingreso de datos complementarios sobre el cambio de una situación. En tales condiciones las decisiones se toman solamente a un plazo inmediato. Estas tareas se deciden mediante métodos que han recibido el nombre de *programación dinámica* y que encuentran una gran aplicación.

Existen problemas relacionados con los procedimientos de decisión donde se hace necesario tomar en cuenta una *situación casual*. Aquí juegan un gran rol los *métodos estadísticos*.

A veces es necesario poder tomar una decisión en una situación donde hay que tener en cuenta las posibilidades menos propicias, por ejemplo, cuando hay que vérselas con un «contrario» que controla su sistema, desde su lado, en detrimento del sistema dado y tiende a causarle a este último pérdidas máximas. En este caso, es necesario buscar aquella forma de acciones que conduzca, ante todas las acciones posibles del «contrario», al efecto más favorable para el sistema dado, — teniendo en cuenta que el «contrario» de su parte, aplicará aquello que le sea más ventajoso. Estos procedimientos de decisión han obtenido el nombre de *procedimientos de juego*. Los mismos forman la *teoría de juegos* que tiene una aplicación práctica, por ejemplo, en los problemas económicos.

Después que ha sido tomada una decisión, es necesario realizarla. Para esto es necesario llevar a efecto un gran complejo de acciones que concuerden entre sí, para lo cual es necesario definir su secuencia, aclarar como cambiar la forma de acción ante algunas situaciones particulares complementarias, etc. Este complejo de tareas se soluciona mediante la *teoría de algoritmos*. La teoría de algoritmos surgió en las entrañas de la matemática pura. No obstante si se escruta atentamente en esta teoría se podrá notar que la misma es aplicable a la solución de tareas que van mucho más allá de ser puramente matemáticas. En la teoría de los algoritmos se consideran algunos actos elementales y se aclara en que caso es posible una combinación de estos actos, que dé solución a la tarea planteada.

La teoría de los algoritmos, desarrollada como parte de la Lógica matemática, ha jugado un gran papel en las matemáticas. La misma ha ido hoy en día mucho más allá de los límites de la temática interna de las matemáticas; en la actualidad la teoría de los algoritmos tiene una gran significación para las ramas más diversas de la actividad humana, aquellas, como por ejemplo, del control de la producción, la planificación de la economía nacional, etc. Muy a pesar de esto, la teoría de los algoritmos no ha tenido hasta nuestro tiempo, la atención que la misma merece. Aquel lenguaje matemático y aquellos métodos generales que fueron desarrollados en el terreno de la solución de tareas matemático-abstractas encontraron aplicación en la solución de problemas de la naturaleza más diversas, y ante todo en aquellas ramas como la *programación para las computadoras electrónicas*. En la rama de la programación para las computadoras electrónicas trabajan hoy probablemente cientos de miles de hombres en el globo terráqueo, y la misma se apoya en la teoría de los algoritmos. Precisamente tal programación constituye el aspecto aplicativo de la teoría de los algoritmos.[3]

Cuando la solución de una tarea es descrita como algún proceso lógico de elaboración de información, es necesario contar con un sistema material determinado (mecanismo) que satisfaga ese algoritmo.[4] Por esto es natural que la *teoría de los sistemas de control* constituya una rama muy importante de la Cibernética y en esencia, el eslabón principal de la Cibernética teórica, es decir, la teoría de los mecanismos que realizan la elaboración de

---

[3] La no consideración de esta circunstancia, una utilización insuficiente, en la programación, de los principios de la teoría de los algoritmos ha conducido al, hecho de que el gran ejército de hombres que trabajan en la programación práctica, frecuentemente trabaje de manera poco efectiva, sin un «coeficiente de acción útil» lo suficientemente alto.

[4] El término *mecanismo* se entiende aquí en su sentido más amplio: esto puede ser una máquina, puede ser un hombre, puede ser parte del organismo humano o parte del organismo de un ser vivo, algún complejo de órganos, puede ser un agregado, que esté formado por máquinas y personas al mismo tiempo, etc.

la información en correspondencia con el algoritmo dado. Esta parte de la Cibernética teórica posee un valor práctico colosal. La organización del control de la economía nacional, la organización del control de la industria, constituyen las más importantes tareas estatales de carácter general. Una parte integrante de la solución de las mismas lo constituye la creación de sistemas de control. La elaboración de los métodos matemáticos para la construcción de sistemas de control es una tarea científica y práctica de mucha importancia.

En los últimos diez años los trabajos en esta rama han sido desarrollados considerablemente en algunas direcciones particulares. Los esfuerzos principales de los teóricos en los primeros tiempos estuvieron encaminados al estudio de algunos modelos con posibilidades limitadas, pero, sin embargo, con una estructura relativamente visible. Estos modelos se escogían de tal manera que en los mismos se conservaran las relaciones esenciales de los objetos reales entre sí. Entre los primeros modelos que comenzaron a ser sometidos a un estudio sistemático, están los *circuitos de contacto*, los cuales fue posible estudiar con la ayuda del *álgebra de la lógica*. Ellos eran perfectamente descriptibles por medios lógicos. En la actualidad se desarrollan teorías matemáticas que permiten construir sistemas de control a partir de mecanismos dados con funciones dadas, que en lo posible contengan un pequeño número de elementos. Esta dirección ha obtenido hoy un gran desarrollo.

Los resultados obtenidos en las ramas de modelado en toda una serie de casos se generalizan y se extienden a una clase mucho más amplia de objeto. Así, en lugar de las redes de contacto es posible considerar aquellas redes que contengan elementos funcionales de naturaleza considerablemente variada. Sucede, que los métodos de síntesis elaborados para los esquemas de contacto encuentran aplicación también a una clase de objetos mucho mayor.

El autómata es otro de los objetos que tiene ahora un gran valor teórico. La *teoría de los autómatas* surgió en el terreno del estudio teórico del funcionamiento de la *red nerviosa*. Inicialmente fue construido un modelo matemático de la red nerviosa. En lo sucesivo el concepto de red nerviosa fue generalizado paulatinamente y surgió la teoría general de los autómatas.

En la actualidad la teoría de los autómatas se expone tanto en un lenguaje lógico como en uno algebraico. La misma tiene un gran valor. Se estudian las relaciones entre la estructura del autómata y su funcionamiento. Particularmente importante es el hecho de que se elaboren métodos algebraicos de simplificación de autómatas de algunas clases. Con la ayuda de las computadoras electrónicas estos métodos se utilizan para la simplificación de algunas construcciones prácticas.

Algunos modelos de sistemas de control se construyen a niveles puramente matemáticos. Por ejemplo, en calidad de modelos frecuentemente se consideran las formas normales del álgebra lógica y los algoritmos de su simplificación.

Esto pareció ser una tarea elemental. Sin embargo, en aquellos casos en que se hace necesario trabajar con funciones que dependen de decenas de variables, el problema de encontrar una forma más simple de escribir estas funciones resulta ser muy difícil. Aquí surge un complejo de algoritmos específicos con cuya ayuda se puede simplificar la escritura de las funciones. Y aquí nos encontramos con el hecho de que los métodos elaborados para una clase reducida de modelos llevados a una suficiente perfección matemática, resultan aplicables a niveles mucho más amplios. Los métodos que fueron elaborados para la simplificación de la escritura de las funciones del álgebra de la lógica se aplican con gran éxito a la solución de tareas de mantenimiento de archivos de sistemas de canales múltiples. La solución de las tareas relacionadas con tales sistemas guarda relación con una aplicación de un lenguaje lógico peculiar y tiene una gran significación para la organización racional de los procesos de producción.

* * * * * * * * * * *

El objeto del presente artículo es el de dar una característica de los problemas teóricos de la Cibernética, partiendo de sus interrelaciones con las ramas del conocimiento donde son aplicables los resultados de esta ciencia.[5] La Cibernética, desde el punto de vista desarrollado por nosotros, es la ciencia de los principios generales del curso de los procesos de control y de la estructura de los sistemas de control. La Cibernética está interrelacionada con muchas ramas del conocimiento que estudian procesos concretos de control. Por sus métodos la Cibernética es una ciencia matemática. Por eso, es erróneo tratar a la Cibernática en forma muy dilatada. Digamos, a menudo la economía matemática en su totalidad es atribuida a la Cibernética, a veces toda aplicación de los métodos matemáticos en la Biología es considerada como perteneciente a la Cibernética, etc. Esto es incorrecto. La

[5] A un círculo semejante de problemas está dedicado nuestro artículo «Problemas teóricos de la Cibernética», «Problemi kibernetiki» No. 9, 1963, el cual contiene una exposición más detallada de algunos problemas considerados en el presente trabajo. Ver también, *S. V. Yablonski*, Sobre los problemas fundamentales de la Cibernética, «Problemi kibernetiki», No. 2, 1958.

Cibernética se ocupa del estudio de los procesos del control y de los sistemas de control. Es precisamente por esto que algunas cuestiones del campo de la economía, de la biología y de otras ciencias son sometidos a estudio por medio de métodos cibernéticos. Pero esto no es fundamento para reducir a la Cibernética todas las cuestiones relacionadas con la aplicación de los medios matemáticos en estas ciencias. Por ejemplo, no existen fundamentos para incluir los problemas de la estadística económica en la Cibernética. Esta misma situación se presenta en el campo de los problemas matemáticos de la Cibernética, a los que hay que referirse más detalladamente.

En la actualidad ha sido considerablemente difundido el punto de vista según el cual la Cibernética cuenta en su base con una representación de la discreción. Es cierto que esto no excluye la utilización en la Cibernética, del aparato clásico de la continuidad; sin embargo, la forma discreta de abordar prevalece indudablemente. La Cibernética en su base es discreta. Esto estampa su huella a todas las situaciones en la cibernética, y se refleja en toda la problemática de la correlación de los métodos discretos y continuos en las matemáticas modernas. En relación con esto, al unísono con el surgimiento y desarrollo de la Cibernética, comenzó a desarrollarse intensivamente también la matemática discreta. En la actualidad la matemática discreta es incluida a veces en la Cibernética. Nos parece que esto también es incorrecto: la matemática discreta no es una parte de la Cibernética, aunque está estrechamente relacionada y tiene una gran significación para la última.

Es bien conocido que la matemática clásica tiene un aparato altamente desarrollado, en forma de análisis matemático, cálculo diferencial e integral y otras partes. En la actualidad dentro de la matemática discreta tienen lugar la formación de teorías que corresponden a las partes señaladas de la matemática clásica. Así, se forman teorías que son análogos discretos de la teoría de las funciones de la matemática clásica, tiene lugar la formación de la geometría discreta y de otras ramas de la matemática discreta.

La utilización de abstracciones de largo alcance en la Cibernética conduce a una aplicación amplia del aparato matemático. Ese aparato se construye, de una parte, a partir de las necesidades de la propia Cibernética, de otra parte es tomado de distintas ramas de las matemáticas. En relación con esto se debe subrayar la importancia especial que tienen para la Cibernética aquellas partes de las matemáticas, como la *Lógica matemática, la estadística matemática, y la teoría de las probabilidades* que han existido mucho antes de la Cibernética; el valor de muchas de estas disciplinas para la Cibernética en considerablemente grande, y es posible suponer que con el tiempo el mismo irá en ascenso.

Anteriormente se ha hablado de la gran importancia que tiene la elaboración de los métodos matemáticos para la construcción de los sistemas de control. La elaboración de estos métodos se produce en relación a algunos modelos especiales que poseen posibilidades limitadas, pero sin embargo poseen una estructura relativamente simple. Estos objetos de modelado se seleccionan de tal manera que conservan su semejanza con los sistemas de control reales.

Los objetos de modelado indicados son conceptos matemáticos totalmente exactos. Los mismos provienen de distintas ramas de la ciencia y de la técnica. Algunos de estos conceptos están tomados de la Lógica matemática, otros de la técnica; tales son por ejemplo, los conceptos de sistema de contacto, circuito electrónico, autómata; en la Cibernética han entrado objetos de la biología, como la red nerviosa; del campo de las computadoras, el de programa, etc. En la Cibernética teórica se consideran distintos tipos de tareas para estos objetos de modelado. La consideración de estas tareas está estrechamente vinculada con la diferenciación de los enfoques *macro* y *microscópicos* en la Cibernética.

Es sabido que el estudio de los sistemas de control es posible desde dos puntos de vista: *desde un punto de vista macroscópico* (enfoque macroscópico) y *desde un punto de vista microscópico* (enfoque microscópico). En el enfoque macroscópico, el sistema de control es considerado como una «caja negra»,[6] cuya estructura interna es desconocida o casi desconocida. Tal situación tiene lugar por ejemplo, cuando se estudian sistemas de control difíciles de abordar (en los juegos, etc.) o cuando se consideran sistemas de control cuya estructura no está lo suficientemente estudiada (en la Biología, etc.). La esencia del enfoque macroscópico es definida por algunas peculiaridades específicas de los sitemas de control. En la mayor parte de los casos el sistema de control representa un objeto de naturaleza discreta, compuesto, en general, por un gran número de subsistemas de control elementales (elementos). Esta circunstancia conduce al hecho de que el sistema de control actúa no solamente como un objeto que posea una microestructura, sino también,

[6] «Caja negra»: En estos sistemas el observador tiene acceso solamente a las señales de entrada y a las de salida, mientras que el mecanismo interno del mismo es desconocido. Las conclusiones sobre la conducta de estos sistemas, generalmente se hacen por medio de las observaciones de los cambios de las señales de salida que producen los cambios en las señales de entrada. Ver: W. Ross Ashby— «An introduction to Cibernetics». También: S. Beer— «Cibernetics and Management». N. del T.

como un objeto macroscópico. La presencia de un sistema de control de gran complejidad hace difícil el examen de la dependencia de las macropropiedades con respecto a las micropropiedades del mismo. Por esto, en las primeras etapas del estudio de un sistema de control, usualmente se acude al enfoque macroscópico (compare la forma de I. P. Pavlov de abordar el estudio de la actividad nerviosa superior). En el enfoque macroscópico el sistema de control investigado no admite un examen completo; lo único que se somete a una observación directa, son los polos del esquema del sistema de control, su memoria externa, así como su conducta. Como regla, ante la realización del enfoque macroscópico, desconocemos el esquema del sistema de control, como también la información elaborada por él, así como sus funciones. De tal manera, desde el mismo comienzo poseemos datos sobre el destino del objeto dado y contamos con una representación bien trivial, bien muy imprecisa del objeto como sistema de control. Por esto, antes que nada es necesario descubrir al objeto dado como sistema de control.

La obtención de tal tratamiento del objeto, está vinculada con la construcción de una descripción matemática especial de este objeto, la cual es necesaria para las consideraciones cibernéticas subsiguientes. No es posible hacer esto por la sola vía del enfoque macroscópico: aquí también es necesario el enfoque microscópico.

Después de realizadas las investigaciones por la vía del enfoque macroscópico, deberemos pasar indefectiblemente al enfoque microscópico. La posibilidad del enfoque microscópico se define por el hecho de que el sistema de control puede ser desmembrado en sistemas elementales, al mismo tiempo el número de estos sistemas de control elementales puede ser considerablemente grande. El enfoque microscópico comienza siempre con la puesta de manifiesto de los sistemas de control elementales con relación a los sistemas de control pertenecientes a alguna clase. A nivel del enfoque microscópico se produce la distinción de los «ladrillos» de los que están formados los sistemas de control.

La problemática matemática en la Cibernética está vinculada con las tareas principales de esta última y con los niveles de las abstracciones admitidas en ella, por eso es útil caracterizar las tareas matemáticas de la Cibernética en relación con las tareas fundamentales de esta ciencia y los enfoques macro y microscópicos desarrollados en la misma.

A nivel del *enfoque macroscópico* se debe distinguir, antes que nada, la tarea de *descubrir el código de la información*. Con esto se relacionan una serie de problemas de la *teoría de la información*: el estudio de los diferentes *principios de codificación*, el estudio de las propiedades de los *sistemas de códigos*, la investigación de los *algoritmos de la codificación y decodificación*. Luego procede la distinción de las funciones del sistema de control. Esto consiste en la investigación del aparato matemático que describe el funcionamiento de los sistemas de control, por ejemplo, la elaboración de lógicas *finitovalentes e infinitovalentes*, el estudio de *operadores limitadamente-determinados*, el estudio de los *algoritmos*, la *elaboración de la lógica probabilística y la teoría de los algoritmos con acontecimientos casuales elementales*.

El estudio de la conducta de los sistemas de control da lugar a un círculo importante de tareas matemáticas que surgen al nivel del enfoque macroscópico. Este círculo de problemas incluye el estudio de los sistemas de control como *canales de comunicación* (la evaluación de la capacidad de tráfico, problemas de la estabilidad de interferencias, etc.); la investigación de los sistemas de control como sistemas de *mantenimiento de archivos* (problema de la *confiabilidad*, evaluación de la *efectividad del mantenimiento*, etc.); el estudio de la conducta del sistema de control desde el punto de vista del alcance de un *fin (problemática de juego)*; el estudio de la conducta de los sistemas de control desde el punto de vista de su organización (su comparación, determinación de la capacidad de aprendizaje, etc); la evaluación de la estructura del sistema de control a partir de su conducta, en particular la evaluación de la extensión de la memoria interna.

La tarea del descubrimiento de los vínculos entre los elementos es formulada matemáticamente en el *enfoque microscópico*. Aquí se consideran las tareas vinculadas con la topología de los sistemas de control, a saber: tareas vinculadas con la teoría de los grafos, con la teoría de las redes lógicas, y el estudio de los circuitos (incluyendo la elaboración de los diferentes lenguajes para la estructura de los esquemas de tales circuitos).

La algoritmización de los sistemas de control constituye una rama importante de las tareas de la cibernética matemática. En esta problemática pueden ser incluidos el estudio de los modos diferentes de algoritmización de los sistemas de control (el cálculo de los elementos, de la topología, de la información); la elaboración de los principios de las algoritmizaciones *aproximadas* (tácticas), entre ellos, los principios de la *teoría de los juegos*, de los modelos matemáticos de los juegos.

Luego procede el *análisis*, y lo que es particularmente importante, la *síntesis de los sistemas de control*. La *síntesis* de los sistemas de control incluye la elaboración de los métodos de síntesis de los sistemas de control que poseen una conducta dada (incluyendo la tarea de la *automatización de la síntesis)*; el estudio de las *características asintómicas* (en dependencia de los elementos,

la topología, el tipo de algoritmización); el descubrimiento de la naturaleza lógica de la dificultad de la síntesis de los *circuitos minimizados* (los más económicos en algún sentido); el descubrimiento de familias de sistemas de control con una conducta mucho más simple.

Las transformaciones idénticas de los sitemas de control constituyen otro grupo de tareas de la cibernética matemática. Con estas tareas está vinculada la construcción de sistemas de identidades para la transformación de sistemas de control de distintas clases; el descubrimiento de los casos en que se hace posible la construcción de un sistema de identidades finito y completo; la elaboración de algoritmos de simplificación de los sistemas de control con la ayuda de un sistema de identidades.

Cuando se elaboran los métodos de transición de un sistema de control a otro, en el proceso de su evolución, surgen tareas matemáticas peculiares.

Los problemas relacionados con el estudio de la *confiabilidad* de los sistemas de control constituyen una rama especial de las cuestiones matemáticas de la cibernética, estos son: la puesta de manifiesto de la influencia de la elección del código, sobre la confiabilidad del trabajo del sistema de control ante la no confiabilidad de las entradas (construcción de *códigos de equilibrio de las interferencias);* la síntesis de sistemas de control confiables, a partir de elementos no confiables; la elaboración de métodos de control del trabajo de los sistemas de control.

Llama la atención la generalidad de las tareas matemáticas para los diferentes modelos señalados con anterioridad. De una parte se tiene una comunidad de resultados: la elaboración de teorías relacionadas con modelos diferentes de la cibernética frecuentemente conduce a resultados que coinciden totalmente — a resultados muy similares. Se produce también la comunidad de métodos en distintas ramas de la cibernética matemática. Los resultados obtenidos para un modelo se transfieren a otro, frecuentemente, casi palabra por palabra.

Esto incita en la actualidad a ocuparse de la elaboración de nuevos conceptos generales y a la realización de una clasificación de los sistemas de control y de los objetos de modelado de la cibernética matemática. Es un hecho, que nunca llegaremos a alcanzar un sistema perfecto de conceptos de la cibernática. No obstante es necesario avanzar en esta dirección. La necesidad de elaborar conceptos más generales que los existentes en la cibernética, y de una clasificación de los objetos considerados en ella, no es cuestión que se desprenda simplemente de la necesidad de esbozar el objeto de la cibernética: esta necesidad, se hace sentir nitidamente en relación con la solución a las tareas que surgen en la Cibernética. Las propias tareas exigen la elaboración de nuevos conceptos. Citemos el ejemplo siguiente.

En la actualidad se han obtenido resultados científicos considerables en la teoría de los *circuitos de contacto*. Pero no hay nada que ocultar: los circuitos de contacto en la automática pueden ser considerados como el día de ayer de la ciencia y de la técnica. La automática moderna se basa en elementos de más perfección, en los modernos resultados de la electrónica. Con eso, los elementos de los mecanismos técnicos modernos de la cibernética progresan rápidamente. Por eso si se intentara cada vez construir una teoría de determinados elementos concretos, las mismas estarían condenadas de antemano a una infecundidad práctica, ya que no podrían ser utilizadas: envejecerían antes de que alcanzaran resultados de alguna consideración para la práctica. El planteamiento de tareas generales, la elaboración de conceptos generales preservan, precisamente, contra esta situación.

Es necesario decir, que aunque subrayamos la necesidad de la elaboración de conceptos generales relacionados con los modelos de la Cibernética, esto no quiere decir, de ninguna manera, que subvaloremos la significación del estudio de modelos concretos. El rol de las investigaciones en este campo también será muy grande en lo adelante. Tomemos por ejemplo, un objeto de modelado como los autómatas. Algunos de los resultados que se logran cuando se investigan estos modelos, no se obtienen directamente. Por eso se hace necesario introducir, digamos, modelos intermedios, modelos que no coinciden totalmente con los autómatas, pero que les son parecidos; se hace necesario resolver de alguna manera la tarea planteada para estos modelos intermedios e irlos aproximando paulatinamente a los autómatas. Por esta vía la tarea planteada es resuelta, frecuentemente, lo más fructíferamente.

* * *

Para concluir detengámosno en algunas cuestiones vinculadas con la tarea del desarrollo ulterior de la Cibernética. Antes que nada, la específica de la Cibernética exige una organización peculiar del trabajo científico. La Cibernética es por sus métodos, una ciencia matemática. Su objeto es muy diverso y la misma se relaciona con distintas ramas de la actividad humana. En la Cibernética tienen una gran significación la utilización de las computadoras y la técnica del cálculo electrónico, ya que estos son medios universales para la simulación de los sistemas de control y para la comprobación de los resultados de las investigaciones que se obtienen teóricamente. Por eso se hace necesaria una organización de colectivos vigorosos, formados, de matemáticos, representantes de la técnica electrónica de cálculo y de espe-

cialistas de aquellas ramas a las que se propone la Cibernética. Estos son antes que nada, los economistas, tecnólogos, biólogos, linguistas, etc.

La Cibernética es una rama de la ciencia que posee un gran valor práctico, pero que exige gastos materiales considerables, la atracción y formación de nuevas fuerzas científicas, la elaboración de una nueva aparatura técnica, etc. Por eso se hace necesario, la creación de centros científicos poderosos, bien equipados de posibilidades técnicas y experimentales y que posean especialistas de todas las ramas necesarias. Hasta que tales centros científicos no sean creados, en el campo de la Cibernética, habrán más buenos deseos que cuestiones reales.

Con el problema de la creación de centros de Cibernética poderosos está vinculada la tarea de la formación de cuadros. La necesidad de perfeccionar la cuestión de la preparación de los especialistas en todas las ramas relacionadas con la Cibernética. Un ejemplo convincente de esto lo constituyen la biología y la medicina. Las perspectivas de la aplicación de la Cibernética en estas ramas es considerablemente amplia: La ayuda a los médicos en el servicio de operaciones del lado de la Cibernética, y de la técnica Cibernética; la utilización de computadoras para las consultas cuando se plantean los diagnósticos de las enfermedades; la aplicación de la Cibernética en la rama de la selección en algunos campos del control de la agricultura, etc.

Eludir la necesidad de desarrollar la dirección cibernética en la biología no es posible bajo ninguna condición. Para el desarrollo de esta dirección es necesario ante todo una difusión entre los especialistas —biólogos y médicos— de conocimientos matemáticos, y de una cultura matemática. Sin embargo, en la actualidad, ni los médicos ni los biólogos reciben una formación matemática moderna.[7] Es extremadamente importante para los médicos y biólogos, una moderna preparación físico-matemática. En general se debe pensar en una aproximación de la educación superior moderna a aquellas exigencias que presenta la vida en relación con el hecho de que haya aparecido una nueva rama de la ciencia y de la técnica: la Cibernética y la técnica de computación electrónica. Aquí es necesario, en primer orden es necesario reflexionar detenidamente sobre la cuestión de una ampliación y elevación del nivel de la formación matemática.

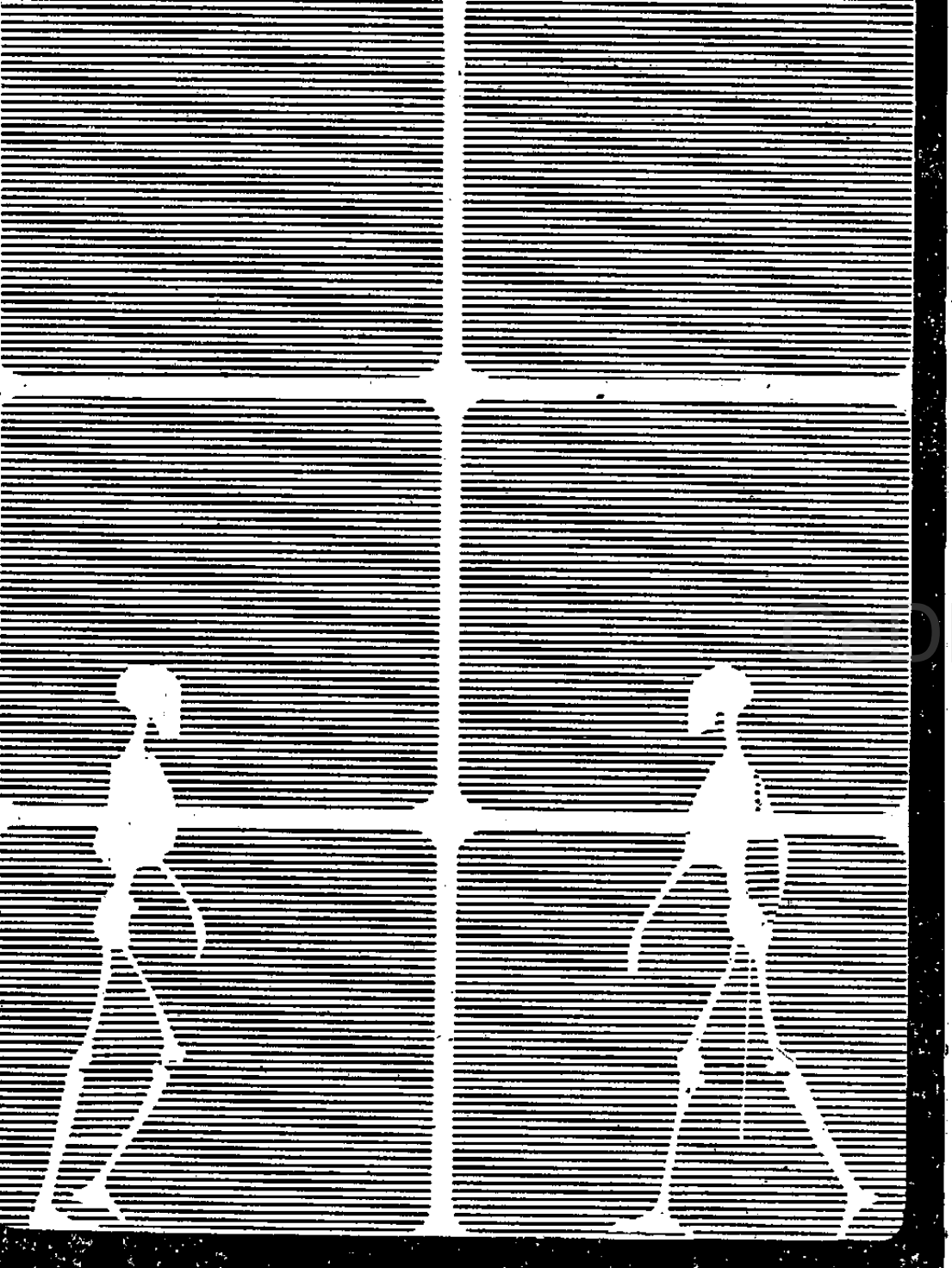
Finalmente es necesario hablar sobre la literatura de Cibernética. Aun son muy limitadas las tiradas de una literatura científica cabal sobre Cibernética. Además, las ediciones populares que se dedican a la masa de los lectores y los

[7] Los cursos de matemática estudiados por ellos son muy limitados, y lo fundamental, que no corresponden a los requisitos que debe reunir la formación matemática del médico y el biólogo cibernético.

artículos en la prensa periódica, frecuentemente de poca calificación, tienen una amplia divulgación. Ha madurado la tarea de mejorar radicalmente el problema de la literatura en el campo de la Cibernética, escribir y editar tiradas suficientes de libros buenos de sus distintas ramas.

Traducción: *Eramis Bueno*

CeDInCI



inteligencia artificial: preguntas y respuestas

e. a. feigenbaun julian feldman

¿Qué es una computadora? ¿Es precisamente una «fábrica de números»?

En la concepción popular, una computadora es un calculador numérico de alta velocidad. Esta idea es solo en parte correcta. Una computadora digital es, de hecho, un dispositivo general procesador de símbolos, capaz de realizar cualquier proceso bien definido de manipulación y transformación de información.

Todas las computadoras digitales de propósito general son básicamente semejantes. Ellas tienen:

1 ● Una o más «entradas» (input) para transformar información simbólica externa a la máquina en la forma internamente usable (por la máquina). Estas formas internas son los *símbolos* que la máquina manipula. Un lector de tarjetas ponchadas es un ejemplo de un dispositivo de entrada.

2 ● Una o más «salidas» (output) para transformar los símbolos internos de nuevo en forma externa. El impresor de la computadora es un ejemplo de un dispositivo de salida.

3 ● Uno o más dispositivos de «memoria» capaces de almacenar símbolos antes, durante, y después del proceso.

4 Una «unidad aritmética». Una de las posibles interpretaciones que se pueden dar a los símbolos de una computadora es la *numérica*. La unidad aritmética es una pieza de aparejo electrónico que opera sobre estos números para producir (bajo la interpretación numérica) sumas, diferencias, productos, etc.

5 ● Una «unidad de control». La unidad de control es el ejecutivo de la computadora. Está conectada para comprender y obedecer un repertorio de *instrucciones* (u órdenes), llamando a la acción a las otras unidades cuando es necesario. Las instrucciones son generalmente procesos elementales, por ejemplo, ir por un símbolo colocado en un lugar específico de la memoria, regresar un símbolo a algún lugar en la memoria, desviar un símbolo un cierto número de lugares a la izquierda o a la derecha en una «memoria laborante».

Una instrucción muy importante «control de comparar y transferir» habilita a la computadora para tomar una decisión entre dos selecciones, es decir, a tomar uno de dos cursos de acción especificados de acuerdo con la información hallada en alguna célula de la memoria. Por el cascadeo de estas simples decisiones, decisiones altamente complejas pueden ser logradas.

Procesos de información más complicados que aquellos que están «sellados» en la computadora pueden llevarse a cabo por medio de una sucesión de instrucciones elementales llamada *programa*. El programa es el enunciado preciso del procesamiento de la información que el usador desea que la máquina realice. El programa de una computadora se almacena en la memoria junto con el resto de la información sobre el problema y los datos de este. Una parte de un programa puede indicar el traslado de otra parte del mismo de la memoria a la unidad aritmética y alterarla. La computadora digital de propósito general puede hacer cualquier tarea de procesamiento de información que pueda escribirse en forma de programa. La misma computadora que en un momento esté computando la nómina de pago de una compañía puede estar computando en el siguiente momento un diseño aéreo o una prima de seguro. Cualquier programa para una computadora de propósito general la convierte de una máquina de propósito general en una maquina de propósito especial para realizar la tarea sugerida por el usador que escribió el programa.

¿Es posible pensar para las máquinas computadoras?

No —si se define el pensamiento como una actividad peculiar y exclusivamente *humana*. Tal tipo de conducta en las máquinas, tendría que ser llamada por eso conducta análoga a la pensante.

No —si se postula que existe algo en la esencia del pensamiento que es *inescrutable, misterioso, místico.*

Si —si se admite que el problema ha de ser resuelto por *experimento* y *observación*, comparando la conducta de la computadora, con la conducta de los seres humanos a los que el término «pensante» se aplica generalmente.

Consideramos las dos perspectivas negativas como acientíficamente dogmáticas... Armer... califica la perspectiva positiva señalando qu existe un continuo de conducta inteligente y que el problema de cuan lejos podemos ir con las máquinas a lo largo de ese continuo ha de ser resuelto por investigación, no por dogma. Podríamos añadir una cualificación más: afirmar que las máquinas pensantes son posibles no es afirmar necesariamente que ya existen máquinas pensantes con las capacidades humanas (o que existirán en un futuro cercano).

¿Cuál es entonces el objetivo en la investigación sobre la inteligencia artificial? Tal como nosotros interpretamos esta área es este: *contruir programas de computadoras que la hagan exhibir una conducta que llamamos «conducta inteligente» cuando la observamos en los seres humanos.*

Pero, ¿acaso una computadora no hace sino exactamente lo que se le dice que haga y nada más?

Comentando esta pregunta familiar, un investigador bien conocido en este campo tenía esto que decir:

> *Este enunciado —que las computadoras pueden hacer solamente lo que se les programa que hagan— es intuitivamente obvio, indubitablemente verdadero, y no apoya ninguna de las implicaciones que comunmente se extraen de él.*
>
> *Un ser humano puede pensar, aprender y crear porque el programa que su dotación bilógica le da, junto con los cambios en ese programa producidos por la interacción con su medio después de su nacimiento, lo capacitan para pensar, aprender y crear. Si una computadora piensa, aprende y crea, será en virtud de un programa que la dota de estas capacidades. Claro que éste no será un programa —más de lo que lo es el de los seres humanos— que exija una conducta altamente estereotipada y repetitiva, independientemente de los estímulos que lleguen del medio y latarea a completar. Será un programa que hará la conducta del sistema en sumo grado condicional a las circunstancias de la tarea —a los objetivos de la tarea y a los indicios extraídos del medio que indican si se realizan progresos hacia estos objetivos. Será un programa que analiza, por algunos medios, su propia ejecución, diagnostica sus fracasos, y realiza cambios que mejoren su futura efectividad.* (Simon, H. A. *The New Science of Management Decision*, New York: Harper & Row, 1960, p. 25).

¿Es verdad que una computadora podrá ser campeón de ajedrez, dado que la computadora es tan rápida que puede examinar todos los movimientos posibles y sus consecuencias?

Esta concepción del potencial de solución de problemas de las computadoras descansa en la *suposición* de que las computadoras siendo tan rápidas, pueden «pensar en todo». Esta forma de computar podría ser llamada computación por «fuerza bruta». Los programas de «fuerza bruta» tienen generalmente una estructura simple, que emplea una enumeración exhaustiva de posibilidades y una exhaustiva investigación. ¿Es la computación por «fuerza bruta» un método general para manejar problemas que usualmente se considera que tienen un «contenido intelectual»?

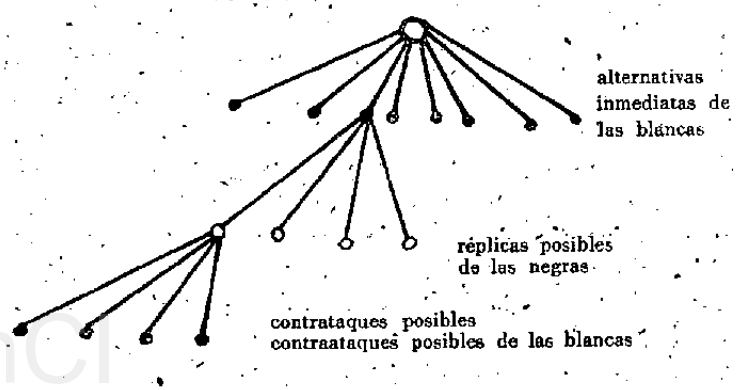
Para responder esta pregunta, tenemos que mirar primeramente que cosa es un problema. Un problema existe para un solucionador de problemas cuando este se enfrenta a la tarea de seleccionar una de un conjunto de alternativas colocadas frente a él por el medio ambiente que rodea al problema. El solucionador de problemas no tiene problemas si el medio ambiente se le presenta con una sola alternativa; él tiene obligatoriamente que tomarla. Lo que es problemático en las alternativas no es tanto su número como sus consecuencias .Las alternativas tienen regularmente consecuencias elaboradas, que necesitan ser evaluadas, antes de que una de ellas sea seleccionada. La expresión formal de esta noción nos lleva al llamado *modelo de laberinto de un problema*. Veamos un ejemplo.

Consideremos el problema de seleccionar un movimiento en algún momento en un juego de ajedrez. Si la posición le permite al jugador una sola alternativa, no hay problemas —el movimiento es *forzado*.— Pero si realmente hay un problema genuino la decisión puede ser hecha examinando las consecuencias inmediatas y remotas de seleccionar alternativas particulares —los movimientos abiertos al oponente, las réplicas posibles a estos movimientos, etc. Este «árbol de posibilidades» está representado en la figura No. 1.

En principio este árbol puede ser completamente elaborado; los puntos finales pueden ser identificados como ganancias, pérdidas o tablas; y una estrategia puede ser empleada para determinar la mejor alternativa posible en la punta del árbol.

Dado que el procedimiento puede ser programado en principio en modernas computadoras de alta velocidad, ¿por qué entonces el ajedrez sigue siendo un juego tan interesante? ¿Por qué entonces las computadoras no son campeones invencibles en el ajedrez?

La respuesta es simple: el tamaño del laberinto de ajedrez es enorme. Ha sido estimado que hay aproximadamente 10^{120} pasos diferentes a través de un laberinto completo de ajedrez (dar o tomar, quizás muchas potencias de a 10). Aún dentro de las más generosas suposiciones sobre la potencia de la moderna maquinaria de computación, ahora o en el futuro, se presenta más allá de los límites de la plausibilidad el que una computadora llegue a ser capaz de jugar «óptimamente» ajedrez por la estrategia exhaustiva mencionada arriba.



La computación por fuerza bruta de problemas de laberinto (cualesquiera exceptuando los más triviales) no servirá.

La solución de problemas por este método está más allá del dominio de la posibilidad práctica.

¿Entonces, cómo tenemos que construir un solucionador de problemas inteligente?

Parece que la clave para una conducta inteligente, tanto para hombres como para máquinas, es una *búsqueda altamente selectiva*, habiendo sido explorada la poda drástica del árbol de las posibilidades. Para que un programa de computadora se comporte inteligentemente, debe buscar en laberintos de problemas de un modo altamente selectivo, explorando pasos relativamente fértiles con soluciones e ignorando pasos relativamente estériles.

¿Qué cosa es un programa heurístico?

Una heurística (una regla heurística, un método heurístico) es un cálculo a ojos vistas, una estrategia, una treta, una simplificación o cualquier otro tipo de recurso que limita drásticamente la búsqueda de soluciones en gran-

des conjuntos de problemas. La heurística no garantiza soluciones óptimas; de hecho no se garantiza ninguna solución en general; lo más que se puede decir sobre una heurística útil es que ofrece soluciones que son suficientemente buenas la mayoría del tiempo. Un *programa heurístico* es un programa que emplea la heurística para solucionar problemas complejos.

Los métodos heurísticos han sido contrapuestos a los métodos algorítmicos para encontrar soluciones de problemas, y una cierta cantidad de «sangre intelectual» ha sido derramada innecesariamente en este campo de batalla.

Sin entrar en las sutilidades de esta discusión, observaremos que el término «algoritmo» es usado con bastante ambigüedad en matemática y lógica. Bajo una definición bastante sostenida, los algoritmos son procedimientos de decisiones que se encuentran garantizados para producir la solución buscada, dando bastante tiempo.

El programa de fuerza bruta descrito arriba para jugar ajedrez es un algoritmo. Pero los algoritmos (bajo este concepto) son conocidos o prácticos, sólo para un subconjunto muy pequeño de todos los problemas interesantes que uno quisiera ver resueltos mediante las computadoras. Sobre el espectro de la clase más amplia, los métodos heurísticos parecen ofrecer una aplicabilidad más general.

La ganancia en usar la heurística consiste en reducir grandemente la búsqueda y por lo tanto, la practicabilidad. Muy frecuentemente pero no siempre, se paga un precio: por limitaciones drásticas de búsqueda algunas veces la mejor solución (en realidad *cualquiera o todas* las soluciones) puede ser pasada por alto.

La heurística llega al menos en dos variedades: de propósito especial y de propósito general. Examinémoslos por medio de estos ejemplos:

1 ● El jugador barato de ajedrez puede usar típicamente esta medida de juego: cesar de explorar cualquier secuencia que pone a la reina en peligro inmediato de ser capturada. Este sería un propósito especial de la heurística sobre ajedrez. Será conveniente para el jugador barato porque lo mantiene alejado de un tipo de problema. Usando este especialmente crudo proyecto de búsqueda limitante, el jugador barato nunca descubrirá esas combinaciones excitantes de sacrificio de la reina, las cuales consiguen «¡!» reseñas en los libros de ajedrez.

2 ● Probando teoremas, un matemático trabaja regularmente en forma retrospectiva del teorema que él está tratando de probar a teoremas o axiomas conocidos, en vez de partir de expresiones conocidas hacia adelante, usando las reglas de inferencia, hasta que cae en el teorema que tiene que probar. Bajo ciertas condiciones, «trabajar retrospectivamente» es una poderosa heurística general para utilizar información anterior en el problema que guíe la búsqueda de su solución.

3 ● Una útil medida de aproximación usada por los seres humanos en la mayoría de sus soluciones de problemas es esta: atacar un problema nuevo con métodos que han solucionado problemas similares en el pasado. Los criterios de «similaridad» pueden ser ellos mismos heurísticos. Si el medio ambiente está en un cierto estado de invariabilidad con respecto a tipos de problemas, esta heurística puede ser muy útil. En medios ambientes que demandan un alto grado de innovación en la solución de problemas, este criterio heurístico impide más que facilita la solución de problemas.

4 ● Dos métodos de solución de problemas heurísticos de propósito general empleados comúnmente en el razonamiento humano son *«análisis de medios-fines»* y *«planeamiento»*.

En el análisis de medios-fines un estado de problema inicial es transformado en un estado final seleccionando y aplicando operaciones las cuales, paso a paso, reducen la diferencia entre ambos estados. En el método de planeamiento, se construye un estado simplificado del problema original y se aplica el análisis de medios-fines a este problema nuevo más simple. El resultado es un conjunto de planes (conjeturas sobre secuencias posibles de un operador), con esperanza de que uno de ellos servirá, esto es, resolverá el problema original.

¿Qué cosas son algunos problemas no resueltos de la investigación de la inteligencia artificial?

En un área tan nueva y exploratoria la mayoría de los problemas se mantienen sin resolver, en realidad sin haber sido atacados. En este estadio, no es fácil identificar y enunciar los problemas, excepto en un sentido muy general. Ofrecemos algunos ejemplos que pensamos están maduros para atacar:

1 ● *El aprendizaje de heurística.* Una cuestión enigmática, fascinante y extremadamente importante es ésta: ¿Cómo pueden las computadoras (y así la gente) aprender métodos y reglas heurísticas nuevas, tanto para propositos especiales como generales? En este momento nuestro conocimiento de los mecanismos de aprendizaje para programas de solución de problemas es rudimentario. Cualquier vencimiento de dificultad en esta área

nos ofrecerá la promesa de conseguir «estirar» nuestro camino en programas de solución de problemas mucho más poderosos.

2 ● *Inferencia Inductiva.* Por lo general la inteligencia artificial es fuerte en inferencia deductiva, débil en inferencia inductiva, sin embargo en la olla de bullir de la inteligencia diaria, la inducción es ciertamente el ingrediente más significativo. Una forma de ver el problema es que nosotros necesitamos programas que inducirán en algún sentido «modelos» internamente almacenados de ambientes externos —modelos a partir de los cuales los programas pueden realizar producciones válidas y útiles sobre estados ambientales futuros. Mirando en otro sentido, este es el problema de formación de hipótesis por máquinas. Se trata del problema general de reconocimiento de estructuras. Hoy sabemos muy poco acerca de este problema decisivo.

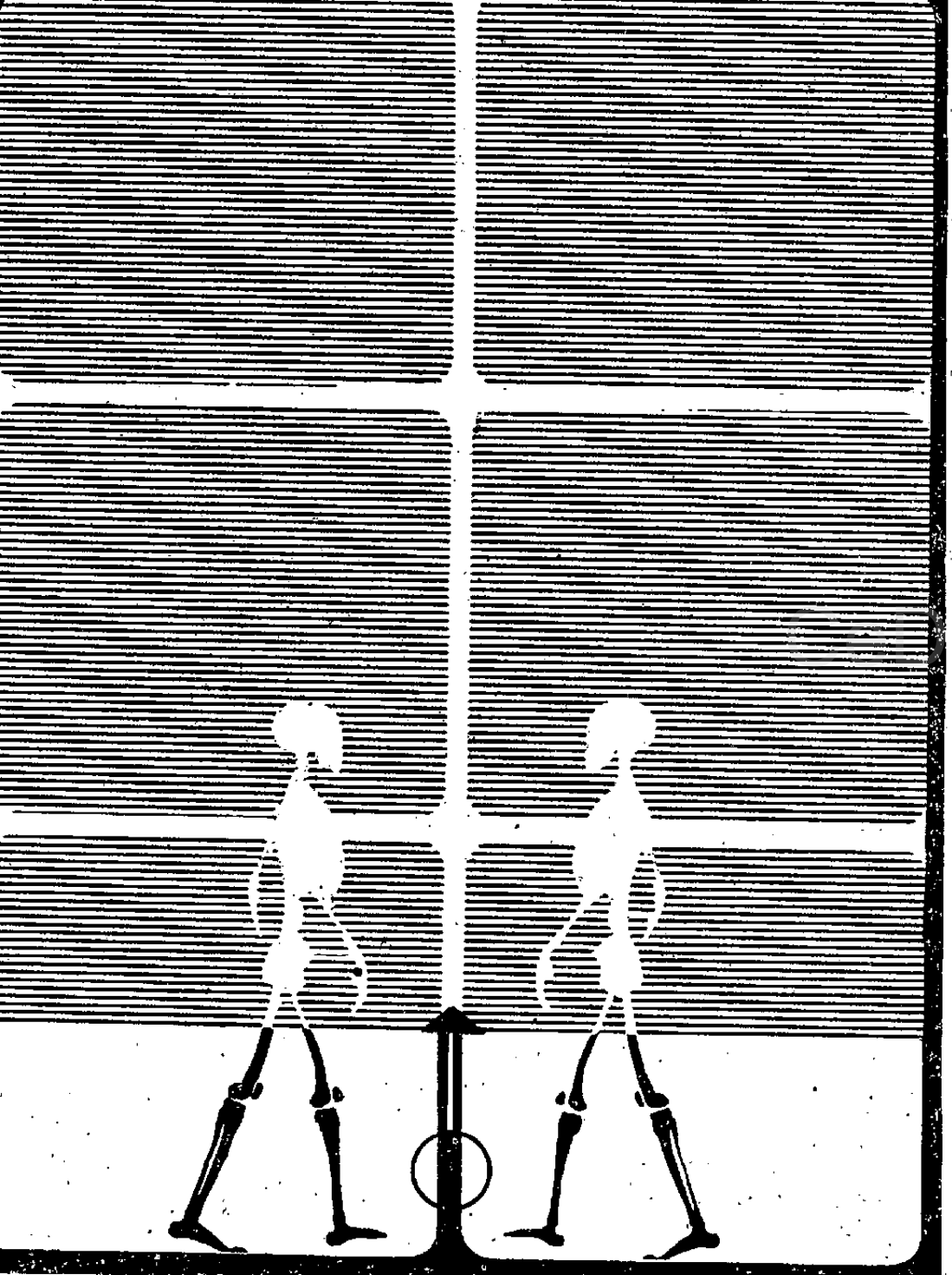
3 ● *Comprensión del lenguaje natural.* Un problema de gran interés, teórico y práctico, es el de la construcción de un programa para comprender la comunicación en el lenguaje natural (la palabra «comprender» está utilizada con una connotación totalmente humana). Para que sea más simple: uno quisiera estar capacitado para entablar un diálogo con una computadora —un diálogo en el cual la computadora sostendrá su parte en la conversación adaptativamente, inteligentemente, con comprensión. La investigación en programas de preguntas y respuestas es un buen principio. Hay muchas cosas que pueden ser transferidas de la investigación sobre traducción mecánica, la recuperación de información, los modelos de la memoria asociativa humana y así como de otras áreas de la ciencia de la información. El problema está maduro para un intensivo estudio interdisciplinario.

¿Cuáles son los límites de la investigación sobre inteligencia artificial?

Nadie puede responder esta pregunta hoy. Quizás la cuestión tiene más de fascinación que de importancia. En términos del continuo de inteligencia sugerido por Armer, los programas de computadoras que nosotros hemos podido construir están aún en el extremo inferior. Lo que es importante es que nosotros continuemos lanzándonos en dirección a los postes indicadores del área de las capacidades de la inteligencia humana. ¿Hay alguna razón para suponer que nunca llegaremos hasta esos puntos? ¡Ninguna! Ni una sola evidencia o argumento lógico, ninguna prueba o teorema ha sido nunca presentado que demuestre algún obstáculo insalvable a lo largo del continuo.

Hoy, a pesar de nuestra ignorancia, podemos señalar hacia el poste biológico, el cerebro pensante, con el mismo espíritu con que los científicos muchos cientos de años antes señalaron hacia el pájaro como una demostración en la naturaleza de que los mecanismos más pesados que el aire podrían volar.

Traducción de Clotilde Sánchez y Luciano García



la inteligencia artificial: crítica y anticrítica

paul armer

Un pájaro es un instrumento que trabaja de acuerdo a las leyes matemáticas instrumento que está dentro de la capacidad del hombre el reproducirlo con todos sus movimientos.

LEONARDO DA VINCI
1452/1519

Este es un intento de analizar actitudes y argumentos traidos aquí por preguntas tales como «¿Pueden las máquinas pensar?» y «¿Pueden las máquinas exhibir inteligencia?» Su propósito es el de mejorar el clima que rodea la investigación en el campo de la máquina o inteligencia artificial. Su objetivo no es el de convencer a aquellos que responden negativamente esas preguntas de que ellos están equivocados (a pesar de que se hará un intento por refutar alguno de los argumentos negativos), sino el de que ellos deben ser tolerantes en las investigaciones de estas preguntas. Las actitudes negativas existentes hoy en día tienden a inhibir ese tipo de investigación (Mac Gowan - 1960.)[1]

[1] Casi un libro completo. «Las Computadoras y el Sentido Común, el mito de las máquinas pensantes», ha sido dedicado a condenar la investigación en inteligencia artificial (Taube, 1961). Los lectores que han sido expuestos a este libro deben acudir a las acotaciones de él mismo hechas por Richard Laing (1962) y Walter R. Reitman (1963), particularmente el primero.

Historia

Antes de examinar los argumentos y las actitudes actuales frente a la inteligencia artificial, veamos algunas partes de la historia de esta discusión, ya que estas preguntas han sido llevadas y traídas por largo tiempo.

Samuel Butter (1835-1902) en «Erewhon and Erewhon Revisited» (1933), urdió una guerra civil entre los «maquinistas» y los «antimaquinistas». (La victoria, incidentalmente fue para los antimaquinistas».) Butter planteó que «no había seguridad contra el desarrollo ulterior de la conciencia mecánica a partir del hecho de máquinas que poseen un poco de conciencia ahora» y especuló sobre el tiempo que vendría en el que «el hombre sería para las máquinas lo que el perro y el caballo son para nosotros».

Una discusión sobre este tópico tuvo lugor aparentemente en tiempos de Babbage (1795-1871), pues la condesa de Lovelace comentaba negativamente en sus escritos sobre los esfuerzos de Babbage (Bowden 1953). El tópico tuvo prominencia en los últimos años de 1940 cuando los sueños de Babbage se convirtieron en realidad con la terminación de las primeras grandes computadoras digitales. Cuando la presión popular aplicó el término de «cerebros gigantes» a estas máquinas, tanto los constructores de las computadoras como los usuarios incluyéndome a mi mismo, se alzaron inmediatamente en defensa del intelecto humano. Nos apresuramos en proclamar que las computadoras no «pensaban», que ellas sólo resolvían problemas aritméticos rápidamente.

A. M. Turing, quien previamente había escrito uno de los más importantes artículos en el campo de las computadoras sobre la universalidad en las máquinas (1936, 1937), publicó en 1950 un artículo titulado «Maquinaria computadora e Inteligencia». En el artículo él circunvaló el problema de definir apropiadamente las palabras «máquina» y «pensamiento», y examinó en vez, la cuestión de un juego en donde un interrogador, que se puede comunicar con un ser humano y una máquina mediante teletipo, pero sin saber quien es uno ni otro, ha de decidir cuál es la máquina. Este hecho es conocido en el campo de las computadoras como «la prueba de Turing».

Las discusiones sobre la inteligencia de las máquinas decayeron (pero no murieron) en los primeros años de 1950 y a mediados, para volver en los últimos años con más fuerza que nunca antes. De hecho, este asunto ha invadido las páginas de *Ciencia (Science)* Mac Gowan, 1960, Wiener, 1960, Taube 1960, Samuel, 1960).

Una forma de pensar sobre el pensamiento

Antes de comenzar un examen de los argumentos negativos, permítaseme introducir un concepto que ayudará en la discusión de estos argumentos y que podrá ayudar a resolver algunas de las dificultades semánticas asociadas con las discusiones de ¿Pueden pensar las máquinas? «Al igual que Turing, yo evito definir «pensar». En vez de eso observo que el pensamiento es un continuo, un continuo n-dimensional. Esta noción ciertamente no es nueva, ya que existe desde que un hombre comparó por primera vez sus habilidades mentales con otro hombre, y está implícita en todos los argumentos positivos de la inteligencia de las máquinas. Hace ya mucho los psicólogos desarrollaron un «cociente de inteligencia» como una vara de medir en este continuo; y su concepto de «factores» es indicativa de la n-dimensionalidad en el continuo de la inteligencia. El uso de un «cociente de inteligencia» «(I.Q.)» unidimensional, es obviamente una supersimplificación de la realidad.

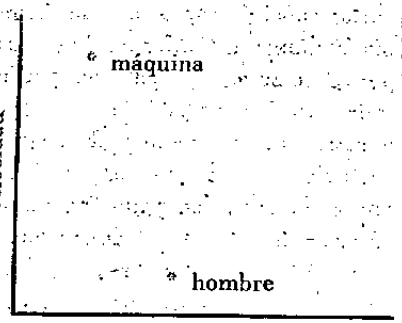
A pesar de que el concepto de la inteligencia como continuo n-dimensional no es nuevo y a pesar de que está implícita en muchas discusiones de inteligencia artificial, está enunciado raramente de modo explícito.

Una analogía puede ser trazada con el continuo de habilidad para transportar. Respecto a la velocidad de transportar personas de New York a Los Angeles, al aeroplano «jet» de hoy día eclipsa a todos los otros vehículos existentes. Pero no se le puede comparar favorablemente, en cuanto al costo, con barcos para transportar papel de imprenta de la Columbia Británica a California. Los transportes comerciales "jet" no pueden transportar personal de un lugar a otro. Un automóvil podría ser el vehículo más confortable para transportar personal en pequeñas distancias por una buena red de carreteras, pero sería difícilmente el sustituto de un jeep en un medio ambiente de guerra —el fuerte de un jeep es versatilidad y flexibilidad. En esta dimensión en el continuo de habilidad para transportar, el hombre sobrepasa al jeep, dado que el hombre puede ir a donde no pueden ir los jeep, así como los jeep pueden ir a donde no pueden ir los automóviles Pero los hombres ni pueden llevar la la carga que puede llevar un jeep ni pueden moverse los hombres con la velocidad de un jeep.

Similarmente, se pueden hacer comparaciones entre hombres y máquinas en el continuo del pensamiento. Si existe alguna objeción para el uso de la palabra «pensamiento» se podrá utilizar «habilidad para procesar información» o cualquier otro término parecido. Pero tiene que admitirse que existe algún continuo de conducta en el que los hombres y las máquinas coexisten y en el que ellos pueden ser comparados (Ver fig. 1).

Un continuo n-dimensional es difícil de trazar cuando *n* es grande, por lo tanto examinemos un continuo bi-

FIGURA 1



Complejidad ó sofisticación de los procesos de información disponibles.

dimensional, comprendiendo que la realidad está muy lejos de ser tan simple. Con respecto a velocidad cruda, las máquinas sobrepasan a los hombres, pero cuando se llega a la sofisticación de los procesos de información disponibles, las máquinas lucen bastante pobres. Esta dimensión merece mayor discusión. Mientras que el repertorio de las máquinas de hoy en día es bastante simple —unas pocas operaciones y comparaciones aritméticas básicas— los procesos de información del hombre son muy complejos. Permítasenos ilustrar este punto con el incidente siguiente. Todos nosotros hemos tenido la experiencia de tratar de recordar el nombre de una persona que alguna vez nos hemos encontrado. En una ocasión específica el Dr. Willis Ware y yo estábamos tratando de recordar el nombre de un individuo. Nos recontamos el uno y el otro sus características físicas, donde trabajaba, qué hacía, etc., pero se nos escapaba el nombre. Después de algún tiempo, me viré hacia el Dr. Ware y le dije: «Su nombre comienza con una 'Z'» y en el mismo momento, él sonando sus dedos, dijo correctamente «¡ya está, es Frizell!»

Ahora por supuesto, la pregunta fundamental sería: ¿Pueden las capacidades de las máquinas en esta dimensión ser mejoradas? Démosle la vuelta a la pregunta.—¿Hay evidencia de que no? Yo no conozco ninguna. De hecho, en la última década pienso que se ha hecho un progreso impresionante. Es muy difícil subestimar los adelantos, ya que el concepto «inteligencia» es muy resbaladizo. Como lo señalaba Marvin Minsky, «Usted considera una acción como inteligente hasta que la comprende.» Al explicársela la descarta como tal (1959 a). Las computadoras de hoy, aún con su capacidad limitada en la dimensión de sofisticación (complejidad) han causado un tremendo impacto en la ciencia y en la tecnología. Los resultados en la última década en los campos de la energía nuclear, los proyectiles y el espacio hubiesen sido imposibles sin computadoras. ¿Si pudiéramos impulsar las capacidades de las computadoras[2] más allá dentro de la dimensión de sofisticación, no causarán un impacto mayor aún? *Dentro de este contexto el objetivo de la investigación en inteligencia artificial puede ser situado.* —Es simplemente un intento de continuar desarrollando la conducta de las máquinas en este continuo.

Es irrelevante si existe o no alguna cota superior por encima de la cual las máquinas no pueden seguir avanzando en este continuo. Aún si existiera tal límite, no hay evidencia de que esté localizado cercano a la posición ocupada por las máquinas de hoy día. ¿No es posible que podamos entender algún día los procesos lógicos que tuvieron lugar en la cabeza del Dr. Ware y entonces mecanizar estos procesos en una máquina? Nosotros, obviamente no conquistaremos tal objetivo a menos que alguien crea que es posible y trate de hacerlo. Uno no tiene que creer que el límite es inexistente para tratarlo; se necesita solamente creer que el límite está mucho más allá de la posición que ocupan las máquinas de hoy.

[2] No hago distinción alguna aquí entre los atributos de la computadora y aquellos del programa que controla la computadora.

Máquinas de inteligencia y computadoras digitales actuales

Una actitud común frente a las computadoras actuales es la que esas máquinas son estrictamente artefactos aritméticos. Si bien es verdad que las máquinas fueron construidas primeramente para hacer operaciones aritméticas repetitivas, ellas son capaces de realizar otras tareas no-numéricas. La esencia de las computadoras es la manipulación de símbolos —es sólo un accidente histórico que la primera aplicación incluyera símbolos numéricos. Esta noción incorrecta de la computadora como artefacto estrictamente numérico trae como consecuencia la inhabilidad de muchos para concebir a la computadora como un artefacto, que exhibe conducta inteligente, dado que por la noción anterior se requeriría que el proceso pudiese ser reducido a un proceso numérico. La reacción de muchas personas a los enunciados sobre conducta inteligente por máquinas parecen indicar que para ellas esos enunciados implican una equivalencia funcional completa entre la máquina y el cerebro humano. Dado que esta equivalencia funcional completa no existe, este tipo de gente cree que con ello han desenmascarado a las máquinas inteligentes. Su argumento es hueco dado que esta equivalencia no ha estado nunca implicada. Una conducta inteligente de parte de la máquina no implica más una equivalencia funcional completa entre las máquinas y cerebros que el vuelo de un aeroplano implica una equivalencia funcional completa entre el aeroplano y el pájaro.

El concepto de comparación entre la conducta de los hombres y la de las máquinas en un continuo n-dimensional reconoce diferencias así como similaridades. Por ejemplo, un argumento muy común contra la inteligencia de las máquinas es el que el cerebro es una cosa viviente y la má-

quina no lo es. En nuestro continuo nosotros simplemente reconocemos la dimensión de viviente y notamos que las máquinas y los hombres ocupan diferentes posiciones en esta dimensión. Aunque yo sí creo que las computadoras digitales actuales pueden presentar una conducta inteligente, no sostengo que las máquinas inteligentes de los años 1970 se parecerán a las máquinas de hoy, tanto funcional como físicamente. En particular en mi deseo de ver las máquinas llevadas más allá en el continuo de la inteligencia, mis intereses en la dimensión de velocidad están en minorías, los aspectos organizacionales (sofisticación de los procesos de información) son obviamente mucho más importantes. Así mismo, no abogo estrictamente por la perspectiva digital; una combinación de equipo análogo y digital podría resultar ser mejor. No quiere esto decir que renuncio a la computadora digital, puesto que ella será una herramienta muy importante en el esfuerzo por avanzar en nuestro continuo.

Algunos de los argumentos negativos

1 ● *El argumento de la comparación envidiosa.*

Considerando la conducta de los hombres y las máquinas dentro del contexto de inteligencia dado por un continuo multidimensional, un argumento como el de que una máquina no puede jugar ajedrez porque «esta maquina sólo puede operar con piezas de tamaño standard y no podría reconocer como jugador de ajedrez, las innumerables piezas de diferentes diseños que el jugador humano reconoce y mueve tan fácilmente» (Taube, 1960), es igual a decir que el aeroplano de los hermanos Wright no podía volar porque no podía voltear sin parar desde Los Angeles a New York, ni podía aterrizar en un árbol al igual que un pájaro. ¿Por qué tiene que ser la prueba de inteligencia de forma tal que las máquinas tengan que alcanzar el mismo punto en el continuo que el hombre? ¿Es la prueba del volar el logro del mismo punto en el continuo de vuelo que el que el pájaro ha alcanzado?

2 ● *El argumento de la super excelencia.*

Muchos de los negativistas[3] parecen decir que la única evidencia de la inteligencia de máquinas que ellos aceptarán es un logro en nuestro continuo pocas veces alcanzado por el hombre. Por ejemplo ellos dan poca importancia a los esfuerzos en la composición musical por las máquinas dado que lo que ofrecen las máquinas (output) en el presente es miserable comparado con lo que ofrecen Mozart y Chopin. ¿Cuántos *hombres* pueden producir música que pueda ser comparada favorablemente? El último argumento de este tipo fue lanzado recientemente en un encuentro en Inglaterra durante el cual uno de los que discutían planteó que él no aceptaría el hecho de que las máquinas pudieran pensar hasta que una de ellas probara la famosa conjetura de Fermat más conocida por el último teorema difermat. Con este tipo de lógica uno concluye que, hasta la fecha, ningún hombre ha sido capaz de pensar dado que la conjetura permanece sin resolver.

3 ● *El argumento por definición.*

Hay muchas variaciones de este tipo de argumento. Por ejemplo, algunos negativistas quieren incluir dentro de su definición de conducta de inteligencia el requerimiento de que ésta debe ser realizada por un organismo viviente. Con este tipo de definición las máquinas no se comportan inteligentemente. A pesar de esto si existen máquinas cuya conducta puede ser comparada con la conducta de los hombres. Sacar como conclusión que la investigación sobre simulación de la conducta humana con una máquina es equivocada, como algunos han hecho, dado que la máquina no es un ser viviente, es lo mismo que sacar como conclusión que la investigación sobre la simulación de función de un corazón humano mediante un corazón artificial es equivocada porque el órgano artificial no está vivo.

4 ● *El argumento por estipulación.*

Un examen de los argumentos avanzados por los negativistas revela que muchos de ellos no son argumentos en absoluto sino solamente enunciados. Despachan el problema diciendo cosas como éstas «dejémoslo sentado una vez y por todas, las máquinas no pueden pensar» o «una computadora no es un cerebro gigante a pesar de lo que los que escriben en los suplementos del domingo y escritores de ciencia ficción habrán hecho a ustedes creer. Es solamente un morón notablemente rápido y fenomenalmente preciso» (Andree, 1958).

5 ● *El argumento por falsa atribución.*

Típico de este tipo de argumento es lo siguiente:

> La máquina Manchester que fue creada para resolver problemas de ajedrez, presumiblemente procedió con este método, a saber, revisando todas las posibles consecuencias de todos los posibles movimientos. Esto incidentalmente revela toda la fuerza y debilidad del mecanismo. El puede analizar muchas más posibilidades que un hombre en un tiempo dado, pero tiene que revisar todas las posibilidades. El jugador humano puede ver el tablero en su conjunto e intuitivamente rechazar un número de posibilidades. La máquina no puede hacer nada de esto (Hugh-Jones, 1956).

Los enunciados sobre la conducta de las máquinas en el párrafo de arriba son simplemente falsas. Aunque es

[3] Los términos «negativistas» y «positivistas» se utilizan en este reporte para clasificar aquellos que no y aquellos que sí, respectivamente, creen que las máquinas pueden exhibir una conducta inteligente. Por supuesto, existen variaciones de grado.

cierto que algunas de las tempranas aproximaciones a las máquinas jugadoras de ajedrez estaban dentro de la naturaleza de revisar todas las posibilidades dentro de un circuito cerrado (Kister et al., 1957), esta no es la única forma en que podemos aproximarnos al problema. La rutina de jugar ajedrez de Newell Shaw y Simón (1958 b) *no* examina todas las posibilidades. Y aquellas que se consideran las examina en detalle variante. La rutina rechaza los movimientos que parecen no tener valor; selecciona los movimientos que parecen ser buenos y los examina a fondo hasta cerciorarse de que en realidad son buenos. Una rutina desarrollada tempranamente por este mismo team para probar teorema en lógica (Newell, Shaw y Simon, 1957 a) no examinaba todas las pruebas posibles —hacerlo así con las computadoras de hoy, tomaría literalmente un tiempo sin fin. Más bien la rutina buscaba a través del laberinto (maze) de pruebas posibles aquellas que parecían prometedoras y las investigaba. Ella se apoyaba en el conocimiento de que aproximaciones habían funcionado anteriormente. La mayoría de aquellos que se burlan de la investigación sobre la inteligencia artificial resultan no estar conscientes de los detalles de lo que se está llevando a cabo en tal investigación hoy en día; es poco sorprendente que ellos cometan errores frecuentemente cuando hacen enunciados sobre este campo.

6 ● *El argumento por falsa extrapolación.*

Esta clase de argumento es tipificado por extrapolaciones basadas en suposiciones sobre que las propiedades de una máquina son invariantes, por ejemplo:

> La memoria humana es un sistema de archivo que posee una capacidad mayor que la de la mayor máquina pensante que se haya podido construir. Un cerebro mecánico que tuviese tantos tubos o relays como el cerebro humano tiene células nerviosas (cerca de 10 millones) no cabría dentro del edificio «Empire State» y requeriría la absoluta capacidad de las cataratas del Niágara para suministrarle fuerza así como necesitaría del río Niágara para enfriarlo. Además, una computadora de este tipo no podría trabajar una fracción de segundo sin que miles de sus tubos se rompiesen y necesitasen ser sustituidos. (Troll, 1954).

Este argumento está ligado a los tubos al vacío (el artículo fue escrito en 1954) y por lo tanto ha sido debilitado por la aparición del transistor que requiere mucho menos espacio y fuerza y es considerablemente mucho más confiable que el tubo al vacío. Un desarrollo compensatorio es que el estimado del número de células nerviosas es indudablemente demasiado bajo. A pesar de esto en el horizonte aparecen técnicas de construcción en las que se incluyen películas evaporadas, donde los detalles de la máquina no serán visibles aún en microscopio óptico (Shoulders, 1960). Parece razonable esperar que será posible con estas técnicas alojar en un espacio que mida un pie cúbico el mismo número de elementos lógicos que existe en el cerebro humano. Los requerimientos de fuerza serán triviales.

7 ● *El argumento del esclavo obediente.*

Uno oye frecuentemente afirmaciones como «La máquina puede hacer sólo lo que se le ha mandado hacer». Las personas que desarrollan el argumento del esclavo obediente parece que están pensando que se están oponiendo a otras que han señalado hacia un conglomerado de transistores, resistencias y componentes eléctricos no conectados y han dicho «Esto piensa». Ciertamente el hombre está envuelto en la inteligencia de máquinas —o sea, son padres y maestros de la inteligencia humana. ¿Negaríamos que un aeroplano vuela porque un hombre lo esté piloteando e incluso en un vuelo no comandado porque el hombre ha diseñado este aeroplano?

Los negativistas que dicen que «una máquina es capaz de hacer sólo lo que le es mandado a hacer» se olvidan del hecho de que no han calificado su enunciado en cuanto a lo que es el límite de lo que una máquina puede ser mandada a hacer. ¿Qué evidencia existe de la localización de ese límite? ¿No llegará a ser posible decirlo a una máquina que aprenda a hacer una tarea dada, una tarea que se considera usualmente que requiere inteligencia? Muchas de las tareas que se realizan hoy con las computadoras no eran consideradas posibles hace 10 años.

TRABAJOS RECIENTES SOBRE COMPUTADORAS, Y ACONTECIMIENTOS IMPORTANTES

La lista creciente de tareas que pueden ser ya llevadas a cabo por una computadora pero que consideramos normalmente que requiere inteligencia cuando es realizada por humanos, incluye cosas como estas:

Pruebas de teoremas en lógica y geometría plana (Newell, Shaw y Simon (1957). Gelernter, 1960 a).

Juego de damas y ajedrez (Samuel, 1959; Newell Shaw y Simon, 1958 b).

Balance de líneas asamblearias (Tonge, 1961 a)

Composición de música (Hiller e Isaacson, 1959).

Diseñó de motores (Goodwin, 1958).

Reconocimiento del manual del código Morse (Gold, 1959)

Solución de problemas de cálculo (Slagle, 1961).

La colección de capacidades que han sido adscriptas solamente a los humanos en el pasado, está siendo lentamente desmenuzada por la aplicación de las computadoras. El espacio evita ir más allá en la evidencia en pro de las máquinas inteligentes; este tópico está tratado en los artículos que previamente hemos citado y en otros artículos (Newell, Shaw y Simon, 1956; Michigan, 1959, Minsky, 1961 a). Este tipo de evidencia es, por supuesto, la base de muchos argumentos desarrollados por los positivistas.

Para probar que las máquinas *hoy no* muestran inteligencia es necesario definir una cota inferior en nuestro continuo que esté por encima de la conducta que exhiben las máquinas y decir entonces que la conducta por encima de esta cota es inteligente y que por debajo no lo es. Esta es una variante de la prueba por definición. Muchos de los que usan este gambito han estado redefiniendo la cota inferior de forma tal que continuamente ésta está por encima de lo que las máquinas pueden hacer. Por ejemplo encontramos:

> Quizás, el concepto más flexible es el que cualquier proceso mental, que pueda ser reproducido adecuadamente por sistemas automáticos no es pensamiento (Meszar, 1953).

Esta redefinición puede no haber sido hecha conscientemente. Una destreza que parece altamente inteligente en otros se torna mucho menos impresionante para nosotros cuando adquirimos esa experiencia nosotros mismos. Será útil tener a mano un poste indocador para el futuro. La prueba de Turing es uno de tales postes (1950) pero se hacen necesarios otros adicionales. Para esta finalidad se requiere una tarea claramente definida, que está, en el presente, en el exclusivo dominio de los humanos (y por eso es incontestablemente «pensamiento») pero que puede ser eventualmente cumplimentada por máquinas.

Competencia entre el hombre y la máquina

Existe un factor personal fuerte en la actitud de muchos negativistas. Estoy seguro que fue el mayor factor que me poseyó cuando yo era un negativista hace 10 años. Conceder que las máquinas pueden exhibir inteligencia es admitir que el hombre ya tiene un rival en un área que previamente se había mantenido en la exclusiva provincia del hombre. Para ilustrar este punto, permítaseme citar algo de una carta recibida en la RAND:

> ...la semántica tendrá mucho que ver con el grado de entusiasmo para ayudar a la investigación de esta área (inteligencia artificial). Subjetivamente, los términos «máquina inteligente» o «máquina pensante» me preocupan y aún me parecen un poco amenazantes. Yo soy un ser humano y debido a esto «inteligente» y estos artefactos *inhumanos* competirán conmigo y quizás aún me venzan. Por otro lado si las mismas pequeñas «cajas negras» fueran rotuladas como «solucionadoras de problemas» o como «solucionador de problemas de adaptación», ellas pudieran parecer mucho más amigables, capaces de ayudarme de la forma más efectiva para hacer cosas que yo deseo hacer mejor, pero lo mejor de todo es que yo seguiría siendo el jefe. Esta observación es completamente subjetiva y emocional...»

Otra explicación de por qué algunos negativistas se sienten de la manera que lo están, está relacionado con lo que pudiera llamarse los «pecados de los psoitivistas». De los clamores exagerados de cumplimientos, particularmente de los departamentos de publicidad de los manufacturadores, ha resultado una reacción tan fuerte dentro de la comunidad científica, que muchos se alejan demasiado en la dirección opuesta.

Da Vinci y el vuelo

En este punto permítaseme la cita de Da Vinci, con la cual comenzó este artículo y, también con el beneficio de una exposición a posteriori, expandirnos en ello un poco más. El había dicho:

> Cuando los hombres entiendan las leyes naturales que gobiernan el vuelo de los pájaros, el hombre podrá construir una máquina voladora.

Si bien es cierto que el hombre gastó una gran cantidad de tiempo y esfuerzo tratando de construir una máquina voladora que moviera sus alas, como un pájaro, el punto importante es que fue el entendimiento de la ley de elevación aerodinámica (a pesar de que el entendimiento fue casi imperfecto al principio) lo que permitió al hombre construir máquinas volantes. Un pájaro no se sostiene en el aire por la mano de Dios —las leyes naturales gobiernan su vuelo. Similarmente las leyes naturales gobiernan lo que sucedió en la cabeza del Dr. Ware cuando él produjo «Frizell» a partir de mi pista errónea pero relacionada. Por eso, yo no veo razón alguna para que nosotros no podamos ser capaces de duplicar en un dispositivo férreo *(hardware)* los mismos procesos poderosísimos de asociación que el cerebro humano posee, una vez que los hayamos entendido. ¿Si el hombre ganó la comprensión de los procesos de aerodinámica no podrá ganar también una comprensión de los procesos de información del cerebro humano?

Hay algunas otras facetas en esta analogía con el vuelo; es también un continuo, y alguien pensó alguna vez que la velocidad del sonido representaba un límite más allá del cual el vuelo sería imposible.

Aproximaciones al problema de la construcción de una máquina inteligencia

Quizás la mejor forma de exponer este tópico sea con otra analogía. Su-

pongamos que se nos ha dado un dispositivo, el cual nosotros sabemos que presenta una conducta inteligente porque lo hemos observado en acción. Nosotros quisiéramos contruir una máquina que se aproximara en capacidad a este dispositivo (o mejor aún que lo excediera). Traeríamos un grupo de hombres para que estudiase los componentes básicos de este dispositivo para ver como trabajan. Estos hombres aplican pulsaciones a los subconjuntos de los circuitos y observan que es lo que hace cada componente; tratan de entender por qué el dispositivo se comporta como lo hace en término de física y química básicas. Ellos también tratan de aprender como funcionan estos componentes en subensamblajes.

Un segundo grupo de hombres retoma el problema desde el punto de vista de que este dispositivo es una «caja negra» la cual ellos no son capaces de abrir. Este grupo observa que algunos de los apéndices del dispositivo son obviamente dispositivos de entrada, mientras que otros lo son de salida. Ellos observan el dispositivo funcionandó y tratan de teorizar sobre la forma en que éste trabaja. Ellos proceden en base a que no sería necesario que la máquina que ellos tienen que construir tenga los mismos componentes básicos que se encuentran en el dispositivo en estudio. Ellos creen que si pueden entender la operación lógica del dispositivo existente, entonces ellos pueden duplicar su lógica en la propia máquina de ellos, usando componentes que ellos entiendan y puedan hacer.

Este segundo grupo hace conjeturas sobre la construcción lógica del dispositivo y las ensaya en la computadora que tiene a mano. Estas teorías al principio son muy crudas y no reflejan la conducta de la «caja negra» muy bien, pero con el tiempo la semejanza se desarrolla más.

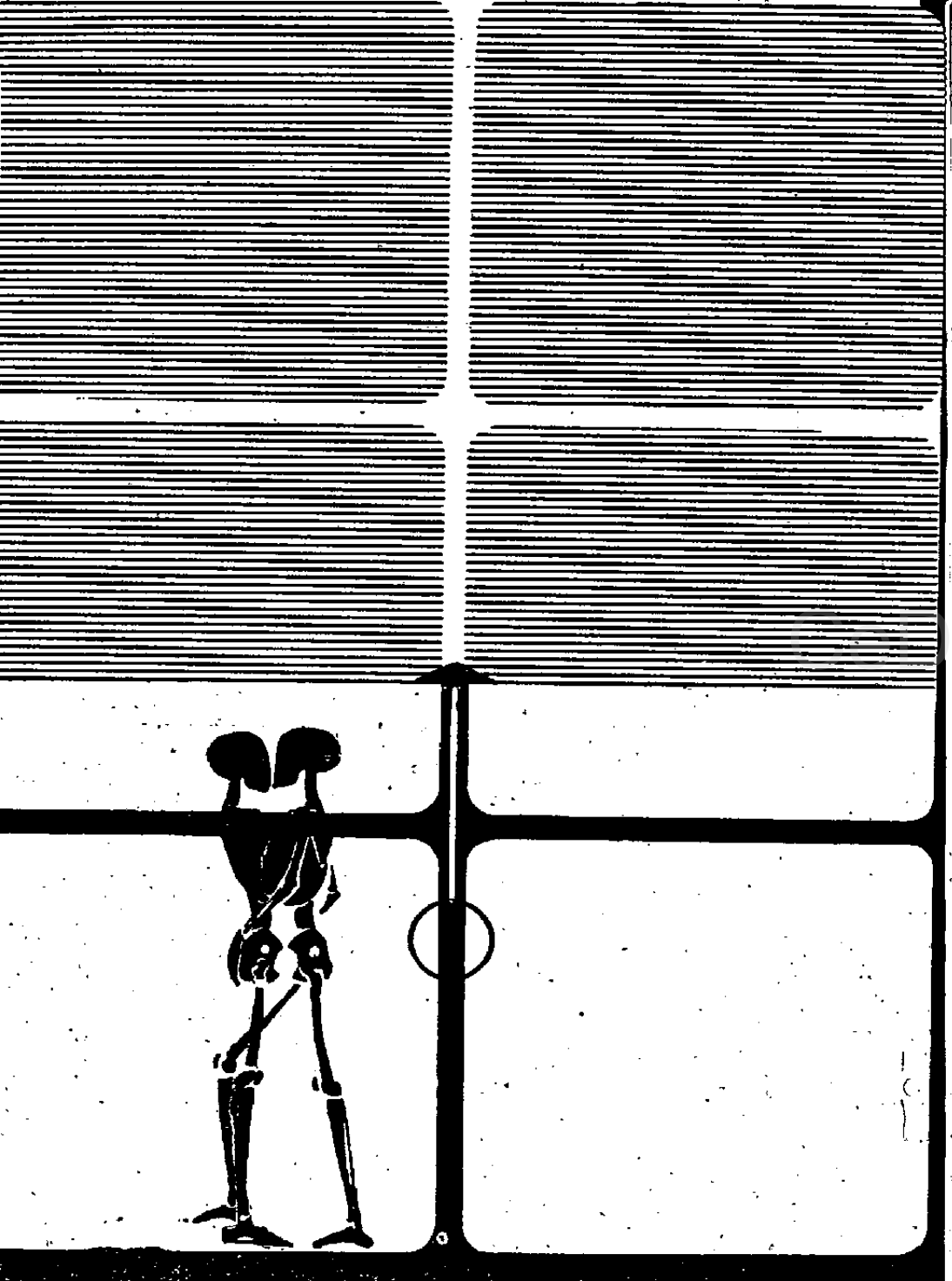
Porque nosotros hemos aprendido una lección del esfuerzo gastado en tratar de construir una máquina volante que moviese sus alas, nosotros situamos un tercer grupo para trabajar en los estudios de los «procesos de inteligencia e información» por si mismos, para que contruyan una ciencia en esta área.

Hay mucho de común en los tres grupos y cada uno de ellos mantiene informado al otro de los resultados alcanzados hasta la fecha. Además todos ellos usan las computadoras para ayudar en sus investigaciones. Los grupos combinan a lo largo del camino sus conocimientos de como construir mejores computadoras (máquinas inteligentes de bajo I.Q.) en las cuales prueban sus conjeturas. Eventualmente, los tres grupos «llegan juntos al medio» y construyen una máquina que es casi tan capaz como nuestro modelo. Hecho esto, se dan a la tarea de construir una mejor aún. En la situación de la vida real del estudio del cerebro humano, el primer grupo estudiando componentes y armazones está representado por el grupo de trabajo fisiológico. El segundo o grupo de la «caja negra» es representado por los esfuerzos psicológicos en explicar la actividad mental humana. Esta analogía representa, yo lo creo así un escenario plausible para la forma en que las cosas deberían ir para comprender la mente humana.

NOTA: La lista de la abundante literatura polémica sobre inteligencia artificial citada por el autor puede hallarse, de acuerdo con los datos que se dan en el texto (apellido y año), en Feigenbaum, E. A. y Feldman, J., (eds.) *Computers and thought*, New York: Mc Graw Hill, 1962, «Bibliography», ps. 477-523.

Traducción de Clotilde Sánchez y Luciano García

CeDInCI



inteligencia e inteligencia artificial

ramón rubio

1 • La inteligencia en el hombre

La inteligencia se manifiesta, en primer lugar, como un fenómeno humano, y como tal, se mide; para definir la inteligencia "artificial", es decir, aquélla que puede manifestar una máquina construida por el hombre, es necesario deshumanizar el concepto y éste es el primer problema metodológico que encontramos.

Una definición corriente de inteligencia es la siguiente: "La inteligencia es la capacidad global o compleja del individuo de actuar con un fin determinado, de pensar de una manera racional y de tener relaciones útiles con su medio".(1)

La existencia de una inteligencia determinada en todo ser humano se da por descontada; el sicólogo se propone entonces establecer una medida de la misma, que nos permita dar cuenta de las diferencias observadas en los distintos individuos. La forma en que dicha medida se obtiene va a constituir una definición implícita de la inteligencia en el hombre. Todas la mediciones propuestas hasta el momento se basan en la evaluación numérica de *aptitudes o habilidades* especiales, y las diferencias de procedimientos dependen fuertemente de lo que se considere como

aptitudes "fundamentales" o "simples"; en última instancia esto hace depender la definición de inteligencia y su medición de nuestra teoría sobre el funcionamiento de la mente y de la forma en que creamos posible medir las operaciones o procesos mentales. Lo que son las habilidades mentales no está del todo claro y están definidas de un modo operacional por las partes de los tests que a ellas se refieren.

Que lo que los tests de inteligencia miden sea lo que cada cual concibe como inteligencia es evidentemente falso, tan sólo sea por el hecho de que existan tan disímiles o vagas concepciones de la inteligencia; pero que lo que se mide es importante parece estar fuera de discusión. Esto se debe a que, desde un principio, la medición de la inteligencia tuvo un fin práctico, utilitario. La primera forma de medir la inteligencia fue ideada por el francés Binet, y pretendía expresar en una cifra, la capacidad de un niño para superar exitosamente las exigencias que le plantea su educación escolar. Posteriores tests han tenido por finalidad conocer la capacidad general de los adultos para el cumplimiento de tareas con distintos niveles de complejidad. A esto se agrega la posibilidad que da la calificación obtenida por un individuo en un test de inteligencia para poderlo clasificar como defectuoso o débil mental, etc. La medida de la inteligencia ha sido pues un medio para tomar decisiones, y en ese sentido ha demostrado su utilidad.

A causa de la necesidad de un criterio simple, tanto como por causas históricamente comprensibles, la "medida" de la inteligencia de un individuo vino a ser un número racional (o fraccionario) positivo antes de que pudiera ser definida sicológicamente. Una vez que se ha elegido una tal "escala" para la medición de la inteligencia, sin embargo, ésta se constituye en una limitación insoslayable al concepto mismo. Es sabido que no se necesita hacer de la inteligencia un número para poder utilizarla en un proceso de decisión; por otra parte, no es necesario *a priori* concebir las distintas clases de inteligencias como ordenadas linealmente. Queremos proponer muy al contrario, que dar la inteligencia de un objeto natural o artificial podría constituirse en dar una cierta estructura matemática, no necesariamente un número, o varios, y un orden parcial entre dichas estructuras.

Por el momento, el terreno está ya preparado para definir la inteligencia como un punto en un espacio numérico, cuya dimensión sea el número de habilidades que estamos midiendo. Si N es este número, entonces la inteligencia vendría dada por un punto $X = (x_1, \ldots, x_N)$, donde x_i es la medida asignada a la habilidad i. Se puede considerar que las x_i están normalizadas (que son "notas típicas" o "standard", según[1]) para mayor facilidad. En dicho espacio puede introducirse una estructura de "distancia", definiendo la distancia entre dos puntos: $x = (x_1, \ldots, x_n)$, $y = (y_1, \ldots, x_n)$, por la suma:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^{N} |x_i - y_i|,$$

o bien:

1) $$d(x, y) = \sum_{i=1}^{N} a_i |x_i - y_i|,$$

donde los a_i (todos $\geqslant 0$) son "pesos" convenientemente escogidos. Podemos definir así una mayor o menor diferencia (distancia) entre dos inteligencias, sin tener que definir aún cuando consideramos a una "mayor" que la otra. La distancia definida nos daría una medida de la disparidad de las habilidades mostradas por los sujetos. Podemos introducir un orden en las inteligencias así determinadas de la siguiente forma: x será superior a y, si y sólo si $x_i \geqslant y_i$ cualquiera que sea la habilidad i medida, o sea, si el sujeto cuya inteligencia es x supera al sujeto y en todas las habilidades medidas o cuando menos lo iguala. Este es un orden fuerte entre las inteligencias; un orden menos exigente lo encontramos si observamos que la fórmula 1) nos permite definir una normal $|x|$ para cada punto x, dada por:

2) $$|x| = d(x, o) = \sum_{i=1}^{N} a_i x_i \text{ (ya que los } x_i \text{ son positivos).}$$

Esencialmente la fórmula 2), con los a_i convenientemente escogidos, se usa para hallar la calificación estandar o típica que nos da el cociente de inteligencia o CI (véase (1)); pero para hallar dicho CI se utilizan además transformaciones que dependen de datos estadísticos, esto es, de un fenómeno humano-social. Para una definición de cociente de inteligencia[1] que no dependa de las distribuciones de inteligencias en la población, la fórmula debía o podría usarse tal como está, concibiéndose así aquél como una *norma*[2] en el espacio numérico. (Nótese que el espacio numérico aquí introducido no sería propiamente un espacio vectorial matemático, pues no tiene sentido la "suma" de dos de sus puntos). Ahora se establecería el siguiente orden entre las inteligencias: $x \geqslant y$ si y sólo

[1] En el sentido matemático de la palabra.

[2] Más bien deberíamos entonces decir "medida de inteligencia" o "norma de inteligencia".

si $|x| \geqslant |y|$. Con la definición de CI dada por 2), éste sería el orden que se acostumbra emplear cuando tratamos de inteligencias, o cuando decimos que A es más inteligente que B basándonos en las medidas de las inteligencias de A y B. El primer orden introducido sin embargo nos permitiría decir algo más: según este primer orden, si A tiene inteligencia x y B inteligencia y, podríamos asegurar (con la salvedad necesaria a la imperfección de nuestra teoría), que si $x \geqslant y$, A será tan capaz o más que B en todo lo que ambos hagan. Si sólo decimos que $|x| \geqslant |y|$ no podemos asegurar esto sino probabilísticamente, dependiendo la probabilidad de las correlaciones[3] existentes entre las habilidades, pues la contribución de estas habilidades a $|x|$ y a $|y|$ pueden ser más o menos distintas.

Aún estableciendo la inteligencia como un punto en un espacio E_N con dimensión N estamos evidentemente simplificando el problema: a) en primer lugar no sabemos hasta qué punto un individuo que puede alcanzar una alta calificación en el uso de dos habilidades i, j por separado, aún suponiendo una fuerte correlación entre ambas, puede alcanzar el mismo grado de calificación en el uso de ambas habilidades en conjunto; b) no se han hecho estudios suficientes para saber los factores de que dependen las correlaciones entre las distintas habilidades sociales, de educación, biológicas, etc., y la medida en que se realiza esta dependencia. Se ha demostrado no obstante cierta dependencia, de las diversas calificaciones obtenidas en las habilidades probadas por los tests, de la experiencia vital del individuo y su correspondiente estado de neurosis o psicosis. El lector puede referirse a Anderson y Anderson [2] para mayor información; aquí sólo queremos destacar que el estado de desequilibrio mental de un individuo con inteligencia $x = (x_1, \ldots, x_N)$ está dado en alguna medida por la "distancia" $d(x, x^M) = \sum_i |x_i - x|$ de la inteligencia x a la inteligencia $\bar{x}^M = (\bar{x}, \ldots, \bar{x})$, donde $\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_i x_i$ (esta sería la inteligencia de un individuo que, con el mismo CI, $|\bar{x}^M| = |x|$, hubiera obtenido igual calificación en todas las habilidades), y más especialmente, de las diferencias $|x_i - x_j|$. Es de estas últimas diferencias y no de la distancia anterior, de lo que se habla en (2), pero creemos útil llegar a saber si la distancia matemática definida al principio pudiera también ser de algún uso aquí.

[3] La correlación entre dos habilidades i, j nos diría hasta qué punto la posesión de una de estas habilidades implica la posesión de la otra en un cierto grado de ambas.

Especulemos un tanto ahora sobre la posibilidad de complicar el ente matemático o estructura por el cual se podría describir la inteligencia:

i) Si se demuestra que el uso conjunto de dos habilidades j, k es un nuevo factor variable a considerar, se podrá establecer una medida de la misma, lo que nos daría $\frac{N(N-1)}{2}$ nuevos números. Podría a continuación concebirse un estudio de triplos, etc., de habilidades, obteniendo nuevos números. Podrían estudiarse de esta forma relaciones funcionales $y_i = f(x_j, x_k)$ o $y_i = f_i(x_1, \ldots, x_n) = f_i(x)$, entre habilidades y_i descritas por una clase de test o una teoría y las habilidades x_i de otros tests o teorías, en el punto que las y_i se considere "compuesta" de alguna manera de las x_i;

ii) Podría establecerse un estudio dinámico de la forma en que las distintas habilidades cambian con el tiempo, y en qué forma esto depende del punto de partida tanto como de las condiciones sociales u otras.

2 • La inteligencia artificial

Queremos indicar, con la brevedad necesaria al espacio disponible y a nuestros conocimientos, algunos aspectos de la inteligencia "artificial" que pueden ayudarnos a comprender la inteligencia "natural". Habíamos dicho al principio que, para toda labor de definición es necesario trabajar en lo que llamamos deshumanización del concepto de inteligencia. Una tal deshumanización se puede obtener parcialmente, según propusimos, definiendo la "escalación" de la inteligencia sin tomar en cuenta de un modo fundamental las distribuciones reales de tal propiedad en las sociedades humanas. Es interesante observar que hasta ahora nadie ha tratado de medir una inteligencia artificial; entre los varios factores que se opondrían a una tarea así, está el de que no podríamos atribuir una "edad" a la máquina para, de acuerdo con esto, reformar la norma $|x|$ obtenida; este factor se eliminaría de la forma que hemos dicho. El problema, desde luego, queda aún muy lejos de solucionarse. Es necesario considerar también el mismo concepto de habilidad específica y las posibles correlaciones entre las habilidades. Es sabido que este es un problema importante y debatido. Sin embargo, el estudio, de la inteligencia artificial podría contribuir a la solución del mismo.

En efecto, no parece haber lugar a duda acerca de la importancia que tiene la arquitectura del sistema nervioso de los animales superiores para la manifestación de la inteligencia. La organización del sistema nervioso en unidades fundamentales (neuronas, neuroglias, etc.) de conductas,

inter-dependiente, mediadas por conexiones (sinapsis y contigüidad) a la manera de lo que se tiene en las redes eléctricas, y la posibilidad de algunas formas de cambios permanentes (variaciones en proteínas, ARN, etc., e incluso neurobiotaxis), ofrecen un cuadro muy sugerente al ingeniero y al matemático actual. Es, en especial, plausible que si se puede simular conducta inteligente con una máquina con construcción interna comparable a la de los sistemas nerviosos, se pueda deducir conocimientos relativos a la inteligencia como propiedad de estos últimos. Supongamos por ejemplo que puedan construirse máquinas que muestren habilidades j y k similares a habilidades humanas; si puedo construir máquinas en las cuales ambas habilidades difieran a voluntad esto me demostraría la independencia en general de ambas habilidades; podemos seguidamente investigar cual estructura hay que agregar a la composición de la máquina para establecer una correlación entre j y k y esto nos permitiría hacer hipótesis respecto al funcionamiento del sistema nervioso, si es que éste muestra la misma correlación. El estudio de las máquinas inteligentes nos pone además en la pista de principios sencillos que aplicados repetidamente en un proceso, lo hacen aparecer como producto de la inteligencia. En efecto, según Minsky: "Los programadores conocen que no hay nunca un 'núcleo' (heart) en un programa. Hay rutinas de alto nivel en cada programa, pero todo lo que hacen es dictar que 'si tal y tal, entonces transfiérase a tal y tal subrutina'. Y cuando miramos a las subrutinas de bajo nivel que 'hacen realmente el trabajo' encontramos círculos sin sentido y sucesiones de operaciones triviales que llevan a cabo simplemente los dictados de sus superiores".[3]

En buenas cuentas, pues, la inteligencia que muestran las máquinas hasta ahora construidas[4] está construida a la manera de la cebolla: hallar el núcleo de inteligencia tratando de despojarla de los pasos elementales "no inteligentes" del programa equivaldría a la acción del filósofo de la fábula que deshoja la cebolla para hallar "la cebolla en sí". Es plausible, en vista de lo dicho, que la inteligencia humana no esté construida de una forma radicalmente distinta.

Para llegar a una mejor comparación entre ambos tipos de inteligencia "natural" y "artificial" será necesario también esperar mayores investigaciones psicológicas. En especial, constituye un buen avance en esta vía las investigaciones llevadas a cabo acerca del número posible de las habi-

[4] En la mayor parte de las ocasiones dichas "máquinas" no son sino programas para computadoras y no objetos construidos con piezas materiales. No es, por otra parte, la computadora quien se muestra inteligente, sino el programa mismo.

lidades del hombre. Guilford[4] ha arribado a una teoría que discrimina 120 distintas habilidades y que incluyen a todas las anteriormente experimentadas; dichas habilidades se diferencian según tres características: *operaciones, productos* y *contenidos*. Las operaciones realizadas en el ejercicio de una habilidad son, según esta teoría: evaluaciones, producciones convergentes, producciones divergentes, memoria y cognición; los productos de dicho ejercicio son: unidades, clases, relaciones, sistemas, transformaciones e implicaciones; los contenidos de la información dada al sujeto pueden ser figurativos, simbólicos, semánticos y de conducta. Es fácil notar que las 5x6x4—120 combinaciones de características pueden multiplicarse sin más que dividir una de las formas de alguna de ellas, por ejemplo, la memoria. Una evaluación de la habilidad "producción convergente de clases simbólicas" por ejemplo, dependería de un test como el siguiente: se da una lista de palabras y se le explica al sujeto que están seleccionadas de modo que puedan dividirse en subconjuntos únicos que corresponden a conceptos conocidos; el sujeto debe efectuar esa división en subconjuntos. La producción sería divergente de clases simbólicas si por ejemplo se pide al sujeto: nombre tantos objetos como pueda que sean ingeribles y blancos; las siguientes características del sistema de Guilford son de gran interés para nosotros:

1 • Guilford rechaza la existencia de un factor único para todas las habilidades, lo que se denominó "inteligencia general" sobre la base de la existencia de numerosas correlaciones nulas entre las distintas habilidades comprobadas.

2 • Sus experiencias muestran que una de las propiedades que más unánimemente se reconocen como características de la inteligencia, la invención y originalidad, no se halla implícita en los diversos tests de inteligencia anteriores: en efecto llega incluso a la conclusión de que el CI "pone una especie de límite superior" a la producción divergente, que es uno de los factores por los que él mide la originalidad; no estableciendo, sin embargo, un límite inferior. Vale aclarar: cuanto mayor sea el CI de un individuo, tal como se mide actualmente, menor será su posibilidad de obtener una buena calificación (incluso normal) en la producción divergente. (En cuanto a este punto, consúltese también[5]).

3 • Guilford no considera la inteligencia tan rigurosamente determinada por el nacimiento, sino que piensa que "existe prueba abundante de que hay una mayor inteligencia asociada al aumento de la educación".

4 • Según sus propias palabras "la operación correspondiente a la memoria entraña el poner información en el 'depósito' de memoria y debe

diferenciarse del 'depósito' mismo. Este último forma el basamento de todas las operaciones; todas las habilidades dependen de él". (Subrayado y comillas nuestras.)

5. • Según él mismo reconoce: "Al desarrollar una teoría sistemática y amplia de la inteligencia, hemos hallado que uno de sus beneficios no menores es un punto de vista enteramente nuevo en la psicología en general, punto de vista que se ha denominado 'operación-informacional' "; y: "el punto de vista 'operacional-informacional' considera al organismo como un procesador de información, del cual la rápida computadora moderna es un buen análogo".

El primer punto es una forma de rechazar un "núcleo" de inteligencia en el ser humano y nos hace pensar de ésta lo que Monsky expresa de la inteligencia de los programas. El punto 4) nos hace pensar en las posibilidades de una máquina de gran memoria artificial y gran facilidad para la recuperación de información; las posibilidades técnicas en este sentido aumentan cada día: para una tal máquina sería sumamente sencillo vencer una prueba de producción divergente como la descrita.[5] El punto 3) nos recuerda el sesgo que da a la definición del cociente de inteligencia el hecho de querer hallar una facultad en el hombre que permanece toda la vida y que se le puede poner como un rótulo para todos los efectos prácticos, nada de esto es necesario si se tiene en cuenta fines teóricos más amplios. El punto quinto es de suma importancia para el que trabaja en inteligencia artificial; casi todo el trabajo llevado a cabo en esta tarea consiste en demostrar que el cerebro humano puede considerarse como un procesador de información, sus facultades pueden ser simuladas en máquinas computadoras y por lo tanto, comprendidas en sus detalles menores o sustituidas convenientemente con vista a la solución de problemas. Al tratar de hallar una estructura más y más fina en el complejo de habilidades del hombre, se cae naturalmente en la simplificación de los primeros principios y ocurre un acercamiento concomitante del psicólogo y el cibernético que se ve en la necesidad de trabajar con organizaciones mucho más simples que la del cerebro humano.

[5] Habría que agregar que, en vista de las limitaciones del ser humano en la recuperación de información contenida en su "depósito" de memoria, si es que se puede hablar de un tal depósito, aquél se ve en la necesidad de utilizar un principio de más posibilidades para él; según Pask.

[6]: "... lo aprendido ... no es tanto *retenido* como *reproducido*. La memoria es un reaprendizaje continuo". En todo caso, este es un principio de funcionamiento que siempre puede adicionarse, cualquiera que sea la capacidad de almacén de memoria inicial, y que tiende a incrementar grandemente esta capacidad.

Antes de seguir adelante, es conveniente que digamos algo acerca de lo que generalmente se entiende por "inteligencia artificial". Según Pask[6]: "Cualquier sistema que simula el funcionamiento de la mente (mentación) es considerado 'artificialmente inteligente'." Junto a esta definición lábil y amplia está otra dada por Feigenbaum y Feldman[7]: (Introducción, p. 6):

"Se muestra que la pista para la conducta inteligente, sea de hombres o de máquinas, es la *exploración altamente selectiva*, la poda drástica del árbol de las posibilidades exploradas. *Para que un programa de computadora se conduzca inteligentemente debe explorar el laberinto de un problema de una forma altamente selectiva, explorando las vías relativamente fértiles en soluciones e ignorando las vías relativamente estériles.*"

El mismo punto de vista es expresado por Ashby[8] (p. 217).

Para tener una idea del "árbol de las posibilidades" pensemos en una partida de ajedrez; incluso para un ajedrecista puede ser una sorpresa que para la primera jugada las blancas pueden escoger entre 20 posibilidades (16 movimientos de peones y cuatro de caballos); sin embargo, el jugador convencional sólo escoge generalmente una de dos posibilidades: P4D ó P4R; esta primera elección puede hacerse, en algunos casos raros entre 4 ó 5 posibilidades, pero, jamás alguien que tenga una mediana experiencia en ajedrez pensará en todas las posibilidades, por ejemplo P4TR, para la primera jugada, como no sea por bromear. En realidad el jugador no desconoce, en principio, todas las posibilidades, pues puede en un momento hacer uso de ellas para *epatar*, pero no es raro si alguien no ha pensado nunca sino en unas pocas. Las jugadas en ajedrez se escogen con un fin: para jugar bien, y ganar si posible, contra un jugador de un peso similar, las posibilidades exploradas en realidad son pocas en comparación con las posibles; si se quiere bromear, las posibilidades exploradas se amplían; si se quiere engañar de alguna manera al contrario, se pensará en otras, incluso no permitidas, etc. Cada jugada efectuada por las blancas y su contrario da a éstas una nueva oportunidad de jugar y entonces se efectúa en el cerebro del jugador una nueva restricción previa de los movimientos a considerar que no son todos los que permiten las reglas, sino unos pocos entre ellos. Si hacemos un dibujo con puntos y líneas que los unan, de manera que cada punto represente una situación del tablero y cada raya ligue este punto con una situación que resultará si hace alguna jugada determinada, obtenemos un dibujo más o menos similar a este:

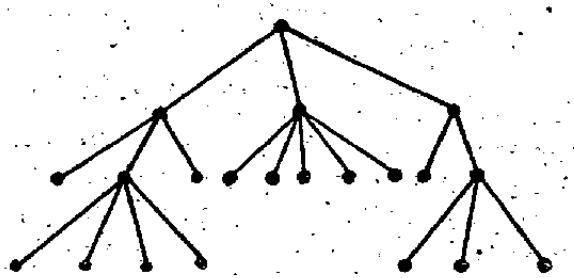


Fig. 1

que tiene forma similar a las ramificaciones de un árbol. Tal dibujo es una representación de un caso especial de lo que llamamos *grafo*, la especialidad consiste en que este grafo tiene forma de árbol; en nuestro ejemplo, los nodos o puntos representan aquellas situaciones en las que hay que tomar una decisión. Tendremos grafos distintos si tomamos en cuenta todas las posibilidades (el grafo tendría, en el caso del ajedrez, algo así como 10^{120} segmentos o *ramas*, casi el cuadrado de los átomos que se suponen existen en el universo, por lo que no dispondríamos ni siquiera de material para escribirlo o contenerlo), o si tomamos en cuenta sólo algunas de ellas. Pensamos que ahora quedará claro lo de la "poda drástica" del árbol de las posibilidades exploradas. Todo criterio, bien sea experimental, bien teórico, que nos permita efectuar esta poda, se denomina un principio *heurístico*. Lleno de estos principios está el cerebro humano, y en efecto, gran parte de los avances obtenidos en inteligencia artificial se deben a la investigación y descubrimiento de los mismos a partir de la conducta humana. Por ejemplo, después de las primeras jugadas, que constituyen la apertura, en que las blancas tratan de llevar al contrario a alguna variante que conoce mejor o que éste teme más, cada nuevo movimiento va a estar dado por la evaluación de tres o cuatro niveles o más, según la posición del árbol de las posibilidades: cada contrario piensa en las posiciones posibles despues de varios movimientos a partir del actual, pero sabe que, si con un movimiento de caballo, él amenaza a la dama del otro jugador, y éste no tiene posibilidad de hacer lo mismo o dar jaque, o alguna otra jugada muy fuerte, deberá retirar su dama, en cuyo caso el análisis continúa sólo sobre los movimientos de dama posibles del contrario; a esto se agrega la evaluación global de la posición final: mi caballo queda centrado, no puede ser amenazado por peones, mis piezas quedan más libres, etc., todos los cuales constituyen principios heurísticos, que nos hacen innecesarios otros análisis más exhaustivos.

Si se comparan los tests de inteligencia en el humano con la anterior definición de inteligencia artificial, veremos que aquéllos pueden interpretarse naturalmente en el cuadro de la selectividad; uno de los subtests de Wechsler, por ejemplo, consiste en dar respuesta a preguntas que colocan al sujeto en situaciones vitales; el sujeto debe decir entonces que haría en esta situación; otro subtest consiste en hallar similitudes entre conceptos dados por dos palabras; aún otro consiste en la composición de figuras de las que nos dan partes consituyentes, etc. En todos estos casos, el sujeto debe efectuar o enunciar una decisión, y tal decisión desde luego, puede tomarse sólo considerándola dentro de un conjunto de posibilidades y eligiendo una de ellas. El genio de un investigador, o la inteligencia de un sujeto en la solución de un problema, se mostrará precisamente por la elección de una respuesta correcta entre todas las respuestas posibles; en todos los casos tenemos un problema de selección.

3 • Sensibilidad e inteligencia

Antes de poder hacer una selección inteligente el individuo o la máquina debe aprender a seleccionar; de aquí que no haya conducta inteligente sino en aquellos sistemas capaces de aprender. En efecto, las máquinas que aprenden son reputadas como artificialmente inteligentes y todas las máquinas (o programas) inteligentes construidas son capaces de aprender en el curso del tiempo de acuerdo con "sus experiencias".

¿Qué aprenden las máquinas? En la protohistoria de la inteligencia artificial están las tortugas de Gran Walter, que eran capaces de aprender reflejos condicionados. Hoy en día el problema más estudiado de aprendizaje es el "reconocimiento de patrones (o configuraciones)". Esto tiene primerísima importancia para los que desean ver hecha realidad alguna máquina con la cual el hombre puede entenderse de un modo similar a como se entiende con sus semejantes; pues lo primero que debe hacer una tal máquina es "ver" en una forma similar a la del hombre. Pero no es pequeño problema construir máquinas que sean capaces de distinguir un triángulo o un círculo, de otras configuraciones lineales, por ejemplo, porque tal configuración debe "concebirse" y no sólo "verse": el círculo podría ser de infinitos radios posibles, caer en infinitas partes posibles del complejo que sirve de detección (si éste fuese una pantalla sobre el cual lo proyectamos, por ejemplo), ser de distintos grosores en el trazado, etc.; por otra parte, si la máquina estuviera equipada de tal forma que le fuese posible centralizar el círculo y medir los diferentes radios para ver si son iguales, no aceptaría como círculo ninguno trazado por la mano del hombre o que tuviese pequeñas desviacio-

nes de su forma perfecta. Pero más que esto necesitamos construir máquinas que, ante la experiencia de recibir círculos como estímulos, pudiera crear el concepto de círculo para su uso. Esto no es en absoluto imposible; existen en efecto máquinas de las cuales se puede decir que crean conceptos; el número y el nivel de éstos depende del equipo con que cuente la máquina. Hay que tener en cuenta que el ser humano, a pesar del equipo enorme de que dispone al surgir a la vida toma un tiempo que nos parece enormemente grande para "aprender" a distinguir un triángulo de un círculo en la forma inmediata en que lo hacemos los adultos.

Desde el punto de vista de la ciencia la adquisición de un concepto ha de verse de un modo operacional: el sistema de que se trata aprende los conceptos porque debe responder a los estímulos exteriores de alguna forma que le permita mantener una cierta estabilidad o, en general, perseguir un cierto objetivo de la manera más económica posible; los conceptos aprendidos son, así, un medio para la resolución de los problemas planteados por la experiencia ambiental, que se reciben como estímulos. La sensibilidad es así la condición *a priori* del aprendizaje. Una rata que no ha tenido necesidad de ello, no diferenciará un triángulo de un círculo; tan pronto se le hace pasar una serie de pruebas en las cuales debe buscar alimento atravesando una de dos aberturas, una de las cuales es triangular y la otra circular, aprenderá a distinguir; el experimentador conoce que el concepto de lo triangular ha sido alcanzado cuando la rata deje de equivocarse; poco importa si esta adquisición del concepto es o no consciente como en el ser humano. La conciencia, el fenómeno del ser que se reconoce como existente, es realmente el único acerca del cual no existe una pista en la actualidad que nos permita reducirlo a una composición de procesos elementales; pero queremos aclarar aquí que la inteligencia no es en absoluto, según la vemos, un fenómeno de "conciencia".

Más, la sensibilidad, de por sí, no implica aprendizaje o inteligencia. Desde que un individuo es dotado de la visión (por ejemplo un ciego de nacimiento) puede "ver" en un sentido lato de la palabra, un triángulo, pero no le permite este simple hecho de ver, tener el concepto de triángulo y usarlo: necesita para ello, según muestra la experiencia psicológica, un largo tiempo de aprendizaje.

Por otra parte, se puede dotar a una máquina de suficiente equipo para "sentir" formas diversas, sin que aquélla muestre ninguna inteligencia o dotarla de un programa inteligente sin que pueda "sentir" sino un muy reducido conjunto de estímulos.

Para que la inteligencia de la máquina pueda atacar problemas más similares a los que se presentan al ser humano es pues necesario que sea capaz de simular la conducta del hombre en tres aspectos fundamentales:

a • Capacidad de discriminación y sensibilidad a estímulos tan diversos como en los seres humanos.

b • Capacidad para la formación y aprendizaje de conceptos y símbolos similares a los del hombre, lo que implica una multiplicidad de niveles de integración similar a la de éste.

c • Capacidad para tomar decisiones de un modo similar al humano.

En todas estas direcciones no es difícil prever que una máquina podrá en un futuro no muy lejano superar al hombre enormemente. En este caso, tendremos lo que Good llama una "ultrainteligencia", y "el último invento del hombre". Quizás esta misma máquina nos dé un método para medir la inteligencia que no dependa de la estadística de las poblaciones humanas, por lo menos una teoría que haga al estudio de la inteligencia un capítulo de la matemática no estadística, al igual que la teoría genética ha hecho del estudio de la herencia una rama determinista de la biología capaz de explicarnos con sus "parámetros ocultos" los fenómenos estadísticos observados.

No tenemos la intención de llevar más adelante este estudio. En Minsky,[8] puede verse un estudio algo detallado de los algoritmos que se utilizan en inteligencia artificial. En Pask[9] se abunda acerca del argumento de la complejidad de niveles. En[7] pueden verse aún con mayor detalle algunos de los logros en este campo. Y en la bibliografía dada por estos autores podrá el lector interesado continuar un estudio profundo de la materia.

Resumen

Hemos tratado de mostrar que es plausible la hipótesis de que en un futuro cercano pueda darse una nueva base matemática al estudio de la inteligencia, que no descanse tan fuertemente como en la actualidad en los fenómenos estadísticos y que no sufra de la limitación de una escala lineal única. Al mismo tiempo, el espíritu general del trabajo es que la diferencia fundamental que muchos ven entre la inteligencia artificial y la humana se refiere a una especie de "contaminación afectiva" que el problema crea, un no bien elaborado concepto de inteligencia que incluye consideraciones de "conciencia", "voluntad" u otras concepciones antropocéntricas. Que una máquina totalmente inconsciente pueda llegar

a ser más inteligente que un hombre en estado de vigilia nos parece más improbable que lo justo por el simple hecho de que dormidos los humanos no mostramos inteligencia. Una máquina, hasta donde ahora podemos prever, no podría "conocer" en el sentido en que lo puede hacer un hombre, en su sentido socrático, pero éste es un problema totalmente distinto a aquel de crear una máquina que logre demostrar el último teorema de Fermat, para lo cual la máquina no necesitaría "conocer" socráticamente. No hay en realidad aquí, de manera especial, ningún problema filosófico, sino un problema técnico y científico. Se propone un nuevo modelo para el ataque de la inteligencia humana y se brindan algunos detalles relativos a la definición de inteligencia.

BIBLIOGRAFIA

1) D. Wechsler: La Medida de la Inteligencia del Adulto.

2) H. H. Anderson y G. L. Anderson: An Introduction to Projective Techniques, Prentice-Hall, 1962.

3) M. Minsky: Steps toward Artificial Intelligence. (En este número).

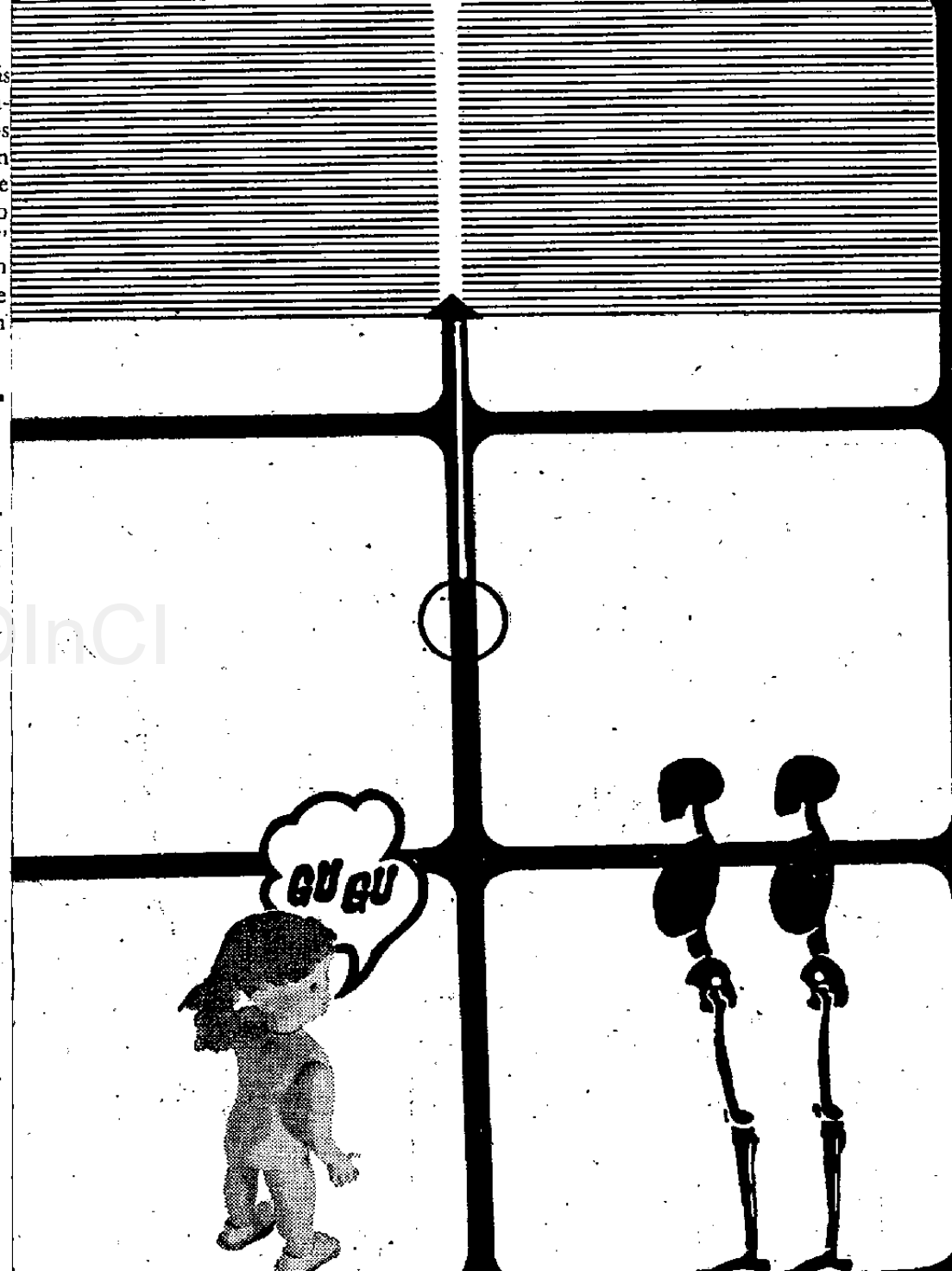
4) J. P. Guilford: Intelligence has Three Facets, Science, 14 May, 1969, pp. 615-620.

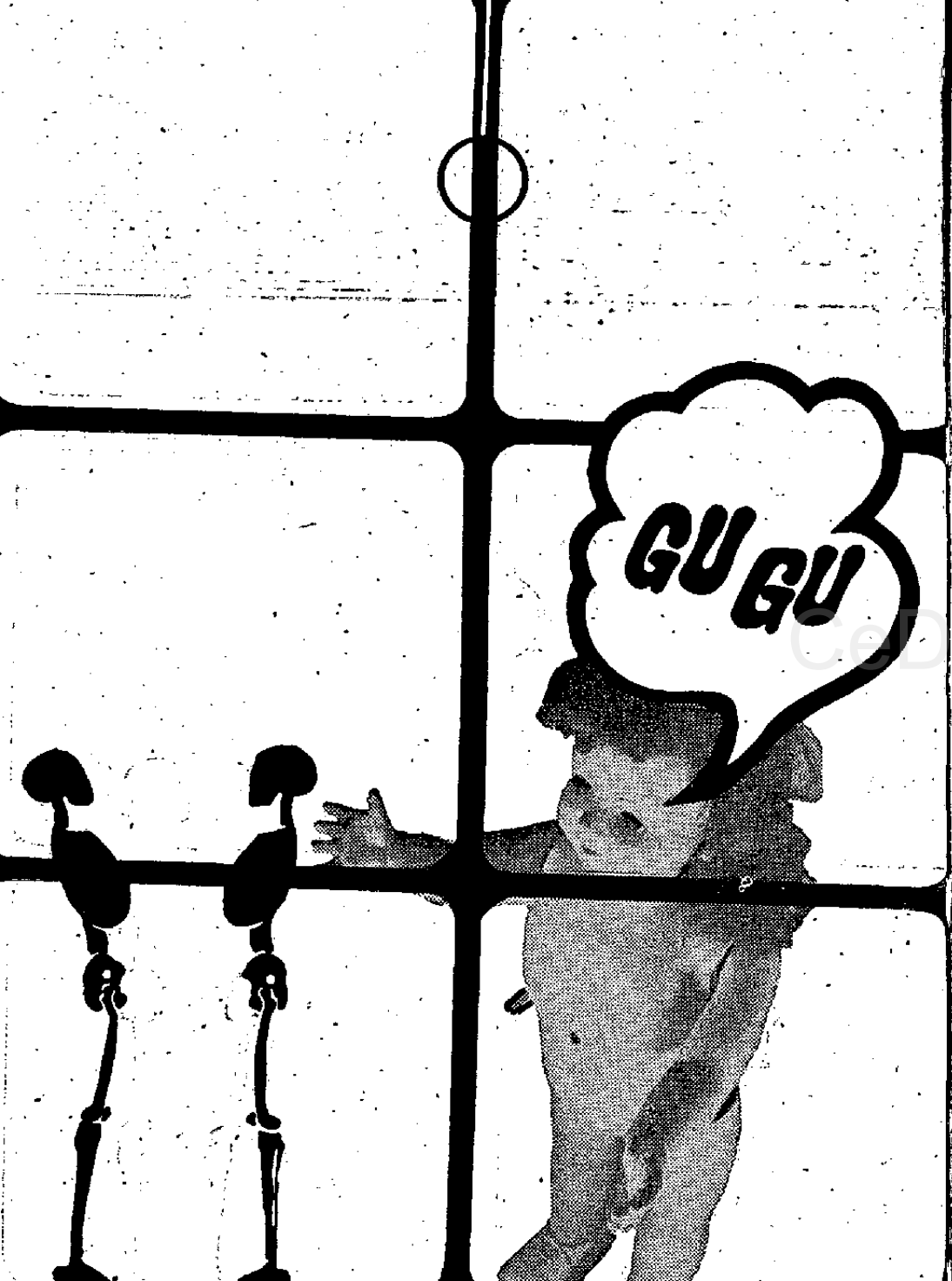
5) J. W. Getzels and Ph. W. Jackson: Creativity and Intelligence, Wiley, 1962.

6) G. Pask: A Discussion of Artificial Intelligence and Self-Organization, Advances in Computers, Academic Press, Vol. 5, 1964.

7) E. A. Feigenbaum y J. Feldman: Computers and Though, McGraw-Hill, 1963.

8) W. R. Ashby: Design for an intelligence amplifier, en Automata Studies, Princeton University Press, 1956.





la simulación eramis bueno logicocibernetica

El presente trabajo tiene como finalidad hacer una presentación, que de ninguna manera pretenderá ser exhaustiva, de las relaciones entre la Cibernética, ciencia del *control y la comunicación en la máquina y el animal* como fuera caracterizada por Wiener, y la Lógica matemática: uno de los instrumentos más poderosos con que cuenta el arsenal metodológico de aquélla.

La Lógica matemática como disciplina científica surgió mucho antes que la Cibernética. En sus comienzos (mediados del siglo XX) su presencia no fue motivo de gran inquietud. Como ocurriera otrora con la geometría no euclidiana, durante largo tiempo la misma era considerada con bastante escepticismo.

Es de notar que desde su aparición se ha pretendido considerarla como un aparato que debe facilitar, en primer término, el proceso natural del pensamiento humano, queremos decir, que aquellas personas "equipadas" con el aparato de la Lógica matemática pueden razonar mejor en el quehacer cotidiano. En realidad este no es el objeto de la Lógica matemática. La misma no se plantea como tarea principal el describir el proceso natural del pensamiento. Su objeto, en gran medida radica en la elaboración de una teoría general de la deducción que permita construir mecanismos adecuados para hacer las operaciones mentales.

Inicialmente el desarrollo de la Lógica matemática marchó parejo con los intentos de formalizar algunos aspectos de la actividad intelectual

humana. Posteriormente aquel desarrollo estuvo sujeto en gran parte a la tarea de crear los fundamentos lógicos de las matemáticas. Con esto se relacionan los problemas de la *consistencia* y la *completitud* de un sistema de premisas tomadas en alguna parte de las matemáticas como presupuestas, los problemas relacionados con al determinación de todas las consecuencias que se desprenden de estas premisas (axiomas) y otras cuestiones semejantes.

La Lógica matemática es situada por muchos autores como una de las premisas del surgimiento de la Cibernética, fundamentándose quizás en razones como la de que aquélla sirva de instrumento de cálculo de las máquinas cibernéticas. Ya en 1910 Ehrenfest [1] llamó la atención sobre la posibilidad de aplicar la Lógica matemática a la descripción del comportamiento de mecanismos técnicos como los circuitos de contacto. No obstante, la utilización efectiva de los métodos de aquélla en la solución de tareas prácticas relacionadas con la técnica de tales circuitos no se produjo hasta los años treinta en que comenzaron a aparecer los trabajos de C. Shannon, [2] quien mostró que la parte de la Lógica matemática conocida como *cálculo proposicional* contiene fórmulas que describen no solamente operaciones con proposiciones, sino también el trabajo de los *circuitos de contacto*. Los vínculos establecidos entre la Lógica matemática y la conducta de los circuitos condujo a la creación de disciplinas como la *teoría de los circuitos de contacto*.

Pronto los métodos de la Lógica matemática penetraron profundamente en las ciencias prácticas. Resultó que aquéllos no solamente eran propicios para la descripción de los circuitos de contacto, sino que también muchos otros mecanismos de acción discreta requerían del aparato de la Lógica matemática. Por consiguiente, la Lógica matemática, sin disminuir en un ápice su rol en las disciplinas de tipo teórico, pasaba a formar parte ahora de la instrumentación requerida en la investigación y diseño de las estructuras técnicas más variadas. Este valor práctico de la Lógica matemática se ha elevado considerablemente en relación con la investigación de los principios generales del control.

[1] Ehrenfest P., Retsenziya na knigu L. Kutiura *Algebra logiki* Zh. RFXO, Fiz. otd, 1910, T. 42, 10, pág. 382-387.

[2] Shannon C., A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits, *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 57 (1938).

(Trabajos similares fueron publicados en 1938 por A. Nakasima en Japón y en 1941 por V. I. Shestakov en la URSS).

La Lógica matemática ha servido de fundamento a la investigación de problemas cibernéticos de la trascendencia de la construcción de máquinas con un grado considerable de *confiabilidad*. En este sentido han hecho época los resultados obtenidos por Von Neumann [3] sobre la posibilidad de construir mecanismos confiables a partir de elementos no confiables. [4]

De otra parte la Lógica matemática es utilizada también para la elaboración de los métodos de programación para las computadoras electrónicas. [5]

Los circuitos de contacto y autómatas en general, y la lingüística matemática constituyen otros campos no menos importantes de la aplicación de la Lógica matemática en la Cibernética.

2 • Sistemas, modelos y estructuras: *Una posible definición del objeto de estudio de la Lógica Matemática.*

Siempre que se aborda la tarea de presentar algún tema vinculado con la Lógica matemática se plantea invariablemente la cuestión de la definición de su objeto. Por lo general en la mayor parte de los casos esta cuestión queda abierta. No es difícil encontrar inclusive monografías de Lógica matemática donde el problema no se toca. En muchos otros casos se hace una definición un tanto "tosca" de la misma como las del tipo "La lógica es la ciencia de las leyes del pensamiento", ... la ciencia del pensar correcto", ... la ciencia que estudia las proposiciones desde el punto de vista de su forma", etc.

En este trabajo se dejará presentada una de las posibles soluciones que pueden ser dadas al problema, sin pretender que la misma sea definitiva.

[3] von Neumann J., Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components, *Automata studies*, ed. by Shannon C., MacCarthy J., Princenton University Press, 1956, 43.

[4] Tanto los mecanismos eléctricos como los mecánicos están sometidos estadísticamente a la posibilidad de interrupciones en su trabajo, hecho que es igualmente probable para las redes nerviosas. Los componentes de alguna red nerviosa, por ejemplo que actúan de una manera distinta a la que debieran, reciben el nombre de *elementos no confiables*.

[5] Ver por ejemplo: Kalmár R., On a digital computer which can be programmed in a mathematical formula language. En *Trabajos del II Congreso húngaro de Matemática*, Budapest, 24-31 de Agosto de 1960, V. 3-16.

La cuestión de determinar el objeto de estudio de la Lógica matemática pudiera ser abordada partiendo de las consideraciones que siguen:

Llamamos *sistema* a un objeto complejo determinado, en el que podamos distinguir una estructura definida por una red de vínculos o relaciones entre las partes componentes del mismo. Cada una de las partes componentes de dicho objeto constituye un *elemento* del sistema. Los elementos de un sistema pueden ser físicos (mecánicos, eléctricos, termodinámicos, etc.), químicos, biológicos y mixtos. En todo sistema pueden distinguirse diversas magnitudes de *entrada* y de *salida*. Para la entrada se cuenta con denominaciones más expresivas como son: causa, estímulo, acción, irritación, mientras que para la salida se tienen: consecuencia, efecto, respuesta, reacción, etc. Determinado cambio en la magnitud (o magnitudes) de entrada de un sistema lleva aparejado algún cambio en la magnitud de salida. Esta dependencia de la magnitud de salida con respecto a la magnitud de entrada se define mediante una *función o ley de conducta del sistema*. En los casos en que las salidas están unívocamente determinadas por las entradas, los sistemas son llamados *deterministas*, para diferenciarlos de aquellos en que las salidas solamente están determinadas en cierto grado de probabilidad (ante magnitudes de entradas fijas).

La Lógica matemática figura entre las ciencias que contribuyen a elaborar métodos para un estudio estructural de los sistemas. Sobre la base de tales métodos se resuelven múltiples tareas prácticas relacionadas con la investigación o creación de sistemas complejos.

Uno de los conceptos fundamentales de la ciencia contemporánea es el de *modelo*. El mismo es utilizado ampliamente en la Cibernética, la Lógica matemática, la Semántica, la Física, la Química, la Matemática, la Lingüística y otras ciencias. De manera intuitiva pudieramos caracterizar un modelo como algún objeto complejo cuyos elementos pueden ser situados en correspondencia con los elementos de otro objeto complejo llamado *original*. Los vínculos y relaciones que tengan lugar entre los elementos del original corresponden a algunos vínculos y relaciones entre determinados elementos del modelo.

Por una vía formal pudieramos decir que dos sistemas de objetos S y M se *simulan* entre sí (son modelos uno del otro), si es posible establecer una imagen homomorfa de S en algún sistema S' y una imagen homomorfa de M en algún sistema M', tales que S' y M' sean isoformos entre sí. Esta relación de "ser modelo", definida así, es reflexiva, simétrica y transitiva, es decir, es una relación del tipo equivalencia, la cual es satisfecha (cuando $S = S'$ y $M = M'$) por cualesquiera sistemas isomorfos entre sí.

Es útil comenzar el análisis de las propiedades de un sistema con el análisis de la estructura del mismo. Por consiguiente, en el modelo puede ser reflejada también solamente la estructura, solamente el esquema de las relaciones entre los elementos del sistema. Un modelo tal recibe el nombre de modelo estructural del sistema dado.

La Lógica matemática está vinculada principalmente con los modelos estructurales de los objetos investigados, puesto que en la misma se consideran modelos estructurales de por si, mientras no sean encontrados objetos reales (interpretaciones) que posean aquellas estructuras conocidas ya teóricamente en la Lógica matemática.

La mayor parte de los objetos complejos poseen una estructura jerárquica. Esto significa que después de conocidos los elementos del sistema y establecida la estructura de sus relaciones, es posible pasar a la consideración de cada elemento *per se* y determinar su estructura, pudieramos decir: determinar los "microelementos" y las "microestructuras" en las cuales aquéllos se insertan. Esos elementos de elementos pueden ser llamados elementos de segundo orden, mientras que los iniciales pueden ser llamados de primer orden. Correspondientemente, la estructura inicial debe ser llamada estructura de primer orden, mientras que la "microestructura" —estructura de segundo orden. Es evidente que un sistema real puede poseer un número considerable de órdenes o escalones. Estas relaciones pueden verse entre los tejidos nerviosos (redes) y sus componentes elementales (las neuronas).

Cuando se crea un modelo de algún sistema, aquél deberá poseer también una estructura jerárquica en relación con el original. Consideraremos que el segundo escalón es más profundo que el primero, el tercero más profundo que el segundo y así sucesivamente. Entonces es claro que mientras más profundo sea el modelo, es decir cuanto mayor sea el número de escalones del original que el mismo simule, más se aproximará el modelo a las propiedades del original. También está claro que la profundidad del modelo se elegirá de acuerdo con los objetivos concretos de la investigación de que se trate. Puede presentarse el caso de modelos de profundidad cero, es decir de aquellos donde el factor de membresía del sistema no se refleja, y por consiguiente, no se simula la estructura, inclusive, del primer escalón.

Existen sistemas en los que es muy fácil distinguir los elementos componentes y el esquema de relaciones entre ellos. Son estos, los llamados

sistemas binarios discretos, cuyo rasgo principal es que cuando hacemos referencia a la situación de suselementos (excitado, inhibido; conectado, desconectado, etc.) o al hecho de que los mismos estén directamente vinculados con otros elementos de ese sistma, solamente se puede decir "sí" o "no": se toma como criterio un *indicador binario*. (De ser posibles y/o necesarios otros criterios, se tomarían indicadores ternarios, tetrarios, etc.) El número de indicaciones diferenciables dadas por el indicador seleccionado será considerado como el número de sus estados discretos. Es evidente que fueran los que fueren los estados unívocamente determinados del indicador, éste se reduce a la clase de indicadores discretos, y el modelo estructural del sistema concreto puesto de manifiesto con la ayuda del indicador discreto será llamado también discreto y tendrá una serie de rasgos específicos comunes para todos los modelos de tal tipo.

De acuerdo con lo anterior, puede decirse que la Lógica matemática tiene relación solamente con los modelos estructurales discretos, a diferencia de aquellas disciplinas matemáticas, como el cálculo diferencial e integral que simulan estructuras continuas. En la Lógica matemática han sido elaboradas ampliamente las ramas de simulación de estructuras con relaciones discretas bivalentes, es decir, aquellos modelos estructurales que se distinguen con la ayuda de indicadores de dos estados.

Vista la Lógica matemática como una ciencia sobre la simulación discreta de sistemas, es posible señalar de manera concreta, algunas tareas donde aquélla interviene precisamente cuando se trata de considerar, por ejemplo, sistemas automáticos de acción discreta para la elaboración de la información que constituyen la base de las máquinas computadoras, los mecanismos automáticos utilizados en el control de objetos según un algoritmo dado y los agregados que simulan la acción del organismo vivo. Entre esas tareas estarían en primer lugar, las de describir la estructura de un sistema dado, lo cual supone la construcción (diseño) del modelo estructural correspondiente y la selección del indicador apropiado para tal descripción. Aquí es preciso mencionar dos de las tareas principales que ponen de manifiesto los vínculos lógico-cibernéticos: el *análisis* y la *síntesis* de los mecanismos automáticos. En el primero partimos del modelo estructural (estructura lógica) para explicar la estructura del mecanismo, el operador que realiza el esquema del mismo, etc. La *síntesis* de otra parte, consiste en la creación de variantes óptimas del modelo estructural de un posible sistema según las propiedades que el mismo deba reunir. Otras tareas más complejas pueden resultar de la combinación de las anteriores.

Lo dicho anteriormente, como ya hemos advertido, no pretende ser definitivo, en todo caso es una de las formas posibles de abordar la cuestión. No obstante, ello plantea necesariamente una interrogante relacionada con los *sistemas formalizados* y sus lenguajes, que ocupan indudablemente un lugar central en la Lógica matemática, y con aquella forma de abordar esta última como una teoría general de tales sistemas. A nuestro entender hay algo común a ambas concepciones que se desprenden de las consideraciones siguientes: Los *sistemas formalizados*, que pueden ser examinados como teorías abstractas de objetos no especificados, muchas veces se construyen como *modelos* de teorías informales o de nivel intuitivo, mientras que en otras oportunidades se parte de la construcción de un sistema formalizado y se busca un modelo o *interpretación* del mismo en términos, por ejemplo, de alguna teoría informal, pasando a ser, lo que anteriormente se tomaba como modelo, el objeto simulado, mientras que aquello que había sido el objeto de la simulación se convierte en modelo en esta otra relación. En los casos en que lo fundamental no sea el aspecto informal sino el aspecto estrictamente formal de los conceptos de modelo e interpretación como ocurre en la *Semántica lógica*, los mismos se explican de la forma siguiente: Sea F una fórmula de algún sistema formal, digamos L, designemos mediante el signo F' el resultado de sustituir todas las constantes no lógicas que ocurran en F por variables de los tipos correspondientes. La clase de objetos H que satisfagan[6] a la fórmula F' (presente la observación del requisito de que el tipo de cada proposición corresponda al tipo de la variable, en cuyo lugar el mismo se sitúa) recibe el nombre de modelo de la fórmula F (o modelo de la proposición expresada por dicha fórmula).

Ese algo común que hemos querido destacar con lo anotado en el párrafo precedente, es precisamente el hecho de que en ambos casos se trata de una relación de simulación entre la Lógica y los sistemas de acción discreta en el primer caso, y la Lógica y algún tipo de teoría en el segundo. Con esto pueden estar relacionadas las distintas presentaciones que se hacen de la lógica: algebraicas y axiomáticas, y posiblemente una dirección de la lógica que parte del análisis y síntesis de distintos tipos de sistemas cibernéticos y otra que parte de la formalización y estudio de la estructura formal de diversas teorías científicas, poniendo en primer tér-

[6] Se dice que una clase de objetos *satisface* por definición, a una fórmula dada si se produce una sustitución de las variables que ocurren en dicha fórmula por los nombres de aquellos objetos, tal que al situar el nombre de uno y el mismo objeto en lugar de la ocurrencia de una y la misma variable, la fórmula en cuestión resulta ser *verdadera*.

mino a las teorías matemáticas. En todo caso, nosotros hemos querido destacar el primer aspecto por los vínculos que guarda con el presente trabajo, no sin dejar constancia del segundo y de que en ambos casos, independientemente del nivel a que se plantean, se trata de la Lógica matemática ubicada en una relación de simulación.

Lo dicho sobre el objeto de la Lógica matemática parece ser suficiente en los límites de un trabajo de este tipo; procede ahora hacer una presentación de aquellos aspectos de la Lógica matemática necesarios para la consideración de los vínculos entre ella y la Cibernética.

3 • Presentación algebraica del cálculo proposicional: *La Lógica algebraica. El cálculo de predicados.*

La exposición del aparato de la Lógica matemática estará restringido aquí a las necesidades que impongan las cuestiones que enfocaremos más adelante. Este aparato viene dado por una presentación algebraica del *cálculo proposicional* necesaria para el estudio de los llamados *autómatas finitos sin memoria* y una presentación similar del *cálculo de predicados*, el cual aporta un instrumento de una mayor capacidad expresiva en tanto que toma en cuenta la estructura sujeto-predicativa de las *proposiciones elementales*, no así el cálculo proposicional que considera a estas últimas como todos inseparables. La necesidad del cálculo de predicados se presenta aquí cuando se introduce el elemento *tiempo* en la consideración de los sistemas cibernéticos de acción discreta.

El cálculo proposicional estudia las relaciones existentes entre las proposiciones: de una parte *operaciones* que permiten formar proposiciones compuestas (fórmulas) a partir de otras proposiciones y las conectivas lógicas del lenguaje "y", "o", "si, ..., entonces"; "si y sólo si" y "no". De otra parte *derivaciones* que permiten demostrar la verdad lógica de una proposición a partir de una clase de proposiciones que se toman como fundamentales y se consideran de validez universal (axiomas) y una clase finita de reglas de inferencia que permiten demostrar otras proposiciones válidas a partir de ellas.

En la presentación algebraica del cálculo proposicional las proposiciones se examinan como magnitudes que admiten uno de dos valores, "verdadero" y "falso". La misma es llamada a veces "Lógica proposicional", "álgebra proposicional", "álgebra lógica", "lógica algebraica", etc., aquí utilizaremos indistintamente, las dos últimas denominaciones.

El cálculo de predicados en la forma que lo presentaremos aquí, constituye un desarrollo del álgebra lógica, que contiene a ésta como parte

propia y además incluye el estudio de las expresiones que reflejan la estructura sujeto-predicativa de las proposiciones.

Toda presentación de alguna de las partes de la Lógica matemática debe ser precedida por la formulación del lenguaje formalizado con que se opera en el cálculo en cuestión.

En términos de la Lógica matemática se dice que un lenguaje está formalizado si se han cumplido los requisitos siguientes: 1) Los *signos primitivos* que integran el *alfabeto* del lenguaje se listan en su totalidad; 2) Se indican las reglas que permiten formar *proposiciones* (fórmulas bien formadas) y *términos* del lenguaje a partir de los signos primitivos; 3) Se indican las reglas que permiten transformar unas proposiciones (*fbf*) en otras; 4) Se indican los criterios de selección de las proposiciones significantes en el lenguaje en cuestión.

El lenguaje que utilizaremos en la presentación algebraica del cálculo proposicional puede ser descrito de la manera siguiente:

a) *Alfabeto* (lista de símbolos primitivos) 1) p, q, r (con sub-índices o sin ellos) — Variables proposicionales; 2) 1, 0 — constantes lógicas que se interpretan como "verdadero"–"falso", "abierto"–"cerrado" "excitado"–"inhibido"; 3) $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$, $-$ —operadores lógicos que se interpretan como "y", "o", "implica", "si y sólo si" y "no". 4) (,) — signos auxiliares.

b) *Definición inductiva de "fórmulas"*: 1) Las variables proposicionales y las constantes lógicas son fórmulas; (2-6). Si A y B —son *fórmulas*— entonces $(A) \wedge (B)$, $(A) \vee (B)$, $(A) \rightarrow (B)$, $(A) \leftrightarrow (B)$ y $(\overline{A})$ son *fórmulas*.[7] 7) Algo es una *fórmula* solamente en virtud de 1-6. (Condición de cerradura).

La anterior definición inductiva de *fórmulas bien formadas* es al mismo tiempo un *criterio efectivo* que permite distinguir a aquellas de otras expresiones[8] que no tienen el carácter de tales.

4 • El álgebra de la Lógica.

El álgebra de la Lógica constituye una de las partes fundamentales de la Lógica matemática basada en la aplicación de los métodos algebraicos en la Lógica. Las fórmulas definidas con anterioridad pueden ser consi-

[7] A y B constituyen variables sintácticas o metalingüísticas.

[8] Una *expresión* es una secuencia finita de símbolos primitivos.

deradas como fórmulas del álgebra de la Lógica. Cada fórmula del álgebra de la Lógica representa alguna *función del álgebra de la Lógica.*

El concepto de función del álgebra Lógica podemos definirlo, siguiendo a Yablonskii,[8] de la manera siguiente:

Sea D el conjunto de funciones $f(p_1, p_2, \ldots, p_n)$ tales que sus variables sean definidas en el conjunto $E = \{1, 0\}$ y tales que $f(a_1, a_2, \ldots, a_n) \in E$ si $a_i \in E$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$. Las funciones de D se nombran *funciones del álgebra lógica.* Es decir, que para dar una función es necesario señalar qué valores de la misma corresponden a cada combinación de valores de los argumentos.

Es evidente que la función $f(p_1, p_2, \ldots, p_n)$ quedará totalmente definida si se da la matriz siguiente:

p_1	p_2	$\ldots$	p_{n-1}	p_n	$f(p_1$	p_2	$\ldots$	p_{n-1}	$p_n)$
1	1	$\ldots$	1	1	1	1	$\ldots$	1	1
1	1	$\ldots$	1	0	1	1	$\ldots$	1	0
1	1	$\ldots$	0	1	1	1	$\ldots$	0	1
1	1	$\ldots$	0	0	1	1	$\ldots$	0	0
.	.	$\ldots$	.	.	.	.	$\ldots$	.	.
0	0	$\ldots$	0	0	0	0	$\ldots$	0	0

Es fácil ver que el número de combinaciones de valores de una función de n variables será igual a 2^n. De otra parte tenemos que el número de todas las funciones de D que dependen de n argumentos $p_1, p_2, \ldots, p_n$, es igual a 2^{2^n}.

Del conjunto de las funciones del álgebra de la lógica se toma un grupo de ellas para su consideración especial. Estas son las llamadas funciones *elementales* que poseen una interpretación lógica simple y que usualmente se utilizan en calidad de operaciones lógicas para la construcción de expresiones más complejas. Las mismas corresponden a los operadores lógicos indicados en el lenguaje formalizado dado con anterioridad.

[8] Yablonskii S. V., Funksional'nye postroeniya v k-znachnoi logike. (Construcciones funcionales en la lógica k-valente). En: Trudy Mathematicheskogo instituta imeni V. A. Steklova LI, Moskva, 1958.

Estas funciones:

1) $f_1(p) = \overline{p}$ — negación de p;
2) $f_2(p_1, p_2) = p_1 \wedge p_2$ —conjunción de p_1 y p_2 (producto lógico);
3) $f_3(p_1, p_2) = p_1 \vee p_2$ —disyunción de p_1 y p_2 (suma lógica);
4) $f_4(p_1, p_2) = p_1 \rightarrow p_2$ —implicación de p_1 y p_2 (p_1 implica p_2);
5) $f_5(p_1, p_2) = p_1 \leftrightarrow p_2$ —equivalencia de p_1 y p_2, pueden ser definidas mediante las matrices (tablas veritativas) siguientes:

p_1	p_2	$p_1 \wedge p_2$	$p_1 \vee p_2$	$p_1 \rightarrow p_2$	$p_1 \leftrightarrow p_2$	p_1	$\overline{p}_1$
1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0		
0	0	0	0	1	1		

Las funciones elementales poseen algunas propiedades que podemos describir de la manera siguiente: Sea que $x_1 \circ x_2$ designe a algunas de las funciones $p_1 \wedge p_2$, $p_1 \vee p_2$ y $p_1 \leftrightarrow p_2$, entonces:

1) $\circ$ posee la propiedad de la asociatividad, es decir,

$$(x_1 \circ x_2) \circ x_3 = x_1 \circ (x_2 \circ x_3)$$

2) $\circ$ posee la propiedad de la conmutividad, es decir,

$$x_1 \circ x_2 = x_2 \circ x_1$$

3) Para $\wedge$ y $\vee$ tienen lugar las leyes distributivas

$$(x_1 \vee x_2) \wedge x_3 = x_1 \wedge x_3 \vee x_2 \wedge x_3$$
$$(x_1 \wedge x_2) \vee x_3 = x_1 \vee x_3 \wedge x_2 \vee x_3$$

4) Relación entre la conjunción, disyunción y negación

$$\overline{\overline{x}} = x, \quad \overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x}_1 \wedge \overline{x}_2, \quad \overline{x_1 \wedge x_2} = \overline{x}_1 \vee \overline{x}_2$$

5) Algunas propiedades de la conjunción y la disyunción:

$$0 \wedge x = 0, \quad 1 \wedge x = x, \quad 0 \vee x = x, \quad 1 \vee x = 1$$

Toda función del álgebra lógica posee lo que se ha dado en llamar *forma normal disyuntiva perfecta.* La *forma normal disyuntiva perfecta* de una función dada por medio de una tabla puede ser hallada por el método siguiente: Se toman aquellas combinaciones de valores $(v_1, \ldots, v_m)$ para los

cuales la función $f(p_1, \ldots; p_m)$ es igual a 1. Luego, para cada una de estas combinaciones se construye una conjunción $(p_1^{v_1} \wedge p_2^{v_2} \wedge, \ldots, \wedge p_m^{v_m})$ $(p^0 = \overline{p},\ p^1 = p)$ y luego todas estas conjunciones se unen por medio del signo de la disyunción.

EJEMPLO: La forma normal disyuntiva perfecta de la función $f(p_1, p_2)$ dada por la tabla

p_1	p_2	$f(p_1, p_2)$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

es igual a

$$p_1 \wedge \overline{p}_2 \vee \overline{p}_1 \wedge p_2 \vee \overline{p}_1 \wedge \overline{p}_2$$

Toda función del álgebra de la Lógica, salvo el caso en que $p = 1$, puede ser representada por medio de una expresión que consista en un producto de sumas lógicas, es decir una *forma normal conjuntiva perfecta*. Valiéndonos del método anterior podemos obtener la forma normal conjuntiva perfecta de una función $f(p_1, \ldots, p_m)$ tomando aquellas combinaciones de valores $(v_1, \ldots, v_m)$ para las cuales la función $f(p_1, \ldots, p_m)$ es igual a 0. Luego, para cada una de estas combinaciones se construye una disyunción $p_1^{v_1} \vee p_2^{v_2} \vee, \ldots, \vee p_m^{v_m}$, y por último todas estas disyunciones se unen mediante el signo de la conjunción.

Por ejemplo, la forma normal conjuntiva perfecta de $p_1 \leftrightarrow p_2$ será igual a $\overline{p}_1 \vee p_2 \wedge p_1 \vee \overline{p}_2$, dado que la misma toma valor 0 en las combinaciones (0,1) y (1,0).

Las formas normales perfectas por lo general admiten ser simplificadas en el sentido de ser transformadas en expresiones equivalentes con un número menor de variables que la original. Esto puede ser realizado mediante ciertos tipos de transformaciones como las que se relacionan a continuación:

a) $(p \wedge q) \vee (p \wedge \overline{q}) = p$
b) $(p \wedge q) \vee p = p$
c) $(p \wedge q) \vee (p \vee p) = p \wedge (q \vee p)$
d) $p \wedge (p \vee q) = p$

e) $p \vee (\overline{p} \wedge q) = p \vee q$
f) $\overline{p} \vee (p \wedge q) = \overline{p} \vee q$
g) $p \wedge (\overline{p} \vee q) = p \wedge q$
h) $\overline{p} \wedge (p \vee q) = \overline{p} \wedge q$

Las formas simplificadas se denominan formas normales disyuntivas y conjuntivas según procedan de las perfectas de cada tipo respectivamente. La *forma normal disyuntiva* (conjuntiva) consiste en una disyunción (conjunción) de *conjunciones* (disyunciones) *elementales*. Estas últimas se caracterizan por (a) no poseer dos variables iguales, (b) no contienen al mismo tiempo una variable y su negación, de lo que se desprende que (c) la conjunción (disyunción) elemental puede incluir bien a una variable o bien a la negación de ésta. Se dice que la forma normal es mínima si la misma contiene el menor número posible de variables en comparación con todas las formas normales que le sean equivalentes. Existen varios métodos de *minimización* de las formas normales que se han desarrollado paralelamente con las tareas de la síntesis de los autómatas finitos.

5 • Predicados.

Hemos señalado con anterioridad la necesidad de contar con un aparato lógico de mayor capacidad expresiva que permita considerar aquellos sistemas en que el elemento tiempo se introduzca en la descripción de los mismos. Tal aparato viene dado por el *cálculo de predicados*.

La peculiaridad de la lógica de los predicados radica en el hecho de que junto a las variables proposicionales que admiten dos valores posibles, "verdadero" (1) y "falso" (0), se toman en consideración las llamadas *variables de individuos* que se definen en algún conjunto arbitrario, finito o infinito de valores, denominado dominio o campo objetal.

Si tomamos como campo objetal, por ejemplo, al conjunto de los números naturales {1, 2, 3, ...} interpretados como valores discretos del tiempo (t) podemos formar funciones proposicionales de variables de individuos (de objetos) que usualmente reciben el nombre de *predicados*. El predicado $N(t)$ por ejemplo, constituiría una función proposicional cuyos argumentos tomarían valores en {1, 2, 3, ...} y se definiría en el conjunto {1, 0}.

Las operaciones de la Lógica proposicional que hemos analizado en el epígrafe anterior son aplicables a los predicados. A partir de los pre-

dicados, supongamos $P(l)$ y $P(m)$ pueden formarse nuevos predicados con la ayuda de los operadores $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$, $-$ etc. Por ejemplo $P(l) \wedge P(m)$, $P(l) \vee P(m)$, $P(l) \rightarrow P(m)$, $\overline{P(m)}$.

Además de estas operaciones, en la lógica de los predicados tienen lugar los llamados *cuantificadores universal* ($\forall$) y *existencial* ($\exists$), que son los que hacen de la Lógica de los predicados un aparato formal mucho más rico que la Lógica proposicional. Sea $P(l)$ un predicado cualquiera. Si anteponemos el cuantificador universal a dicho predicado obtendremos una expresión que puede interpretarse como: "para toda l tiene lugar $P(l)$". (P-puede ser alguna propiedad). Análogamente, anteponiendo el cuantificador existencial al predicado $P(l)$ obtenemos una expresión que puede interpretarse como: "Existe una l (hay al menos una l) tal que P". Si el conjunto de valores que pueda tomar l es finito, digamos a_1, a_2, a_3, a_4, entonces la expresión $\forall l.P(l)$ puede ser escrita en forma de conjunción:

$$P(a_1) \wedge P(a_2) \wedge P(a_3) \wedge P(a_4)$$

La expresión $\exists l.P(l)$ puede ser escrita en forma de una disyunción:

$$P(a_1) \vee P(a_2) \vee P(a_3) \vee P(a_4)$$

Resumiendo lo dicho podemos afirmar que la presentación del cálculo de predicados, que aquí se ha limitado a solo aquellos aspectos indispensables para consideraciones posteriores, puede ser obtenida mediante una ampliación del alfabeto del lenguaje visto con anterioridad y de los puntos en la definición de fórmulas.

Los complementos al alfabeto serán:

1) l, m, l^1, l^2, l^3, . . . variables de individuos;

2) P, P^1, P^2, . . . predicados;

3) $\forall$, $\exists$ cuantificadores;

4) X, Y, Z, X^1, Y^1 fórmulas.

Los complementos a la definición de fórmula serán:

1) Si l, l^1, . . . , l^n ($n \geqslant 2$) son variables de individuos y P es un predicado, entonces $P(l)$ y $P(l^1, \ldots, l^n)$ son fórmulas predicativas;

2) Las fórmulas predicativas son fórmulas;

3) Si X es una fórmula, entonces $(\exists l)X$ y $(\forall l)X$ son fórmulas.

A esto añadimos la definición de ocurrencia en una fórmula: Una variable de individuos l ocurre en una fórmula X en los casos siguientes: 1) l ocurre en $P(l)$; 2) l^i ocurre en $P(l^1, \ldots, l^n)$, donde $i = 1, \ldots, n$; 3) Si l ocurre en Y y Y ocurre en X, entonces l ocurre en X. La ocurrencia de l en X se denomina *ligada* si l ocurre en Y y $(\exists l)Y$ o $(\forall l)Y$ ocurren en x, y *libre* en los casos restantes.

6 • Bivalencia y Polivalencia.

Hasta ahora nos hemos desenvuelto dentro de lo que pudieramos llamar una concepción bivalente de la Lógica, es decir, hemos visto sistemas lógicos basados en el principio de la bivalencia de las proposiciones que dice que toda proposición puede ser evaluada como *verdadera* (1) o *falsa* (0). Se asume que ninguna proposición verdadera puede ser al mismo tiempo falsa y viceversa. Llamamos Lógica bivalente en sus diversos aspectos (proposicional, funcional, etc.) a aquella que se fundamenta en el principio aludido. La Lógica bivalente ha podido alcanzar un gran escaño en la Cibernética precisamente por el hecho de que la conducta de muchos sistemas cibernéticos está basada en un principio binario de "sí" o "no". McCulloch y Pitts, como veremos más adelante, sentaron este principio con relación a un caso particular de autómatas finitos: los neuromecanismos.

No obstante lo dicho, a partir de 1920, con los trabajos de Jan Lukasiewicz[10] comenzaron a desarrollarse las llamadas lógicas polivalentes, que suponen el principio de la polivalencia de las proposiciones consistente en que las mismas no solamente pueden ser evaluadas con los valores veritativos tradicionales de la Lógica clásica (verdadero y falso), sino que pueden tomar otros valores cuyo número puede ser mayor que dos, finito e infinito (lógicas finitovalentes e infinitovalentes). Es fácil ver, de acuerdo con esto, que la Lógica bivalente pudiera considerarse como un caso particular de Lógica polivalente.

Las Lógicas polivalentes ocupan hoy un lugar importante en las investigaciones lógico-cibernéticas, hecho que puede ser constatado en los

[10] Lukasiewicz J., Logika trójwartósciowa. "Ruch Filozoficny", Lwow, 1920, No. 5.

trabajos de Moisil,[11] Maistrova,[12] Cowan[13] y muchos otros donde el aparato de las lógicas polivalentes es utilizado en el análisis y síntesis de los autómatas.

Una de las formas de construir lógicas polivalentes y quizás la de mayor utilidad para su aplicación en la Cibernética, consiste en la utilización del *método de multiplicación de matrices desarrolado por Lukasiewicz* para obtener sus lógicas (modales) tetra y octovalentes.[14] Este método consiste en lo siguiente: Para obtener la definición matricial de las funciones elementales en el caso de la Lógica tetravalente, se multiplican las matrices correspondientes en la Lógica bivalente por sí mismas, tal y como se ilustra a continuación para el caso de la conjunción y la negación:

$$\begin{array}{c|cc} p \backslash q & 1 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}^{(2)} = \left(\begin{array}{c|cccc} p \backslash q & (1\,1) & (1\,0) & (0\,1) & (0\,0) \\ \hline 1\,1 & (1\,1) & (1\,0) & (0\,1) & (0\,0) \\ 1\,0 & (1\,0) & (1\,0) & (0\,0) & (0\,0) \\ 0\,1 & (0\,1) & (0\,0) & (0\,1) & (0\,0) \\ 0\,0 & (0\,0) & (0\,0) & (0\,0) & (0\,0) \end{array}\right) \left(\begin{array}{c|c|c} P & \overline{P} \\ \hline 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{array}\right)^{(2)} = \left(\begin{array}{c|c|c} p & \overline{p} \\ \hline 1\,1 & 0\,0 \\ 1\,0 & 0\,1 \\ 0\,1 & 1\,0 \\ 0\,0 & 1\,1 \end{array}\right)$$

Ahora poniendo en correspondencia a cada uno de los pares de valores obtenidos, con cada uno de los valores de la Lógica tetravalente $\{(1,1), (1,0), (0,1), (0,0)\} \Rightarrow (1, 2, 3, 0)$ obtenemos las matrices tetravalentes para la conjunción y la negación.

[11] Moisil G. C., Les logiques a plusieurs valeurs et l'automatique. En: Infinitistic Methods. Proceedings of the symposium on foundations of mathematics. Warsaw, 2-9 September 1959. Pergamon Press. New York. Oxford. London. Paris.

[12] Maistrova T. D., Primenenie mnogosnachnoi logiki v teorii releinykh skhem (Aplicación de la Lógica polivalente en la teoría de los circuitos de relés). En "Primenenie logiki v nauke y tekhnike". Izd. Akademii nauk SSSR. Moscú. 1960.

[13] Cowan J. D., Many Valued logics and reliable automata. En: Principles of self organization. Transations of the University of Illinois. Symposium on self-organization, 8-9 June, 1961. Pergamon Press. Oxford. London. New York, Paris, 1962.

[14] Lukasiewicz J., Aristotle's sillogistic from the standpoint of modern formal logic. Oxford, 1957.

$p \backslash q$	1	2	3	0
1	1	2	3	0
2	2	2	0	0
3	3	0	3	0
0	0	0	0	0

p	$\overline{p}$
1	0
2	3
3	2
0	1

Este método puede ser generalizado fácilmente para la obtención de lógicas 2^n-valentes, siendo $n = 2, 3, 4, \ldots$[15]

La forma en que la lógica matemática ha sido expuesta hasta aquí no agota por supuesto todas sus partes, y de éstas todas las de posible aplicación a la Cibernética. Hemos restringido esa descripción a aquellos aspectos necesarios para la consideración de los autómatas finitos, como uno de los tipos de objetos cibernéticos donde se manifiestan con claridad las relaciones entre la Cibernética y la Lógica matemática.

7 • ¿Qué es un autómata?

En la técnica se utiliza el término "autómata" para designar aquellos sistemas, y mecanismos en los que los procesos de obtención, trasmisión y utilización de la energía, materiales e información necesarios para el cumplimiento de sus funciones, se realizan sin la participación directa del hombre.

En la Cibernética el término "autómata" denota un concepto más abstracto. Los autómatas tal y como los vamos a considerar aquí, constituyen sistemas dinámicos de acción discreta, es decir, sistemas que pueden modificar su conducta en un tiempo (imaginario) discreto, es decir, este último varía en un conjunto numerable. Estos sistemas constan de un número finito de *entradas* que reciben la información y un número finito de *salidas* para la trasmisión de la información elaborada.

En cada momento (tacto) discreto de tiempo, digamos $t_1, t_2, \ldots, t_m$ a las entradas del sistema acude un número k de magnitudes de entrada $p_1, p_2, \ldots, p_m$. Cada una de estas magnitudes puede tomar un número fijo de valores de algún alfabeto de entrada E que denota los estados de las entradas del sistema.

[15] Ver: Bueno E.: "Lógicas modales polivalentes". Rev. Universidad de La Habana. Año XXXIII, No. 193, 1969.

En las salidas del sistema es posible observar n magnitudes de salidas $s_1, s_2, \ldots, s_n$, cada una de las que puede tomar un número fijo de valores de un alfabeto de salida S que denota los estados de salida del sistema.

En cada momento de tiempo el sistema puede encontrarse en alguno de los estados $z_1, z_2, \ldots, z_n$. El estado del sistema en cada momento se define en función de la magnitud de entrada p en ese momento y el estado z en el momento anterior.

El sistema transforma una situación en la entrada $p = \{p_1, p_2, \ldots, p_n\}$ en una situación de salida $s = \{s_1, s_2, \ldots, s_n\}$ en dependencia de su estado en el momento anterior.

Pueden ser distinguidos diversos tipos de autómatas, aquí tomaremos en cuenta solamente los *autómatas sin memoria* y los *autómatas con memoria finita*.

Autómatas "sin memoria".

Los autómatas llamados "sin memoria" son sistemas en que una situación o suceso (s) de la salida es determinada unívocamente por una situación o suceso (p) en la entrada, cosa esta que condiciona la invariabilidad del *estado interno* del autómata y la independencia de aquél con relación a alguna influencia externa. La actividad de las salidas en el momento t depende solamente de la actividad de sus entradas en uno de los momentos precedentes $t - \Delta$, y el intervalo Δ, llamado tiempo de reacción, es igual para todos los t, es decir el tiempo de reacción es el mismo para todas las señales de entrada en el curso del trabajo del autómata.

Autómatas con memoria finita.

Este tipo de autómata se caracteriza por el hecho de que los estados de las salidas (s) no dependen exclusivamente del valor de la entrada en un momento dado, sino también del estado (z) del sistema, determinado por el valor de (p) en el momento precedente. En estos autómatas las influencias externas precedentes se fijan en el autómata mediante cambios en su estado interno, dando por resultado que el estado al que pasa el sistema sea determinado por las señales de entrada y su estado interno en un momento dado. Estos autómatas son conocidos por "autómatas finitos", es decir, sistemas que tienen un número finito de entradas, un número finito de estados internos y cuyo trabajo posee un carácter determinista. Los estados internos de estos autómatas pueden ser utilizados para la memorización y el cálculo. Esta limitación a la finitud de los estados, por lo visto, da una aproximación mejor al concepto de sistema físico (máquina física).

Veamos ahora algunos casos particulares de autómatas y qué papel juega la Lógica matemática en la descripción, síntesis y análisis de los mismos.

8. Relés electromagnéticos.

Los relés electromagnéticos (o simplemente relés) constituyen uno de los tipos más comunes de autómatas finitos sin memoria. En estos sistemas, tanto las entradas como las salidas toman dos valores solamente. La bivalencia de estos sistemas puede ser expresada bien por medio de una *alta* o *baja corriente* de entrada o de salida, bien por la presencia o ausencia de impulso, bien porque el circuito de contacto esté cerrado o abierto. Es decir, los relés están fundamentados no solamente en un principio discreto, sino también en un principio bivalente, al cual se supone sometida la utilización de cambios extremos de alguna magnitud.

Hay una serie de propiedades comunes a los sistemas de relés que pueden ser consideradas independientemente de sus naturalezas particulares y que pueden representarse por medio del esquema siguiente:

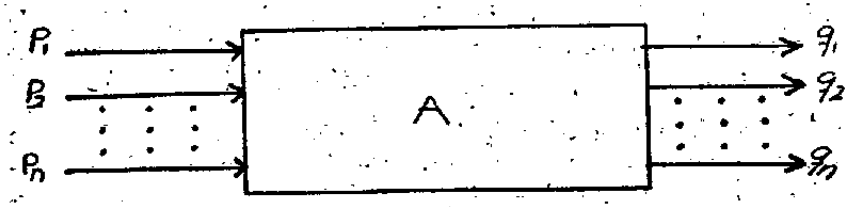


Fig. 1

En el esquema anterior las p_i $(1 \leqslant i \leqslant n)$ corresponden a las entradas del sistema de relé, mientras que las q_i $(1 \leqslant i \leqslant n)$ corresponden a las salidas del mismo y A denota el mecanismo del relé.

Los sistemas del relé pueden ser divididos en relé de estructura simple y de estructura compleja. De esta manera, la salida de un sistema puede convertirse en la entrada de otro como se muestra en el esquema que sigue:

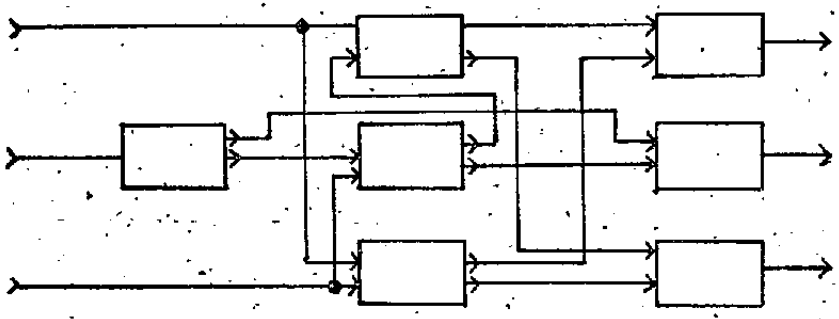


Fig. 2

Si se estudia con detenimiento el carácter de la conducta de las entradas y las salidas del sistema de relé se puede arribar a la conclusión de que el mismo constituye cierto tipo de transformador que recibe información de un tipo y trasmite información de otro tipo. En general la información que pasa por las entradas del sistema contiene datos de los tipos siguientes: 1) relacionados a combinaciones de sucesos o situaciones que existen o no; 2) relacionados a secuencias de sucesos o situaciones que ocurren en un orden determinado; 3) relacionados con casos que resultan de las combinaciones de 1 y 2. Y ya que el sistema del relé debe responder a los estímulos de entrada con la transmisión de nueva información por las salidas, es decir, está vinculado funcionalmente con la información de entrada, tiene sentido considerar estos sistemas como mecanismos para la elaboración y transformación de la información.

Un relé electromagnético simple como se muestra esquemáticamente en la fig. 3, consta de una bobina (*a*), el núcleo de la bóbina (*b*), el inducido (*c*) y dos grupos de contacto: normalmente cerrados (*d*) y normalmente abiertos (*e*). Cuando por el enrollado penetra la magnitud de corriente requerida, el inducido será atraído hacia el núcleo, lo cual conlleva a que los contactos normalmente abiertos se cierren y a que los normalmente cerrados se abran.

En caso contrario el inducido se libera y como resultado se cierran los contactos normalmente cerrados y se abren los normalmente abiertos.

Aquí nos interesa principalmetne la conducta de la bobina y de los contactos del relé. Cada contacto puede encontrarse en uno de dos estados: *cerrado* y *abierto*. El estado de cada contacto puede ser considerado

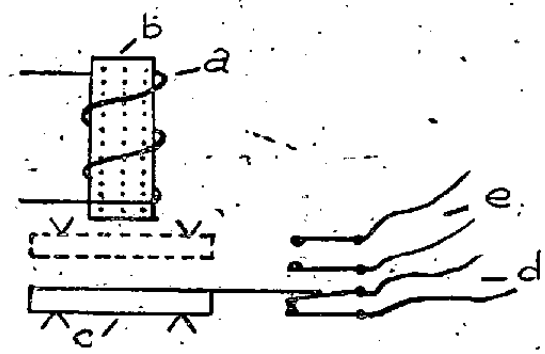


Fig. 3

como una variable p_1 que puede tomar uno de dos valores: 1 (cerrado) y 0 (abierto). Con respecto a la bobina tenemos que su primer estado estará determinado por la presencia de corriente en la misma, mientras que el segundo por la ausencia de aquélla. El estado de la bobina puede ser representado también por una variable que puede tomar uno de dos valores: 1 (hay corriente) y 0 (no hay corriente), es decir

Elementos	1	0
Contacto	Cerrado	Abierto
Bobina	con corriente	sin corriente

Las variables lógicas que caracterizan los estados de un mismo relé (es decir, tanto los estados de la bobina, como los de los contactos) serán denotadas con un mismo símbolo, con subíndices iguales. $p = 1$ significará que hay corriente en la bobina, los contactos normalmente abiertos están cerrados y los normalmente cerrados están abiertos. $p = 0$ significa que no hay corriente en la bobina, los contactos normalmente abiertos están abiertos y que los normalmente cerrados están cerrados.

Las consideraciones anteriores permiten afirmar que el relé puede ser utilizado para la simulación de las funciones de la Lógica algebraica (síntesis) o para la simulación de los circuitos de relay mediante el aparato lógico (análisis).

Veamos primeramente como pueden ser realizadas las funciones lógicas elementales $\wedge$ (y), $\vee$ (o) y $^-$ (no).

Sea que el sistema complejo de relé constituya un circuito en el que estén acoplados tres relés *en serie* con contactos normalmente abiertos

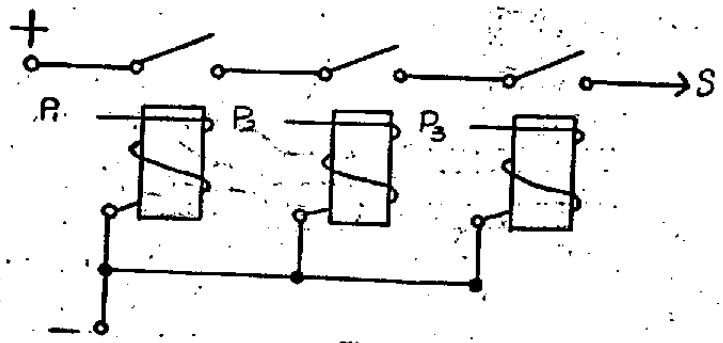


Fig. 4

En este circuito habrá corriente cuando sean conectadas las bobinas de los relés p_1, p_2, p_3. En este caso el sistema realiza la función de la conjunción (y):

$$f(p_1, p_2, p_3) = p_1 \wedge p_2 \wedge p_3$$

Si tenemos tres relés acoplados en paralelo, los mismos realizarán la operación lógica de la alternativa o disyunción (o):

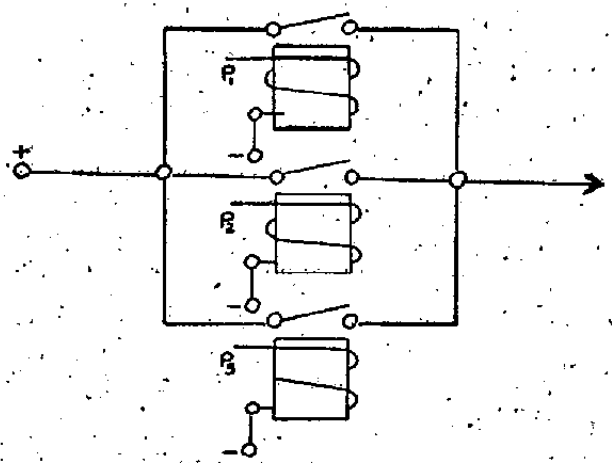


Fig. 5

El relé representado mediante los esquemas que siguen realiza las operaciones lógicas de la negación (¯) y la afirmación:

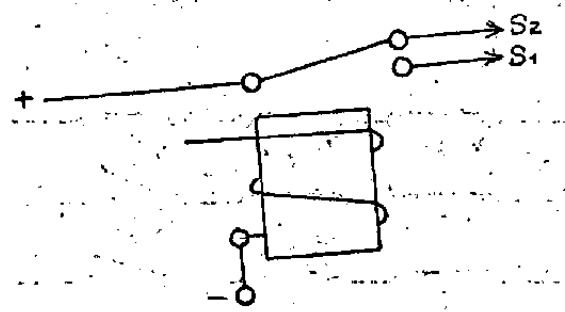


Fig. 6

Los métodos de la teoría de circuitos de relé permiten sintetizar circuitos que realicen una función lógica requerida. Veamos cómo construir un circuito de relé que realice la función $s = f(p_1, p_2, p_3)$ dada por la tabla siguiente

p_1	p_2	p_3	$f(p_1, p_2, p_3)$
1	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	0	0

Como hemos indicado con anterioridad, esta función puede ser representada por su forma normal disyuntiva perfecta a partir de aquellas combinaciones en que $s = 1$. La *fndp* de la función dada toma el aspecto siguiente:

$$s = (p_1 \wedge p_2 \wedge p_3) \vee (p_1 \wedge p_2 \wedge \overline{p}_3) \vee (p_1 \wedge \overline{p}_2 \wedge \overline{p}_3) \vee (\overline{p}_1 \wedge \overline{p}_2 \wedge p_3)$$

La expresión anterior significa que s debe ser igual a 1 cuando $p_1 = 1$ y $p_2 = 1$ y $p_3 = 1$ o $p_1 = 1$ y $p_2 = 1$ y $p_3 = 0$, o ..., como se des-

CeDInCI

prende de la tabla anterior. A partir de la *fndp* de la función dada puede construirse un modelo en el que cada paréntesis corresponda a un circuito de contactos acoplados en serie (los normalmente abiertos para símbolos sin negaciones y los normalmente cerrados para símbolos con negaciones); y toda corresponde al acoplamiento en paralelo de los cuatro circuitos en serie.

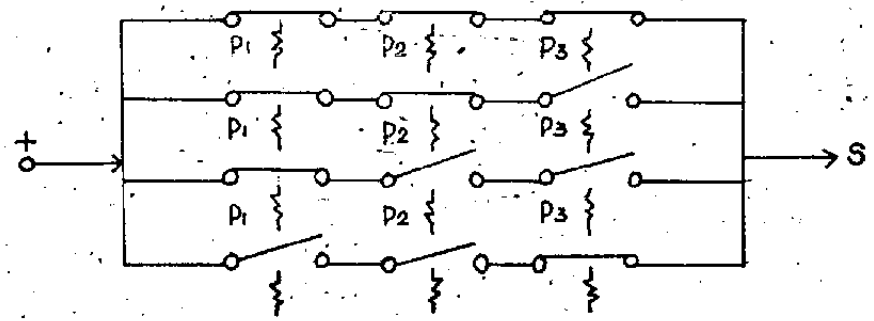


Fig. 7

Pueden haber muchos otros circuitos que realicen la función dada. Se sobreentiende que el circuito obtenido directamente a partir de la *fndp* puede no ser el más conveniente, bien por el número de elementos, bien por la confiabilidad de un trabajo continuado, etc. En este caso el circuito puede ser simplificado sin que varíe la función realizada por el mismo, como se muestra a continuación, donde el número de contactos queda reducido:

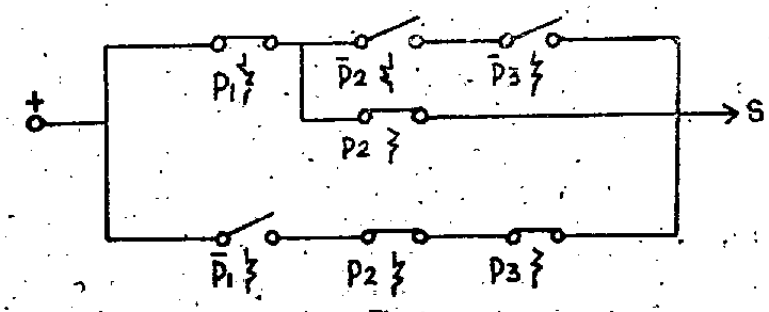


Fig. 8

La tarea opuesta: el análisis, puede ser descrito brevemente como sigue: a) La conductibilidad del contacto o de los grupos de contactos es igual a 0 si el circuito está abierto y a 1 si el circuito está cerrado;

b) cada contacto se representa con alguna variable de la lógica algebraica; c) el símbolo del contacto cerrado se escribe sin el signo de la negación, mientras que el símbolo del contacto abierto se escribe con el símbolo de la negación; d) cuando dos o más contactos aparecen unidos en serie su conductibilidad se expresa mediante la conjunción de los símbolos (variables) de los contactos; e) cuando dos o más contactos aparecen unidos en paralelo su conductibilidad se expresa mediante la alternativa (disyunción) de los símbolos de los primeros; por último f) si la estructura del sistema consta tanto de uniones en serie como en paralelo su conductibilidad puede ser hallada, considerando que la estructura está dividida en circuitos elementales en serie y en paralelo. La conductibilidad de estos circuitos elementales puede ser considerada como símbolos que se unen de acuerdo con d) y e).

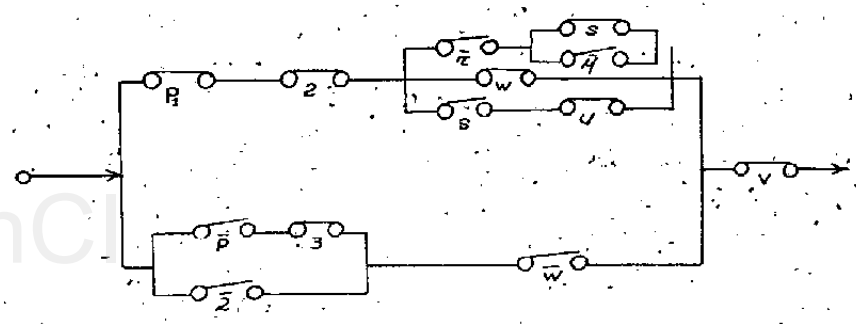


Fig. 9

Tomando el esquema anterior como un ejemplo de una tarea de análisis tenemos que la parte superior del mismo puede ser descrita por la expresión

$$(p \wedge q) \wedge (w \vee (\bar{s} \wedge u) \vee (\bar{r} \wedge (s \vee \bar{u})))$$

mientras que para la parte inferior tendremos.

$$\bar{q} \vee (\bar{p} \wedge s) \wedge \bar{w}$$

y la expresión completa que describe la conductibilidad del autómata dado toma el aspecto siguiente:

$$v \wedge (((p \wedge q) \wedge (w \vee (\bar{s} \wedge u) \vee (\bar{r} \wedge (s \vee \bar{u})))) \vee (\bar{q} \vee (\bar{p} \wedge s) \wedge \bar{w})).$$

9 • Los neuromecanismos.

Uno de los casos típicos de autómatas finitos con memoria, que revela con meridiana claridad las relaciones lógico-cibernéticas, y el sentido que las mismas poseen, viene dado por las llamadas redes nerviosas abstractas y sus componentes elementales: las neuronas formales, que aquí llamaremos en general *neuromecanismos*.

Los trabajos de McCulloch y Pitts[16] y los *Automata Studies*[17] que recogen los brillantes aportes a la teoría de las redes nerviosas abstractas realizados por Kleene, Von Neumann y Monsky, por citar los de mayor trascendencia, se han convertido en lugar común de toda referencia a los neuromecanismos. Aquí también nos remitiremos a esos trabajos.

¿Qué son los neuromecanismos?

Entre los presupuestos de MacCulloch y Pitts está el de considerar la célula nerviosa o neurona como un mecanismo formado por un cuerpo o *soma* del que parte un filamento nervioso (axón) que termina en uno o varios *pies terminales* (terminales presinápticas).

Las redes nerviosas abstractas resultan de la combinación de un número finito de neuronas o componentes elementales. Cada pie terminal de una neurona se encuentra en contacto con el cuerpo de no más de una neurona (de la neurona dada o de otra). Los pies terminales pueden ser de dos tipos: *excitadores* e *inhibidores*.

La región de contacto entre el pie terminal y el cuerpo de la neurona es denominado *sinapsis*.

Cada neurona cuenta con una *salida* y un número finito de *entradas*. Se consideran dos tipos de entradas: los *receptores* o aferentes periféricos (entradas de las neuronas receptoras) y los *sinapsis* o entradas de otras neuronas. Las salidas son de dos tipos también: Los *efectores* o salidas de las neuronas efectoras y los pies terminales o salidas de otras neuronas. De acuerdo con lo anterior pueden ser considerados tres

[16] McCulloch W. S. and Pitts W., A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull, Math. Biophys., 5, 115-133 (1943).

[17] Shannon C. E. and McCarthy L. (Editors). "Automata Studies". Princeton University Press, 1956. Los "Automata Studies" constituyen una colección de trabajos sobre diversos aspectos de los autómatas, realizados por W. R. Ashby, J. McCarthy, J. T. Culbertson, M. L. Minsky, M. D. Davies, E. F. Moore, S. C. Kleene, C. E. Shannon, K. de Leeuw, N. Shapiro, D. M. Mac Kay, A. M. Uttley y J. von Neumann.

tipos de neuronas: a) *neuronas de entrada o receptoras* que reciben los impulsos del medio circundante y trasmiten impulsos a otras neuronas. Estos impulsos en las neuronas de entrada son provocados por cambios determinados (estímulos) en el medio circundante, que aquí se considera como todo aquello que no sea la propia neurona; b) *neuronas centrales* (internas en la termnología de Kleene), que reciben impulsos de unas neuronas y transmiten impulsos a otras; c) *neuronas efectoras* que reciben impulsos de otras neuronas y envían impulsos al medio exterior. Estos impulsos provocan cambios en dicho medio. Al acoplarse varias neuronas para formar una red, aquéllas pueden quedar dispuestas en varias filas o rangos como se indica en la *Fig. 10*, de esta manera hablaremos de redes de 1er., 2do., ..., m rangos según el caso. En la *Fig. 10* esto se indica por (1), (2), (3).

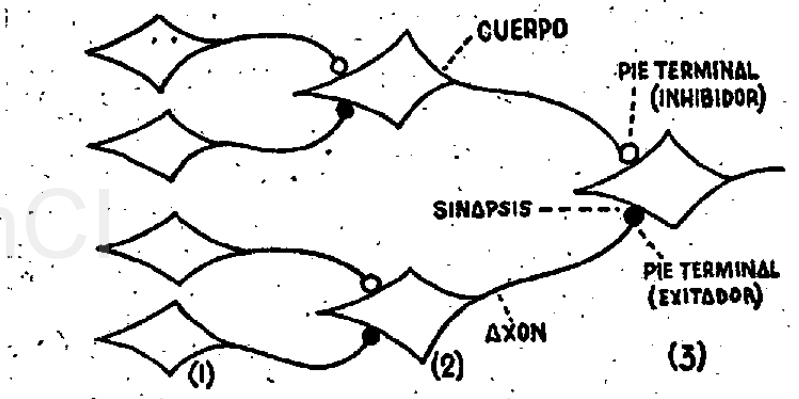


Fig. 10

En un momento dado *t*, una red nerviosa dada puede encontrarse en uno de dos estados: *excitada* y *no excitada*. Cuando se consideran los estados en que pueden encontrarse los neuromecanismos usualmente se admite una cuantificación del tiempo consistente en que aquéllos pueden ser excitados solamente en valores enteros de tiempo, es decir, se considera que las neuronas pueden encontrarse excitadas en un momento (tacto) igual a 1, 2, 3, 4, ... Como señala Culbertson, esto equivale a una representación idealizada del sistema nervioso como una máquina sincrónica de acción discreta, semejante a una computadora numérica que pasa de un estado a otro.

Hemos distinguido tres tipos de neuronas. En un momento *t*, la excitabilidad o no de una neurona de entrada se determina por condiciones

externas en relación con la red. Con respecto a las neuronas restantes hay que decir que su estado de excitabilidad o no en un momento dado t estará determinado por el hecho de que en el momento t–1, la diferencia entre el número de pies excitadores E y el de los pies inhibidores I sea igual o mayor a un número Θ llamado *umbral*, que representa el número mínimo de impulsos en que se produce la excitación $(E - I \geqslant \Theta)$.

Los componentes elementales, como señala Von Neumann, pueden ser descritos con la ayuda de las llamadas *funciones umbrales*, y de aquí que muchas veces entre tales componentes se incluyan como un caso particular los *elementos de umbral*.[18] Un elemento de umbral representa un mecanismo que posee varias entradas y una salida binaria. Cada entrada se compara con un número real llamado *peso*. La señal de salida del mecanismo es igual a una constante designada por 0 (constante lógica) hasta tanto la suma de los *pesos* de las señales de entrada no se haga igual o sobrepase un número real llamado *umbral*. En este caso la señal de salida alcanza otra constante designada por 1. La función del Algebra lógica que puede ser simulada por un elemento de umbral se denomina *función umbral*.

Las premisas fundamentales para la simulación de las neuronas y redes nerviosas han sido sentadas por McCulloch y su escuela. Basándose en el hecho de que la conducta de las redes nerviosas está sujeta al principio de "todo" o "nada", McCulloch y Pitts demostraron que los fenómenos informacionales que tienen lugar en las redes nerviosas pueden ser estudiados utilizando el instrumental de la Lógica matemática bivalente y especialmente, que la conducta de las redes nerviosas puede ser descrita por medio de la lógica (análisis) y que para toda expresión lógica que prescriba un conducta determinada, puede ser encontrada una red que simule dicha expresión (síntesis).

Las relaciones entre las salidas y las entradas de una red nerviosa tal y como han sido descritas con anterioridad, pueden ser expresadas por medio de funciones lógicas, de aquí que si un neuromecanismo dispone de n entradas se notará fácilmente que la salida s en el tiempo t, $[s(t)]$, estará en función de las entradas $e_1(t_{n-1}), \ldots, e_n(t_{n-1})$ es decir $s(t) = f[e_1(t_{n-1}), \ldots e_n(t_{n-1})]$.

De otra parte, tal como el neuromecanismo cuenta con n entradas y éstas pueden encontrarse en uno de dos estados *excitado* y no *excitado*,

[18] Ver: Dertouzos M. L., Threshold Logic. A synthesis Approach. The M. I. T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1965.

entonces la salida dependerá de 2^n combinaciones de estados de las entradas y el mismo podrá realizar a 2^{2^n} funciones lógicas.

McCulloch y Pitts introducen el concepto de *expresión proposicional de tiempo* EPT que designa a una *función proposicional de tiempo*. Esto no es más que aquel caso particular de predicados, al que hicimos referencia en el epígrafe 5, es decir expresión del tipo $P(t)$, $P(t) \wedge Q(t)$, $P(t) \vee Q(t)$, $\overline{P(t)}$, etc.

Un elemento de McCulloch y Pitts (componente elemental receptor) con dos filamentos de entrada y un umbral igual a 2, es decir un elemento excitado en el tacto t solamente en el caso de que ambas entradas resultan excitadas en el tacto t–1, puede ser representado por el siguiente esquema.

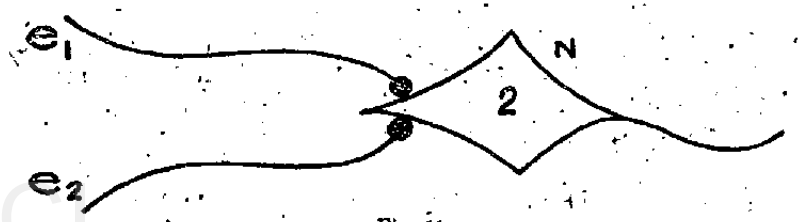


Fig. 11

Este elemento puede ser descrito por medio de la expresión lógica

$$N(t) = e_1(t\text{–}1) \wedge e_2(t\text{–}1)$$

Un elemento de ese mismo tipo que posea también dos entradas y un umbral igual a 1, es decir está excitado en el tacto t si y solamente si por lo menos una de las entradas resulta excitada en el momento $t-1$ puede ser representado mediante el esquema.

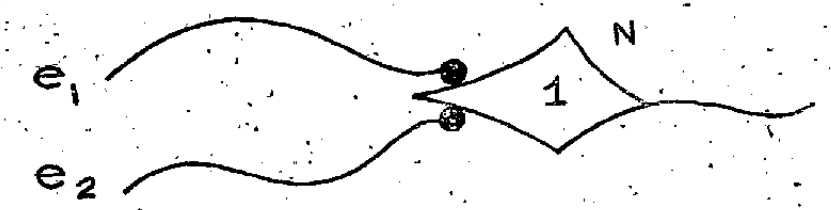


Fig. 12

y descrito por la expresión

$$N(t) = e_1(t\text{–}1) \vee e_2(t\text{–}1)$$

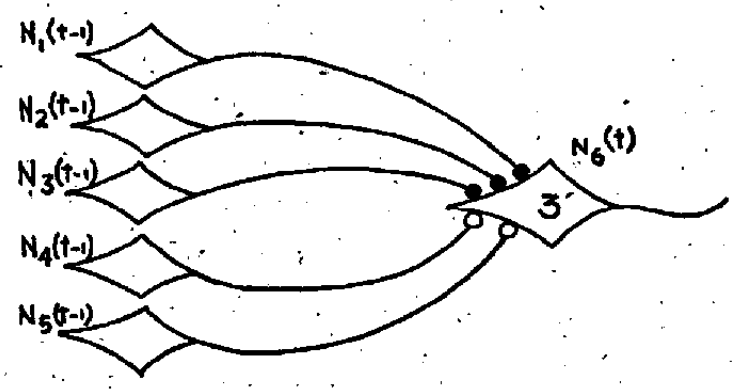


Fig. 13

Una red nerviosa tal como se representa en el esquema anterior, con tres neuronas de entrada, con pies terminales excitadores, dos neuronas de entrada con pies termniales inhibidores, una neurona interna y un umbral igual a 3 puede ser descrita por la expresión

$$N_6(t) = N_1(t-1) \wedge N_2(t-1) \wedge N_3(t-1) \wedge \overline{N_4(t-1)} \wedge \overline{N_5(t-1)}$$

Estos son ejemplos sencillos que muestran cómo pueden ser analizados los neuromecanismos por medio del aparato lógica.

La tarea inversa, es decir la construcción de un neuromecanismo que satisfaga ciertos requisitos dados por una expresión lógica (síntesis) puede ser ilustrado en un ejemplo tomado del propio trabajo de McCulloch y Pitts. Este ejemplo consiste en lo siguiente: Si por un momento se junta a la piel un objeto de temperatura fría y luego se separa, surge una sensación de calor. Si esto se hace por un período más largo se producirá solamente una sensación de frío. Es sabido que algunos receptores cutáneos se excitan con el calor, mientras que otros se excitan con el frío. Si designamos por N_1 y N_2 la acción de los correspondientes receptores y por N_3 y N_4 la acción de aquellas neuronas cuya excitación implica la sensación de calor o de frío entonces podemos describir esos requisitos mediante las expresiones

$$N_3(t) = N_1(t-1) \vee N_2(t-3) \wedge \overline{N_2(t-2)},$$

$$N_4(t) = N_2(t-2) \wedge N_2(t-1)$$

Aquí McCulloch y Pitts suponen que la continuidad requerida para la sensación de frío es igual a dos retrasos sinápticos y uno para la sensación de calor.

Estas expresiones pueden ser realizadas mediante una red de dos salidas y dos componentes intermedios N_a y N_b, tal como se muestra en el siguiente esquema.

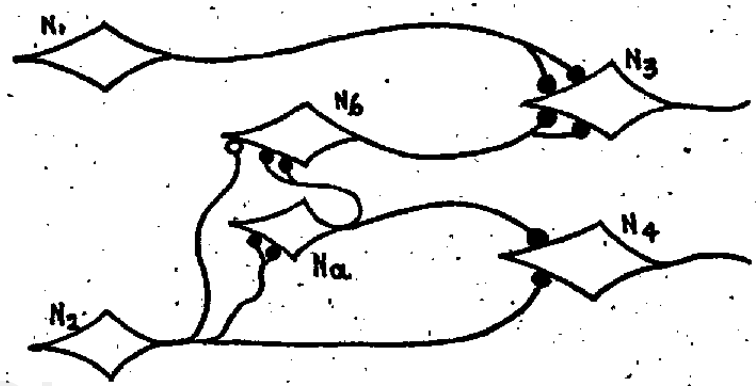


Fig. 14

Este primer modelo de McCulloch y Pitts no resultó ser totalmente adecuado para la descripción de la conducta de las redes nerviosas. Esto se debe fundamentalmente a que el umbral en él se supone invariable y por consiguiente las funciones cumplidas por la neurona. Es decir, se supone una confiabilidad ideal del trabajo de la neurona, lo cual no se ajusta a las neuronas reales, así como a otros mecanismos técnicos que pudieran ser descritos por el autómata que resultase de la generalización de los neuromecanismos. Esto por supuesto no priva a esta obra de su gran mérito reconocido por todos los especialistas que laboran en esta dirección.

Fue Von Neumann quien destacó la no adecuación del modelo inicial de McCulloch y Pitts en su artículo relacionado con la lógica probabilística y la construcción de mecanismos confiables a partir de componentes no confiables. Según él, la suposición de que los componentes elementales trabajan sin error no es del todo real y que tanto los mecanismos eléctricos como los mecánicos están sujetos a la posibilidad de negarse al trabajo lo que tiene lugar también con respecto a las neuronas. Para Von Neumann cada componente elemental está vinculado con un número positivo ε que designa la posibilidad de error de dicho componente.

CeDInCI

Este trabajo de Von Neumann marcó el inicio de la construcción de nuevos modelos de neuromecanismos que tomaran en cuenta las posibilidades de error como algo inherente al trabajo de aquellos como de cualquier otro autómata semejante. El propio McCulloch propuso en 1958[19] un modelo de un grado mayor de aproximación a las neuronas reales en tanto que admite el error como una propiedad orgánica de la neurona.

Como señalamos con anterioridad un neuromecanismo puede realizar una de 2^{2^n} funciones. La *no confiabilidad* de un neuromecanismo determinado está dada por el hecho de que cuando fluctúan los *umbrales de funcionamiento* del mismo éste puede realizar una función distinta a la presupuesta. Estos neuromecanismos se denominan *no confiables*. Debe señalarse que la construcción de *neuromecanismos confiables* a partir de componentes no confiables se realiza por lo general a base de una sola fuente de confiabilidad llamada *redundancia lógica*.

Como señala L. A. Verbeek;[20] uno de los continuadores de Von Neumann, la forma más evidente de introducir la redundancia en la estructura de una red con errores es su paralelización. Sea η la probabilidad de error en la salida de una red nerviosa. La magnitud η depende de la probabilidad de error ε de los componentes de la red. Dicha magnitud excede la probabilidad de error de la última, es decir $\eta > \varepsilon$. Puede considerarse una red redundante que realice la misma función pero con una probabilidad de error η' que se aproxime a ε. La función requerida se realiza con la ayuda de una red más sencilla, apropiada para el caso, cuya probabilidad general de error sea $\eta > \varepsilon$.

Realizando esta función mediante m componentes y acoplando las m *salidas* con la entrada de algún "*órgano mayoritario*" podemos obtener una probabilidad final de error η' menor que η. Un *órgano mayoritario* no es más que un componente elemental con m entradas que se excita cuando hay señal en la mayor parte de las entradas. Supongamos que la función a realizar es

$$[e_1(t_i) \wedge e_2(t_i)] \vee [\bar{e}(t_i) \wedge \bar{e}_2(t_i)]$$

[19] McCulloch W. S., "Agathe Tyche of nervous nets-the lucy reckoners", Mechanization of Thought Processes, N. P. L. Symp. No. 10. H. M. S. O., London 1959.

[20] Verbeek L. A. M., On error-minimizing neuronal sets. En: Principles of self-organisation, Transactions of the University of Illinois Symposium on Self-Organisation 8-9 June, 1961. Editors H. V. Foerster and G. W. Zopf, jr. Pergamon Press. Oxford-London-New York-Paris, 1962.

que es una de las 2^2 funciones que debiera realizar un componente de 2 entradas, es decir, una de las 16 funciones posibles cuando $n = 2$. Sin embargo la función aludida, como la función $\mathbf{A} \wedge \overline{\mathbf{B}} \vee \overline{\mathbf{A}} \wedge \mathbf{B}$ no se logra realizar sino mediante el acoplamiento de varios componentes elementales en este caso de dos entradas que realicen las funciones $\mathbf{A} \vee \overline{\mathbf{B}}$ y $\overline{\mathbf{A}} \vee \mathbf{B}$ y un órgano mayoritario que realice la función $\mathbf{A} \wedge \mathbf{B}$ tal como se presenta en la figura 15.

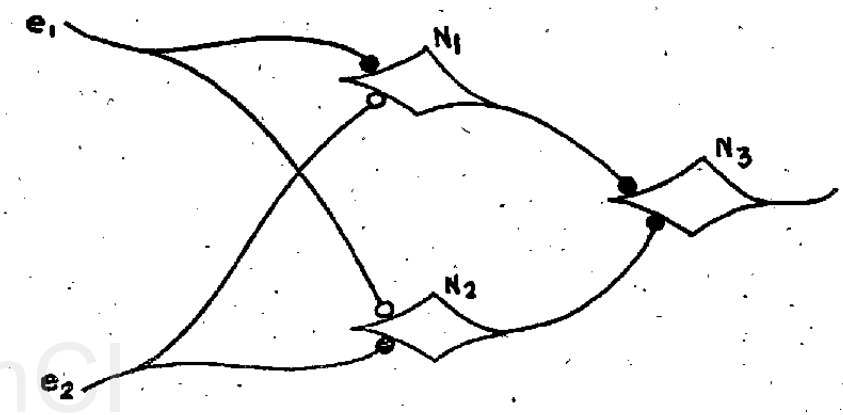


Fig. 15

$$N_3(t) = N_1(t-1) \wedge N_2(t-1) = [e_1(t-2) \vee \bar{e}_2(t-2)] \wedge [\bar{e}_1(t-2) \vee e_2(t-2)]$$

y aplicando las leyes distributivas aludidas en el epígrafe 4 obtenemos

$$e_1(t-2) \wedge [\bar{e}_1(t-2) \vee e_2(t-2)] \vee \bar{e}_2(t-2) \wedge [\bar{e}_1(t-2 \vee e_2(t-2)] =$$
$$[e_1(t-2) \wedge \bar{e}_1(t-2)] \vee [e_1(t-2) \wedge e_2(t-2)] \vee$$
$$\vee [\bar{e}_2(t-2) \wedge \bar{e}_1(t-2)] \vee [\bar{e}_2(t-2) \wedge e_2(t-2)]$$

y eliminando los términos contradictorios $(p \wedge \bar{p} = 0)$ obtenemos la función deseada $[e_1(t_i) \wedge e_2(t_i)] \vee [\bar{e}_1(t_i) \wedge \bar{e}_2(t_i)]$, es decir que el aludido método, desarrollado por Verbeek como una continuación de las ideas de Von Neumann, permite disminuir la probabilidad de error de la red y llevarla a un límite menor que la probabilidad ε de error de la neurona de salida.

Von Neumann ha propuesto algunos medios de aumentar la confiabilidad, uno de los cuales está constituido por la aplicación de las *líneas*

múltiples que consiste en que cada señal en la red es trasmitida con la ayuda de un hacecillo de N líneas (entradas). Ahora en lugar de exigir la excitación de todas las líneas del hacecillo o de ninguna, se toma cierto nivel crítico fijo Δ $(0 < \Delta < \frac{1}{2})$. El estado del hacecillo es positivo (igual a 1, hay señal) si el número de líneas excitadas $\geqslant (1-\Delta)\,N$, y negativo (igual a 0, no hay señal) si el número de líneas excitadas $\leqslant \Delta \cdot N$. Los niveles de excitación que se encuentran entre estos dos niveles se consideran intermedios o indeterminados.

Según Verbeek, este tipo de *redundancia* puede ser utilizada para la realización de funciones con variables lógicas dadas por hacecillos de filamentos, lo cual se logra utilizando el principio de "*todos con todos*" (all with all) en la estructura de la red nerviosa. Este principio significa que todos los filamentos de todos los hacecillos de entrada se unen con todos las neuronas que realizan la función de entrada en cuestión.

Este principio ha sido aplicado por Cowan[21] utilizando la Lógica polivalente. Él demostró que los autómatas redundantes pueden ser descritos con la ayuda de distintos sistemas de Lógica polivalente. Estos sistemas pueden ser obtenidos por el método de *multiplicación de matrices* al que se ha hecho alusión en el epígrafe 6.

Supongamos que se necesita realizar la función lógica "$\wedge$" de los hacecillos que constan de dos líneas cada uno (como se muestra en la *Fig. 16*) y sea que el nivel de excitabilidad se caracterice no por medio de un nivel crítico, como 1 y 0, sino con la ayuda de un conjunto de valores veritativos en los que los niveles (11, 10, 01, 00) corresponden a los valores 1, 2, 3, 4.

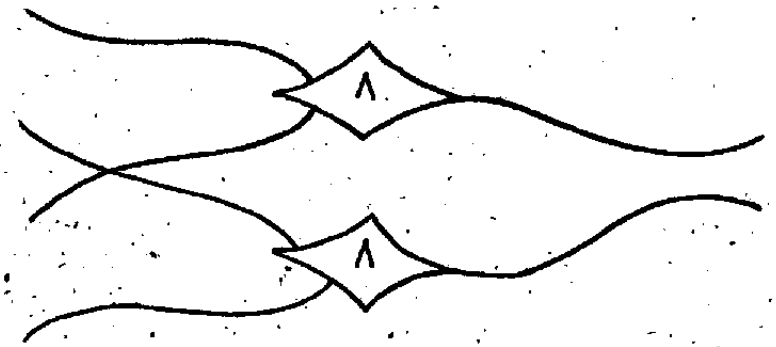


Fig. 16

[21] Cowan J. D., Ob. cit.

Esta red realizará la multiplicación de dos matrices bivalentes como se ha mostrado en el epígrafe mencionado. En forma análoga pueden ser realizadas las otras funciones polivalentes.

Las posibilidades de estos modelos, su mayor o menor aproximación a las redes nerviosas reales, elementos de un sistema de tal complejidad como el nervioso, es tema de múltiples discusiones, y que cuenta con la dedicación de cientos de especialistas. El lector interesado en tales problemas puede remitirse a los trabajos a que hemos hecho referencia en distintos momentos de esta exposición.

Lo señalado aquí sobre los neuromecanismos son solamente ideas muy generales que han tratado de mostrar el objetivo propuesto: la utilización de distintos aspectos de la lógica en el estudio y operación con estos objetos cibernéticos.

* * *

Este es un punto de partida más que un camino ya andado. Como ya indicamos al comienzo de este artículo, no pretendíamos agotar toda la temática de las relaciones entre la lógica matemática y la cibernética, tal pretensión hubiera sido demasiado ambiciosa en los marcos en que aquí nos hemos desenvuelto, parte de divulgación, parte de presentación didáctica de muchas cuestiones. El especialista pudiera acusarnos de no haber trascendido el umbral de un ABC de la problemática lógico-cibernética; el no especialista —de haberlo sometido a una lectura dificultosa de cuestiones de suma complejidad no acostumbradas en nuestras publicaciones periódicas. Aún siendo así entendemos que este ABC-dificultoso era ya una necesidad comprendida mas no realizada.

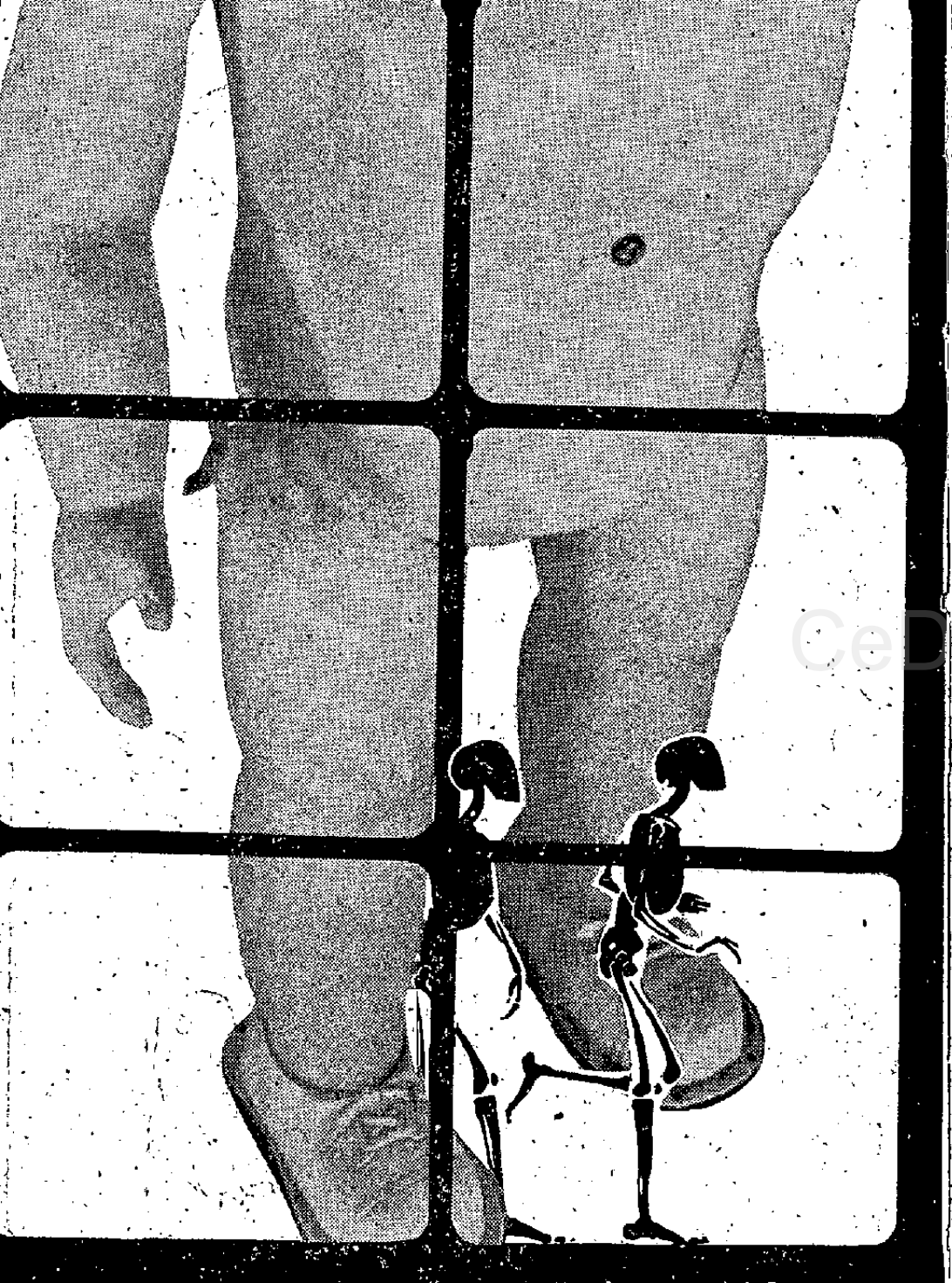
Los dos tipos de sistemas cibernéticos examinados evidencian sin duda los vínculos entre la lógica y la cibernética, cuestión tal que se manifiesta en las tareas de análisis y síntesis de dichos sistemas. Esos vínculos como hemos visto, se presentan en un relación de simulación. Dicha simulación es posible principalmente porque se trata de sistemas que pueden ser considerados de acción discreta y basada su conducta en el principio de *todo o nada*, un principio binario o bivalente que se manifiesta en forma variada según el caso: *cerrado-abierto, excitado-inhibido, hay corriente-no hay corriente*, etc., y que se corresponde perfectamente con aquellos fragmentos de la lógica matemática que se basan en el principio de la bivalencia de las proposiciones. De otra parte, al estar los estados de salida de estos sistemas en función de los estados precedentes, bien

sean de la entrada o intermedios, y poseer los mismos un carácter binario, es posible simular tal comportamiento mediante las funciones de la lógica algebraica y su ampliación al cálculo de predicados. Es decir, una función lógica del tipo considerado depende de 2^n combinaciones de los valores de las variables mientras que los estados de salida de los sistemas en cuestión son iguales a 2^n combinaciones de los estados precedentes. Por último, como en la lógica, los sistemas considerados pueden realizar 2^2 funciones al igual que el número de funciones lógicas de n variables de la lógica algebraica.

La simulación lógico-cibernética, mediante las lógicas polivalentes en particular las 2^n valentes, planteadas en relación con la obtención de autómatas confiables a partir de elementos no confiables es posible a nuestro entender, en aquellos casos en que tales lógicas se obtienen utilizando el método de multiplicación de matrices que tenga a la lógica bivalente como sistema generatriz, y permita, por consiguiente representar algunos de los 2^n valores como una combinación de valores bivalentes como se vio en el lugar correspondiente. Este aspecto es un lugar de trabajo inmediato del que pueden obtenerse resultados de interés en relación con los neuromecanismos y otros tipos de autómatas.

† La simulación lógico cibernética no se agota aquí. Insistimos en que éste es un punto de partida.





lógica matemática e inteligencia artificial

luciano garcía

PROCESOS EFECTIVOS Y ALGORITMOS

Una abundante evidencia intuitiva nos permite por ahora postular que los procesos que conducen a un resultado definido pueden ser descritos mediante un conjunto de reglas o instrucciones, que estipulan los pasos ordenados e interrelacionadas que habrán de cumplimentarse para alcanzar el resultado. Por ejemplo, una actividad como la natación es describible mediante un conjunto de instrucciones que estipulan los movimientos ordenados e interrelacionados, que con distintas partes del cuerpo deberá ejecutar un nadador para obtener como resultado el avance en un cierto natatorio.

Obviamente, los resultados finales de procesos como el anterior son alcanzables en un número *finito* de pasos. Se dice de tales procesos que son *efectivos*. Los procesos efectivos son describibles, pues mediante conjuntos finitos de instrucciones, aunque obviamente no todo conjunto finito de instrucciones describe un proceso efectivo, i.e. produce un resultado final.

El proceso que despliega un ser humano para realizar una operación matemática, digamos, la suma de dos números, es como el proceso natatorio también un proceso efectivo, i.e. un proceso que se realiza a través de un número finito de pasos, descritos por un conjunto finito de instrucciones en las cuales fue instruido el ser humano.

El proceso que despliega una computadora para realizar la misma operación matemática es también un proceso efectivo, ya que el resultado de la operación es alcanzado por la máquina en un número finito de pasos. El mismo queda descrito por el conjunto finito de instrucciones que en forma de *programa* es entregado a la máquina para su realización. Para comprobar que es efectivo el proceso que describe un conjunto de instrucciones suministradas, tanto a un ser humano como a una máquina, basta entregar a ambos *datos* específicos de un problema al cual puedan aplicarse las instrucciones y verificar si tanto el ser humano como la computadora realizan un "alto" al cumplimentar la instrucción final. Otra cosa es verificar por algún método si las instrucciones producen un resultado correcto. El hecho de que las instrucciones en uno y otro caso no sean exactamente las mismas no tiene gran relevancia en tanto que los resultados de la aplicación sobre datos específicos sean los mismos. De hecho, sólo es una indicación de que el ser humano y la máquina han sido "programados" de distintas maneras para cumplimentar la misma tarea.

En matemática se ha dado el nombre de *cálculo* al proceso mediante el cual se alcanza el resultado de cualquier operación (función) matemática. Y se da el nombre de *algoritmo* al conjunto de reglas (instrucciones) que describen los pasos a cumplimentar para el cálculo de una operación (función) matemática. Un algoritmo es pues en matemática, un conjunto de instrucciones que describe el cálculo efectivo de una operación (función) matemática. Se ha dicho que históricamente la actividad matemática ha consistido de manera fundamental en la búsqueda de algoritmos, i.e. en averiguar qué conjunto de instrucciones pueden describir el cálculo efectivo de una función matemática luego de haberse ésta definido.

Por otra parte, nada nos impide extender el uso del término algoritmo a todos los conjuntos de instrucciones que describen procesos efectivos en cualquier área de la realidad. La moderna teoría de algoritmos, disciplina lógica-matemática, hace permisible esta extensión con sus desarrollos abstractos no restringidos sólo al estudio de los cálculos numéricos.[1]

La práctica matemática

Volviendo a las matemáticas, diremos que desde hace algún tiempo, luego de agotadas con ciertas funciones matemáticas las posibilidades de encontrar el algoritmo que describa su cálculo, algunos matemáticos se han entregado también a la tarea inversa de demostrar la imposibilidad de encontrar el algoritmo, i.e. a la tarea de demostrar la existencia de ciertas operaciones (funciones) no-calculables. Existen funciones matemáticas actualmente para las cuales el demostrar su posibilidad o imposibilidad de cálculo aún no ha sido lograda, v.g., el llamado último teorema de Fermat:[2]

Existen enteros x, y, z, n, tales que $n > 2$ y $x^n + y^n = z^n$.

Cuando un problema de este tipo asedia en la matemática, en vez de emprenderse ambiciosamente su solución *total* se emprende a veces la búsqueda de soluciones *parciales* del mismo, v.g. averiguando ciertas reducciones del dominio de definición de la función, etc.[3]

Si se pretendiese demostrar la imposible solución del problema, se trataría de la imposibilidad absoluta de su solución, en relación con el estado histórico de desarrollo en que se halla la matemática, pues nadie puede asegurar que el tal problema, en el desarrollo posterior de la matemática, mediante no se sabe qué nuevos recursos y métodos, podrá o no tener solución. Pero aspirar a demostrar la no solución del problema, con referencia al estado histórico de desarrollo en que se halla la matemática, es un proyecto, más que ambicioso, vago e impreciso, que no sabemos cómo pueda acometerse. En realidad, el proyecto hay que sustituirlo por uno mucho más modesto pero significativo y preciso: ofrecer la prueba de la solución (o la de imposibilidad de solución), dentro de un sistema explícito de condiciones específicas. Lo cierto es que en la práctica matemática corriente, el conjunto de condiciones específicas que pueden servir de coordenadas para "situar" un problema e intentar su solución, en la mayoría de los casos, no son todas explicitadas —lo que quizás no pueda ser posible nunca ni en matemática, ni en ninguna otra

[1] Una exposición elemental y compacta de la teoría de algoritmos en *Trakhtenbrot* [10], para lectores avanzados en matemática *Malcev* [6].

[2] P. de Fermat (1601-165) fue un célebre matemático francés del siglo XVII.

[3] Sobre el denominado "último teorema de Fermat" explican Courant-Robbins: "Estudiando la obra de Diofanto el que más había contribuido entre los antiguos a la teoría de números Fermat tenía la costumbre de escribir comentarios en las márgenes del libro... Fermat escribió que *la ecuación [dada a continuación]* no admite soluciones enteras para cualquier $n > 2$, pero que la elegante demostración que había encontrado era desgraciadamente demasiado larga para el margen de que disponía. "De esta proposición general no han podido ser demostradas ni su validez ni su falsedad a pesar de los esfuerzos de los más grandes matemáticos posteriores a Fermat. El teorema ha sido probado por varios valores de n; en particular para todo $n < 619$, pero no para todo n, sin haberse encontrado hasta el presente ningún contraejemplo". En Courant-Robbins: *¿Qué es la matemática?* Madrid: Aguilar, 1962, ps. 29-50.

ciencia. Por ejemplo, en algunas formulaciones teóricas quedan implícitas algunas suposiciones, que más tarde pueden ser enunciadas como definiciones o axiomas, tal es el caso del *axioma de comprehensión*, implícito en la primera formulación que hizo G. Cantor de la teoría de conjuntos y explicitado posteriormente en distintas formulaciones axiomáticas de dicha teoría.[4] Otras veces, se utilizan en las pruebas principios diferentemente reformulados, como es el caso del *axioma de selección* en su uso a veces no declarado en los diversos equivalentes modernos en que, como se ha descubierto, aparece en teoría de conjuntos, álgebra, y topología.[5] El problema se torna más profundo, si señalamos ahora que en la mayoría de las demostraciones matemáticas la lógica queda *internalizada*, i.e. no se hace una previa enunciación de los principios lógicos de los cuales se parte, ni tampoco de las reglas de inferencias deductivas usadas para estructurar las pruebas.[6] A este particular vamos a referirnos a continuación.

[4] Beth ha dado el siguiente enunciado del axioma de comprehensión recogiendo en él los principios básicos implícitos en la teoría cantoriana de conjuntos:

"i) Las entidades matemáticas que poseen una cierta propiedad en común constituyen un conjunto, que es definido por tal propiedad y del cual aquellas entidades son elemento;

ii) Los conjuntos son entidades matemáticas y como tales pueden a su vez aparecer como elementos de un conjunto;

iii) Los conjuntos que contienen los mismos elementos son idénticos; de aquí que un conjunto esté unívocamente determinado por sus elementos." cf. *Foundations of Mathematics*, Amsterdam: North Holland, 1965, p. 366.

El lector que haya estudiado teoría de conjunto en exposiciones corrientes (no-axiomáticas) reflexionando un poco encontrará que efectivamente todos estos principios que abarca aquí el axioma de comprehensión están implícitos en la exposición.

[5] Remitimos al lector avanzado en matemática, a Fraenkel-Bar-Hillel, *Foundations of Set Theory*, Amsterdam: North Holland, 1960, págs. 44-80, para una amplia exposición crítica del axioma de selección y su uso en matemática.

[6] Kreisel resalta el ejemplo de "un libro de texto como el Bourbaki, que empieza con un conjunto de reglas formales de inferencia", y, sigue diciendo, "esto no es muy serio pues estas reglas ya no se vuelven a mencionar en el desarrollo posterior, lo que prueba que la evidencia de las demostraciones en la parte principal del texto depende de una noción *sobrentendida* de la inferencia lógica"( ). Este "sobrentendimiento" caracteriza la axiomática informar que rige los derechos posteriores en el Bourbaki, en Kreysel, G., "La lógica matemática: ¿qué ha hecho por la Filosofía de la matemática?", en *Homenaje a Bertrand Russell* (Ed. Ralph Shoenman), Barcelona: Oikos-Tau, 1968.

Las circunstancias en las cuales se ha desarrollado el pensamiento matemático —y que no nos incumbe analizar aquí— ha impreso su marca sobre el modo de presentación de las teorías matemáticas. Un primer modo de presentación, en gran relación con el surgimiento histórico de las matemáticas y con la creatividad matemática, está en la presentación *intuitiva* de teorías. Un ejemplo lo tenemos en la aritmética o teoría elemental de números, tal como esta disciplina se imparte comúnmente en los niveles primarios de enseñanza, o la teoría de conjuntos en los preuniversitarios. A nivel intuitivo, una teoría no es sino un conjunto de enunciados acerca de ciertos elementos, sus relaciones y las operaciones factibles entre ellos descritas por sus algoritmos correspondientes.

Un segundo modo de presentación, históricamente, un proceso reflexivo ordenador y sistematizante de los conocimientos acumulados en cierta disciplina matemática, es la presentación *axiomático informal* de teorías, como ejemplo, la geometría euclidiana tal y como se imparte en los preuniversitarios. A nivel axiomático informal, como anteriormente a nivel intuitivo, una teoría es también un conjunto de enunciados acerca de ciertos elementos, sus relaciones y las operaciones factibles entre dichos elementos descritas por sus algoritmos correspondientes. No obstante, como característica fundamental distintiva, en una axiomática informal se destaca la *dependencia deductiva* entre los enunciados o proposiciones de la teoría. Esta dependencia deductiva consiste en considerar un conjunto A de enunciados, a los cuales se les da el nombre de *axiomas* y de las cuales, *por medio de un sistema lógico no-explicitado*, se extrae C (A) el conjunto de las consecuencias de A, i.e. un conjunto de enunciados a los que llamaremos *teoremas*, que se establecen estructurando demostraciones a partir de los axiomas y mediante el uso de ciertas reglas de deducción no declaradas, no siendo los tales teoremas sino los enunciados finales de tales demostraciones.

La axiomática informal es la práctica axiomática en uso constante en matemáticas. Entre los muchos objetivos que pueda tener la empresa axiomática en la matemática moderna, y que para algunos trasciende de lo científico a lo estético, creemos que hay dos fundamentales: i) la *reformulación* sistematizadora,[7] genérico-abstracta[8] y económica[9] de teo-

[7] Una axiomatización es *sistematizadora* en la medida en que introduce un orden entre los enunciados de una teoría. Este orden puede, aunque no necesariamente, desplegar al creciente grado de complejidad de los enunciados, el turno de demostración de cada teorema, etc. Decimos que "no necesariamente", porque diferentes

rías y/o ii) la *evitación* de ciertos problemas en la presentación de una teoría. Como ejemplo del caso i) tenemos la histórica axiomatización euclidiana de la geometría y los múltiples empleos modernos de la axiomatización en álgebra, topología, análisis, etc.[10]

Un ejemplo del caso ii) lo constituyen las axiomatizaciones modernas de la teoría de conjuntos con vistas a evitar el problema creado por las paradojas en dicha teoría.[11]

Un tercer modo de presentación de teorías matemáticas es el resultado de un análisis crítico del lenguaje utilizado para expresar dichas teorías, y de la *lógica* utilizada en la argumentación y presentación de pruebas de teoremas. Una presentación axiomática, que incluya una *explicitación exhaustiva* de las bases expresivas y lógicas de una teoría, es una presentación *axiomático-formal*. Se trata de un tratamiento de las teorías matemáticas que ha sido desarrollada por lógicos y matemáticos fundamentalistas. Modernamente la axiomatización formal se ha desarrollado en una rama especial de la lógica matemática denominada teoría de los sistemas formales.

[10] No obstante "reformulación" quizás no sea el nombre más adecuado para ciertas partes del álgebra y la topología qua han tenido un "nacimiento" axiomático.

[11] Sobre el particular el lector puede consultar Fraenkel — Bar-Hillel, vid. nota 5, chapter I: Antinomies", págs. 1-18.

---

axiomatizaciones de una teoría pueden implicar diferentes órdenes e ipso facto diferentes despliegues de los aspectos señalados y de otros. Es obvia la importancia incluso didáctica de este aspecto.

[8] Una axiomatización es *genérico-abstracto* en la medida en que una teoría intuitiva, al ser axiomatizada, se convierte en el tipo definidor de un conjunto de estructuras matemáticas. Así, por ejemplo, expresar axiomáticamente las propiedades de la estructura matemática compuesta por el conjunto de los números naturales y la operación suma entre ellos, equivale a definir un *conjunto* de estructuras matemáticas denominadas "semigrupos" en álgebra abstracta, una de las disciplinas matemáticas que más empleo hace de la axiomatización actualmente.

[9] Una axiomatización es *económica* en cuanto reduce a un mínimo la cantidad de enunciados necesarios, para que una teoría sea definitoria de una estructura matemática. El carácter económico de la axiomatización fue señalado incluso por Ernst Mach en relación con la física; este aspecto conforma su famoso *principio de la economía*", cf. Ernst Mach, *The science of Mechanicks*. Londres: Open Court, 1942, ps. 578 y sigs.

A fines del siglo XIX y durante las primeras décadas del siglo XX, la revolución operada en el desarrollo de la lógica, debida sobre todo a Bertrand Russell, llamó la atención hacia la lógica utilizada en la argumentación y presentación de teoremas en matemática. Se inicia así un intensivo análisis crítico del lenguaje (capacidad expresiva) y la lógica (capacidad inferencial) de las teorías matemáticas. Esta situación culmina con la monumental obra de Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, escrita en colaboración con A. N. Whitehead, y con los trabajos de uno de los más destacados matemáticos en lo que va de siglo, David Hilbert, cuyas tesis fundamentales fueron recogidos en sus *Grundlagen der Mathematik* (Fundamentos de la Matemática) escrita en colaboración con Paul Bernays. Como resultado de este análisis, surge el tercer modo de presentación de teorías matemáticas señalado, la presentación axiomático-formal, que se distingue de las anteriores al incluir una explicación de las bases expresivas y lógicas de las teorías matemáticas. En manos de Hilbert, estos resultados devinieron en un programa de amplia repercusión matemática y filosófica conocido con el nombre de *formalismo*. El propósito formalista era según Hilbert "hacer de cada enunciado matemático *un fórmula mostrable y rigurosamente deducible*".[12] Para ello, la actividad matemática debía quedar reducida a la manipulación de símbolos y sucesiones de símbolos, regulada por conjuntos de instrucciones dados al respecto. La dimensión referencial, semántica, de las teorías matemáticas, i.e. el hecho de que en ellas se habla de ciertas estructuras matemáticas debía, por lo tanto, ser reducida, por algún medio, a la dimensión sintáctica, i.e. a la relación entre los símbolos del lenguaje teórico. Incluso la dimensión lógica de las teorías debía sufrir este proceso: "en mi teoría la deducción interna es sustituible por la manipulación externa de los símbolos) mediante reglas". [13] Hilbert llamó a su empresa "teoría de la prueba" *(Beweistheorie)*.

La construcción de tal teoría dependía del establecimiento de ciertos procesos efectivos. Los mismos constituirían la "gramática" del lenguaje de la teoría y debían determinar fundamentalmente: a) el alfabeto, b) las expresiones, c) las expresiones que tendrían el papel de axiomas, d) las reglas de inferencia usadas en las deducciones y e) qué sucesiones finitas de expresiones constituirían una prueba (demostración) de la última expresión en la sucesión a la cual se llamaría teorema.

[12] Cf. Hilbert, D., Grundlagen der Geometrie, Leipzig Teubner 1930, p. 289. (subrayado nuestro).

[13] Idem, p. 293.

Los procesos efectivos de la gramática que describe el lenguaje de una cierta teoría matemática, digamos la aritmética elemental,[14] constituyen un lenguaje en el cual se habla de otro lenguaje. Denominaremos metalenguaje a todo lenguaje que tiene como referente un lenguaje.[15]

Hilbert llamó *metamatemática* a todo metalenguaje que tiene como referente cierto sector del lenguaje matemático. El nombre implicaba también para Hilbert su deseo de realizar a nivel metalingüístico un análisis matemático del lenguaje matemático, con la restricción de que tal análisis no incluyera métodos no-finitizables, ie. no expresables como procedimientos efectivos. Para aclarar más qué se entiende como *metamatemático* daremos algunos ejemplos: Una expresión como "A es una fórmula de una teoría S" no pertenece a S, a quien sólo pertenece la sucesión finita de símbolos de S que A representa. Esta expresión pertenece al metalenguaje, donde se tienen que dar las instrucciones para averiguar si efectivamente A es o no es una fórmula de S. Lo mismo sucede con la expresión "A es demostrable en S", se trata de la afirmación de que A es la última fórmula de una sucesión de fórmulas de S que, de acuerdo con las instrucciones que definen una prueba en S, dadas también en el metalenguaje, constituye una prueba.

Si bien la empresa formalista de Hilbert, como veremos más adelante, culminó en el fracaso, sus concepciones metodológicas echaron las bases de la teoría de los sistemas formales, de importancia fundamental no sólo para la lógica y la matemática, sino también para la moderna teoría de la programación de las máquinas computadoras.

EL SISTEMA FORMAL S

Con vistas a expresar en un sistema axiomático formal la teoría elemental de números, construiremos un sistema formal denominado "S".

[14] Se denomina "aritmética elemental" la teoría matemática que caracteriza la estructura matemática que componen el conjunto de los números naturales con las operaciones de suma y producto. También se utilizará en lo que sigue la denominación "teoría elemental de números".

[15] Cuando un lenguaje no tiene como referente otro lenguaje se le denomina "lenguaje objeto". Por ejemplo, la aritmética elemental como teoría es un lenguaje objeto que tiene como referente (objeto) la estructura matemática especificada en la nota 14).

El sistema formal S dispone del siguiente conjunto de símbolos:

1 • Seis signos que denominaremos *operaciones lógicas*:

condicional	alternativa	conjunción	negación	cuantificador universal	cuantificador existencial
$\supset$	$\vee$	$\wedge$	$\rightarrow$	$\forall$	$\exists$
(implica)	(o)	(y)	(no)	(todo)	(existe)

2 • Un conjunto infinito de símbolos denominados *variables*:

$$x,\ y,\ z,\ x_1,\ y_1,\ z_1,\ x_2,\ y_2,\ z_2,\ \ldots$$

2′ • Un signo denominado *constante individual*:

$$0$$
(cero)

3 • Un signo de *predicado (relación)* que llamaremos "igualdad":

$$=$$
(igual)

4 • Tres signos que denotan las *funciones matemáticas* usuales respectivas:

(sucesor)	$+$ (suma)	(producto)

5 • Los siguientes signos de agrupación: (,).

La lista anterior puede ser considerada una lista de instrucciones precisas dadas en el metalenguaje para saber efectivamente cuándo estamos en presencia o no de un símbolo de S.

Queremos ahora establecer qué sucesiones lineales finitas de los signos anteriores consideraremos *expresiones* de S.

Para nuestros propósitos, formalizar la teoría elemental de números, nos basta con establecer reglas para construir dos tipos de expresiones: a) *términos* o expresiones que sirven para nombrar, y b) *fórmulas* o expresiones que sirven para afirmar o enunciar.

Al *conjunto de los términos* pertenece toda sucesión lineal finita de símbolos de S que cumpla al menos una de las reglas siguientes, donde las letras a y b no son símbolos de S sino que designan términos cualesquiera de S:

1 • Una variable individual o una constante individual es un término.

2 • Si a es un término, entonces a' es un término.

3 • Si a y b son términos, entonces $(a + b)$ y $(a \cdot b)$ son términos.

CeDInCI

Son términos, como el lector podrá comprobar

$$0,\ x,\ 0'\ x',\ (x+y),\ (y'\cdot 0),\ (z_1\cdot z_2)$$

Es evidente que las reglas 1–3 proporcionan un criterio efectivo para determinar cuándo una sucesión lineal finita de símbolos de S es un términomino, por ejemplo: $0 <$, $(\vee 0)$, no son términos, pues no cumplen ninguna regla.

Al *conjunto de las fórmulas* pertenece toda sucesión lineal finita de símbolos de S que cumpla al menos una de las reglas siguientes, donde las letras A y B no son símbolos de S, sino que designan fórmulas cualesquiera de S:

1 • Si a y b son términos, entonces $a = b$ es una fórmula.

2 • Si A es una fórmula, entonces $\neg$ (A) es una fórmula.

3 • Si A y B son fórmulas, entonces $(A \Rightarrow B)$, $(A \vee B)$, $(A \wedge B)$ son fórmulas.

Son fórmulas de S de acuerdo con 1–3:

$$x + y = z, \quad x + y = y + x, \quad x + 0' = (x + 0)'$$

$$\neg (x + 0 = y) \wedge \neg (x =) \qquad (x = y) \Rightarrow (x' = y')$$

Las fórmulas anteriores donde aparecen variables individuales x, y, i.e. signos con un valor indeterminado, se denominarán *fórmulas abiertas*.

En dichas fórmulas diremos que las ocurrencias de las variables individuales son ocurrencias *libres*. Como el lector sabe por la práctica corriente en matemática sobre estas expresiones se pueden realizar operaciones de *generalización* o de *existencia*. Las primeras extienden el cumplimiento de la propiedad que se afirma para todo el dominio de valores de las variables, por ejemplo:

$$\forall x\ \forall y\ (x + y = y + x)$$

es una fórmula que expresa, en el conjunto de los números naturales (recuérdese que S se propone como una versión formalizada de la aritmética), la propiedad conmutativa de la suma. Las segundas afirman la existencia de un valor para la variable en su dominio de valores que cumple con la propiedad enunciada, por ejemplo:

$$\forall x\ \forall y\ \exists z\ ((x + y) = z)$$

fórmula que interpretada en el conjunto de los números naturales expresa que la suma tiene la propiedad de la *clausura* en el conjunto de los números naturales, i.e. *existe* siempre *el resultado* (*en el conjunto* de los números naturales de la suma de dos números naturales).

Cuando una fórmula sólo conste de constantes individuales o de variables individuales afectadas (ligadas) por cuantificadores cualesquiera se denominará *fórmula cerrada*. Se dice entonces que las variables individuales no tienen ocurrencias libres o que están ligadas por sus cuantificadores respectivos. Las fórmulas anteriores son fórmulas cerradas. Llamaremos también *enunciados* a las fórmulas cerradas.

Podremos encontrarnos también casos de fórmulas semiabiertas o semicerradas, por ejemplo:

$$\exists z\ (x + y = z) \qquad \forall x\ \exists z\ (x + y = z)$$

Sin embargo, ninguna de esas expresiones cuantificadas pertenece al sistema S hasta tanto no añadamos a la lista anterior la siguiente regla:

4 • Si A es una fórmula y x es una variable individual libre en A, entonces $\forall x$ (A), $\exists x$ (A), son fórmulas.

Todas las reglas para fórmulas son enunciados metamatemático que explicitan aspectos de la gramática de S, siendo en verdad un conjunto de instrucciones que describe el proceso efectivo de cómo determinar cuando una sucesión lineal finita de símbolos de S es una fórmula.

Observaciones: Cuando queramos especificar la ocurrencia de constantes individuales y de variables (libres o ligadas) en alguna fórmula utilizaremos la notación siguiente:

$$A\ (x),\ A\ (x,\ y),\ \text{etc.}$$

haciendo la especificación del caso ("donde x es libre", etc.).

Nótese que la constante individual 0 y la operación $'$ (sucesor) capacitan al sistema para nombrar cualquier número natural

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0' & 0'' & 0''' & \ldots \\ 0 & 1 & 2 & 3 & \ldots \end{array}$$

Esta aclaración nos permite, para facilitar la lectura, utilizar en lo adelante la notación inferior que es la corriente en la práctica matemática para nombrar a los números naturales. Llamaremos a estos términos *numerales* y en el caso de que no queramos especificar en alguna fórmula ninguno en particular, sino sólo que se trata de la ocurrencia de

un numeral y no de una variable, utilizaremos los siguientes signos para señalar dicha ocurrencia.

$$p,\ m,\ n,\ p_1,\ m_1,\ n_1,\ p_2,\ m_2,\ n_2,\ \ldots$$

Establecida la capacidad expresiva primitiva[16] de S vamos ahora a adjuntar a S un sistema lógico, que nos permita hacer una presentación deductiva de la teoría matemática que S aspira a formalizar, i.e. la teoría elemental de números. (Nuestros fines al construir S son totalmente ilustrativos, luego no desarrollaremos en toda su extensión el sistema lógico necesario para hacer deducciones en S). El sistema lógico de S deberá contener: a) axiomás lógicos, b) reglas de inferencia, y un c) concepto de prueba (o demostración).

Axiomas. Los axiomas lógicos expresan los principios o leyes que regularán la deducción en el sistema formal. Ellos expresan nuestra "tolerancia lógica", i.e. lo que permitimos como principio de pensamiento aplicable para deducir.[17] En un sistema formal los axiomas expresan las relaciones lógicas entre las fórmulas como *propiedades formales* del sistema, i.e. propiedades independientes de las fórmulas en cuestión. Un ejemplo de axioma lógico para S puede ser:

$$(A \vee B) \Rightarrow (B \vee A)$$

que expresa la propiedad conmutativa del operador lógico "$\vee$". En verdad esta expresión no pertenece a S, ya que los símbolos A y B no pertenecen al alfabeto de S, se trata de un *meta-axioma*, i.e. un esquema gramatical de S, dado en el metalenguaje que sirve para identificar como axiomas un conjunto infinito de fórmulas de S. Un conjunto finito de tales meta-axiomas constituye pues un proceso efectivo para determinar de una fórmula de S si se trata o no de un axioma. Así, es axioma de S por el meta-axioma anterior la fórmula siguiente:

$$((x=x) \vee (y=y)) \Rightarrow ((y=y) \vee (x=x))$$

pero $x=x$ no es axioma de S al menos por dicho metaaxioma.

[16] La capacidad expresiva primitiva de *S* la constituyen las expresiones que podemos formar en *S*, de acuerdo con las reglas dadas, a partir de los símbolos primitivos de *S*.

[17] Algunos sistemas lógicos propuestos para servir de base a la matemática difieren radicalmente de los que están en uso corriente, así la lógica intuicionista, cf. Kleene S. C. y R. I. Vesley, *The Foundations of Intuitionistic Mathematics*, Amsterdam: North-Holland, 1965.

El metaaxioma expresa una relación lógica entre las fórmulas de S. En el *cálculo proposicional*, la parte de la lógica matemática que estudia las relaciones lógicas entre las proposiciones (enunciados, haciendo abstracción de su estructura interna, se estabece que para cualesquiera valores de verdad (verdadero o falso) que puedan tener sus enunciados componentes las expresiones de S que tengan la estructura del metaaxioma anterior son siempre verdaderas.

Reglas de inferencia

Estableceremos ahora las reglas de deducción formal de S, que nos permitirán, partiendo de los axiomas, demostrar otros enunciados como teoremas.

R_1 Modus Ponens

$$\frac{A,\ A \Rightarrow B}{B}$$

Explicación: Si A es un axioma (o un teorema previamente demostrado) y si $A \Rightarrow B$ es un teorema, entonces B es teorema. Para afirmar que una cierta fórmula de S es un teorema utilizaremos el signo "$\vdash$" colocado delante de la fórmula. Ejemplos: $\vdash A$ que se lee "A es teorema", $\vdash \neg A \vee A$, etc.

R_2 Sustitución de variables por términos:

Si x es libre en $\vdash A(x)$, entonces $\vdash A(a)$ al sustituir x por el término a.

Ejemplos: Más tarde probaremos que $\vdash x=x$, de aquí por aplicación de R_2 $\vdash x+y=x+y$ (resultado de sustituir la variable x por el término $x+y$.

Nos falta por último establecer que vamos a considerar como demostraciones de un teorema en S. Las siguientes instrucciones son efectivas para tal propósito: *Una sucesión finita de fórmulas de S constituye una demostración o prueba de la última fórmula de la sucesión, si cada fórmula de la sucesión es un axioma (o teorema) previamente demostrado o se infiere por modus ponens o por sustitución a partir de fórmulas que le preceden en la sucesión.*

Con vistas a hacer de S un sistema axiomático formal de la teoría elemental de números (aritmética), seleccionaremos ahora que enunciados aritméticos intuitivamente verdaderos, representados mediante fórmulas de S serán axiomas. La selección se hará para postular ciertas propiedades importantes que se cumplen en el conjunto de los números naturales. Una selección podría ser la siguiente:

A_1. $(x' = y') \Rightarrow (x = y)$

A_2. $\neg (x' = 0)$

A_3: $(A(0) \wedge (\forall x (A(x) \Rightarrow A(x'))) \Rightarrow \forall x A(x)$

A_4. $(x = y) \Rightarrow ((x = z) \Rightarrow (y = z))$

A_5. $(x = y) \Rightarrow (x' = y')$

A_6. $(x + 0) = x$

A_7. $(x + y') = (x + y)'$

A_8. $(x \cdot 0) = 0$

A_9. $(x \cdot y') = ((x \cdot y) + x)$

Explicación: A_1, expresa que si los sucesores de dos números naturales x e y son iguales, entonces x e y son iguales; A_2, el cero no es sucesor de ningún número natural; A_3, es el principio de inducción matemática que establece que si una propiedad que describe A se cumple para el 0 y que si cumpliéndose para un entero natural cualquiera x se cumple también para el sucesor x, entonces la propiedad se cumple para cualquier entero natural; A_4 y A_5, expresan propiedades de la igualdad (el único predicado primitivo de S); A_6, todo entero sumado con el cero es igual al mismo; A_7, la suma de x con el sucesor de y es igual al sucesor de la suma de x e y; A_8, todo entero multiplicado por cero es igual a cero; A_9, el producto de x por el sucesor de y es igual al producto de x por y más x.

Mediante los axiomas anteriores y el sistema lógico de S podemos emprender la demostración formal de muchos teoremas. Así por ejemplo, los que se refieren a las propiedades de la igualdad (reflexividad, simetría, transitividad). A modo de ilustración presentamos la demostración de la reflexividad:

$\vdash x = x$

(1) $(x = y) \Rightarrow ((x = z) \Rightarrow (y = z))$ axioma A_4;

(2) $x + 0 = x \Rightarrow (x + 0 = x \Rightarrow x = x)$ Sust. en (1) x por $x + 0$, y por x y z por x;

(3) $x + 0 = x$ axioma 6;

(4) $x = x$ aplicando dos veces *modus ponens* a partir de (3) y (2).

Otro hecho interesante a señalar es la capacidad del sistema para definir relaciones y operaciones no introducidas primitivamente. Así por ejemplo se pueden definir en él las relaciones $<$ (*menor que*) y $\leqslant$ (*menor o igual que*) entre los números naturales, mediante las siguientes expresiones metamatemáticas donde el signo $=_{def}$ se lee "es igual por definición a".

Podemos considerar la expresión "$x < y$" una abreviación de la fórmula $\exists z (z' + x = y)$ que la define en el sistema y por esa definición encontrar justificado su uso a la par con el resto de las fórmulas de S. Y establecido eso pasar a definir $\leqslant$ por:

$$x \leqslant y =_{def} x < y \vee x = y.$$

Teniendo en cuenta la definición anterior, son expresables en el sistema enunciados como $3 < 5$ y $5 < 3$, verdadero el primero y falso el segundo en aritmética intuitiva. En el sistema formal la imprecisa (no definida) noción intuitiva de verdad ha de ser reemplazada por una noción formal rigurosamente definida. Esta noción será la de *demostrabilidad* o *prueba formal*. Como aspiramos a que todo enunciado aritmético que sea verdadero (y en el caso de que sea falso, su negación) sean demostrables en el sistema, habrá que buscar no sólo la manera de expresar enunciados como $3 < 5$ y $\neg (5 < 3)$, sino de realizar un *cálculo formal* de los mismos que remplace el *cálculo intuitivo* con el cual se ha establecido su verdad en la aritmética intuitiva. Para ello introducimos la noción de *numeralmente expresable* así definida:

Si $3 < 5$ es verdadero, entonces $\vdash \exists z (z' + 3 = 5)$, y

Si $5 < 3$ es falso, entonces $\vdash \neg \exists z (z' + 5 = 3)$.

Es decir, se calculan formalmente los enunciados que expresan cálculos aritméticos intuitivos, demostrando como teoremas, las fórmulas que expresan dichos enunciados en el sistema formal, si existen las tales demostraciones decimos que los enunciados son numeralmente expresables en el sistema. Omitimos las demostraciones por ser largas y tediosas (necesitando más que el aparato lógico aquí ofrecido) y por estar fuera de nuestros objetivos primarios.[18]

[18] El lector interesado puede consultar *Kleene* [5], ep. 41, págs. 194-204.

El entusiasmo creado entre los formalistas fue grande: si todos los enunciados de la aritmética en su presentación intuitiva pueden expresarse en un sistema formal adecuado y si todos los enunciados que se tienen como verdaderos pueden demostrarse en dicho sistema como teoremas, a partir de un grupo de ellas seleccionados como axiomas y mediante reglas de inferencia convenientemente establecidas, entonces sólo había que exigirle al sistema formal que llenase dos condiciones fundamentales, a saber:

1 • *Completitud:* el sistema formal, es completo si y sólo si dado un enunciado A cualquiera del sistema se tiene que i) A es un teorema demostrable) o ii) $\neg$ A es un teorema. Si dado un enunciado A se tiene iii) ni i) ni ii) se cumplen, entonces el sistema es incompleto. Se dice que un enunciado es *decidible*, i.e. se decide con respecto a él en los casos i) y ii) y *no decidible* en el caso iii).

2 • *Consistencia:* el sistema formal es consistente si y sólo si dado un enunciado A del sistema se tiene que es imposible demostrar tanto A como $\neg$ A. Si esto fuese posible, el sistema sería inconsistente o contradictorio.

Estas propiedades del sistema también debían ser objeto de estudio en la matemática del sistema y formuladas como procesos efectivos.

En el año 1931, un lógico matemático austríaco, Kurt Gödel, demostró en un artículo de veinticinco páginas titulado "Sobre enunciados formalmente no-decibles de Principia Matemática y sistemas relacionados"[4]: a) la incompletitud de todo sistema formal que se construyese con vistas a expresar la teoría elemental de números, construyendo un sistema formal para dicha teoría y presentando un caso de fórmula no-decidible, y b) la imposibilidad de tal sistema de dar una demostración formal de su propia consistencia, en caso de que fuese consistente. Los resultados de Gödel era pues serias injurias a las dos propiedades que según Hilbert al quedar establecidas coronarían con éxito el programa formalista: la completitud y la consistencia.

Gödel basó sendas demostraciones de teoremas sobre a) y b) en una novedosa aplicación del conocido método de diagonalización con el cual Georg Cantor, matemático alemán del siglo XIX, fundador de la teoría de conjuntos, demostró la existencia de conjuntos no-enumerables.

Un conjunto es enumerablemente infinito o enumerable si se puede establecer una correspondencia biunívoca entre sus elementos y los del conjunto de los números naturales. Así el conjunto de los enteros (enteros positivos, negativos y el cero) es un conjunto enumerablemente infinito ya que se puede establecer por ejemplo la siguiente correspondencia uno — a — uno entre sus elementos y los números naturales:

0	1	−1	2	−2	3	−3	...
1	2	3	4	5	6	7	...

En matemática otros conjuntos, como el conjunto de los números racionales o el conjunto de los números algebraicos, son también conjuntos enumerables. A fines del siglo pasado, Cantor demostró la existencia de conjuntos infinitos no-enumerables. Como caso muy importante, Cantor demostró la no-enumerabilidad del conjunto de los números reales. En la demostración se hacía uso del método de diagonalización referido que pasamos a ilustrar en la demostración, también importante, de la no-enumerabilidad del conjunto de las funciones de una variable definidas en, y con valores en, el conjunto de los números naturales. Si el conjunto de tales funciones fuera enumerable, sus elementos podrían ser indizados, i.e. se le podría adjudicar un número natural distinto a cada función $f_1, f_2, f_3, \ldots$ Representándolas matricialmente es posible desplegarlas con todos sus argumentos 0, 1, 2, 3, ... de la siguiente forma:

$$
\begin{array}{cccccccc}
f_0(0) & f_0(1) & f_0(2) & f_0(3) & \ldots & f_0(n) & \ldots \\
f_1(0) & f_1(1) & f_1(2) & f_1(3) & \ldots & f_1(n) & \ldots \\
f_2(0) & f_2(1) & f_2(2) & f_2(3) & \ldots & f_2(n) & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots \\
f_n(0) & f_n(1) & f_n(2) & f_n(3) & \ldots & f_n(n) & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot & \ldots
\end{array}
$$

Tomemos los valores dados por la diagonal $f_0(0), f_1(1), f_2(2), \ldots f_n(n), \ldots$, sumando $+1$ a cada valor:

$f_0(0)+1, f_1(1)+1, f_2(2)+1, \ldots f_n(n)+1, \ldots$, obtenemos un conjunto de valores que corresponden a una función $f(n)$ definida por

$$f(n) =_{df} f_n(n)+1$$

La función $f(n)$ así definida no pertenece evidentemente a la enumeración pues difiere de f_0 en el valor que toma para 0, de f_1 en el valor que toma para 1 y de $f(n)$ en general en el valor que toma para n. De manera totalmente análoga se pueden definir otras funciones que no pertenecen a la enumeración. Dado que no se puede, pues, establecer una correspondencia biunívoca entre el conjunto de las funciones de una variable así definidas, y el conjunto de los números naturales, el conjunto en cuestión es no-enumerable.

La incompletitud del sistema formal S

La aritmetización del lenguaje

Como vimos en la metamatemática, se habla de las fórmulas de S, por ejemplo: "A es una fórmula de S que es demostrable en S". Un procedimiento ingenioso de Gödel hace posible la conversión de estas expresiones en predicados numéricos: i.e. que expresan relaciones entre números. El procedimiento, llamado de aritmetización, consiste primero en realizar una enumeración de los signos y expresiones de S de la manera siguiente: Se hace corresponder ciertos números naturales con los símbolos de S:

3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
$\neg$	$\Rightarrow$	$\vee$	$\wedge$	$\forall$	$\exists$	.	(	)	o	'	+	·	=

y a cada variable x_i del conjunto enumerable $x_1, x_2, x_3, \ldots$, el primo $i > 28$, v.g.

29	31	. . .
x_1	x_2	. . .

sean $n_1, n_2, \ldots, n_k$ los números que corresponden a los símbolos de una fórmula dada A, donde los sub-índices 1, 2, ..., k indican el orden preciso de aparición de cada símbolo en la fórmula. Como paso siguiente tomamos los primeros k primos comenzando por el 2: $p_1 (=2), p_2 \ldots, p_k$.

El número de la fórmula A vendrá dado por:

$$p_1^{n_1} \times p_2^{n_2} \times \ldots, \times p_k^{n_k}.$$

Ejemplo 11: el número de la fórmula

$\exists x \neg (x=0)$ será

$$2^{13} \times 3^{29} \times 5^{15} \times 7^{3} \times 9^{29} \times 11^{27} \times 13^{19} \times 15^{17}$$

Los números así asignados a cada símbolo y a cada fórmula de S son llamados los *números de Gödel de los símbolos y las fórmulas de S.* Que distintos números se hace corresponder a distintas fórmulas mediante esta numeración es obvio a partir del *teorema fundamental de la aritmética,* que establece que la descomposición de un número *n* en factores primos es única.

De la misma manera, se puede hacer corresponder a una sucesión $A_1, A_2, \ldots, A_k$ de fórmulas de S que constituyan una prueba de S, un número que llamaremos *número de Gödel de la prueba,* de la manera siguiente:

$$2^{n_1} \times 3^{n_2} \times \ldots P_k^{n_k}$$

donde n_1, n_2, n_k, son ahora los números de Gödel de las fórmulas por su orden de aparición en la prueba y 2, 3, ..., P_k son los primeros k primos.

De esta forma, la expresión metamatemática "A es un teorema", como resultado de aplicar el procedimiento de aritmetización descrito, se traduce en la siguiente expresión aritmética: "Existe al menos una *y* tal que *y* es el número de Gödel de una prueba tal que, siendo *x* el número de Gödel de A, *x* es la potencia del número primo mayor que resulta de la descomposición de *y* en un producto de potencias primas".

Gödel demuestra ahora que esta relación funcional entre *x* e *y*, que podemos denotar por A (x, y), puede ser definida con el aparato lógico-matemático del sistema formal S y que, por lo tanto, es *numeralmente expresable* en S. No podemos entrar en detalles en cuanto a la demostración, pero la importancia de la misma debe ser enfatizada: como advertirá el lector, la expresabilidad de la fórmula A (*x*, *y*) en el sistema formal S, implica, en cierto sentido, que S puede *referirse* a sí mismo. Esta posible "*autorreferencia*" del sistema formal S, como vamos a ver, permite la expresabilidad en S de una fórmula que afirma su propia no-demostrabilidad. Por un procedimiento análogo al de la diagonaliza-

ción de Cantor, Gödel construye una fórmula que *pertenece* a la enumeración, y que afirma su propia no demostrabilidad, luego demuestra que no es decidible, i.e. Gödel convierte la prueba de no-enumerabilidad en una prueba de no-decidibilidad.

Sea la fórmula $\forall y \neg A(x, y)$ donde x es libre, se trata evidentemente de la afirmación metamatemática "x no es demostrable".

Sea p su número de Gödel, siendo por tanto la fórmula $A_p(x)$ en la enumeración godeliana. Sea ahora la fórmula $A_p(p)$ el resultado de sustituir x por el numeral p en $A_p(x)$, se tiene que $A_p(p)$ es $\forall y \neg A(p, y)$ que no tiene ocurrencia de variables libres, i.e. es una fórmula cerrada. De acuerdo con la interpretación de la fórmula $\forall y \neg A(x, y)$, la fórmula $A_p(p)$ no es demostrable, i.e. afirma su propia no demostrabilidad. Esta es la fórmula, la cual como es apreciable, Gödel define diagonalmente en la enumeración de las fórmulas de S y cuya no decibidad prueba como veremos en su primer teorema. Para llevar a cabo la prueba de acuerdo con la definición de no-decibilidad, hay que demostrar que tanto $A_p(p)$ como $\neg A_p(p)$ no son demostrables. La no demostrabilidad de $A_p(p)$ la realiza Gödel a partir de la definición de consistencia dada anteriormente. La no demostrabilidad de $\neg A_p(p)$ encierra una formulación de consistencia del sistema S llamada "ω-consistencia" que se define de la siguiente manera:[19]

El sistema formal S es ω-consistente, si para ninguna variable x y fórmula $A(x)$ todas las fórmulas siguientes son demostrables:

$$\neg \forall x A(x), \quad A(0), \quad A(1), \quad A(2), \ldots$$

es decir, si no son demostrables $\neg \forall x A(x)$ y $A(n)$ para cualquier n. Ya que es evidente que si $A(x)$ fuera la fórmula anterior que afirma su no-demostrabilidad, entonces, si todas las $A(0)$, $A(1)$, $A(2)$, ... fuesen demostrables y, a la par, lo fuese la fórmula $\neg \forall x A(x)$, habría una contradicción, ya que esta última fórmula afirma la demostrabilidad para, al menos, una x. En este caso se dice que el sistema es ω-inconsistente. Un sistema ω-consistente es consistente, pero la inversa no es universalmente válida como podría demostrarse.

Ahora ya nos encontramos en disposición de enunciar el *Primer teorema de Gödel: Si el sistema formal S para la teoría de números es consistente, entonces la fórmula* $A_p(p)$ *no es demostrable en S, y si el sistema S es ω-consistente, entonces* $\neg A_p(p)$ *no es demostrable. De esta manera, si el sistema es ω-consistente, entonces es incompleto siendo* $A_p(p)$ *un ejemplo de fórmula no-decidible.*

[19] J. B. Rosser demostró más tarde que utilizando un ejemplo más complicado de fórmula no-decidible podía eliminarse la referencia a la ω-consistencia, cf. Kleene (5), pág. 208.

El argumento de la demostración en su primera parte: Si S es consistente, entonces $A_p(p)$ no es demostrable, es una aplicación del método de prueba por reducción a lo absurdo en la cual teniendo como premisa la consistencia de S se afirma la demostrabilidad de $A_p(p)$ y se deriva una contradicción: por lo tanto $A_p(p)$ no es demostrable si S es consistente. Para demostrar la segunda parte: Si S es ω-consistente, entonces $\neg A_p(p)$ no es demostrable, se parte de la premisa de que S es ω-consistente (y, por tanto, consistente) luego $\neg A_p(p)$ no es demostrable la primera parte del teorema.

En la argumentación anterior se ha postulado y no demostrado la consistencia de S. Supóngase que tengamos una demostración informal de la misma, ¿es posible formalizarla? Si pudiéramos formalizarla entonces podríamos hacerla anteceder a la demostración dada de que $A_p(p)$ es no demostrable, i.e. si tenemos que informalmente:

(1) {consistencia de S} es demostrable y

(2) {consistencia de S implica que $A_p(p)$ no es demostrable} es demostrable (primera parte del primer teorema de Gödel)

entonces, por modus ponens:

(3) $A_p(p)$ no es demostrable.

¿Podemos formalizar la demostración de la consistencia del sistema? i.e. ¿es S un sistema capaz de demostrar su propia consistencia? El segundo teorema de Gödel nos demuestra que por ser S un sistema formal consistente y haber podido demostrarse a partir de su consistencia, que la fórmula $A_p(p)$ no es demostrable, esto último impide al sistema S demostrar *formalmente* su consistencia. Así, pues, tenemos el

Segundo teorema de Gödel: Si el sistema formal S para la teoría de números es consistente, entonces en S no puede darse una prueba formalizada de dicha consistencia.

El argumento de la prueba es el siguiente: primero se construye una fórmula de S que exprese la consistencia de S mediante la numeración

Gödeliana. Denominaremos a esta fórmula "Consis". Consis es pues una fórmula que expresa en el formalismo de S la consistencia de S. Se parte ahora de la demostración informal metamatemática dada de la primera parte del Primer teorema:

{Si S es consistente, entonces $A_p(p)$ no es demostrable} es demostrable y se emprende su formalización en el sistema,[20] el resultado sería:

(1) $\vdash$ Consis $\Rightarrow A_p(p)$.

donde la misma fórmula $A_p(p)$ es evidentemente la expresión formalizada de que $A_p(p)$ no es demostrable.

A partir de aquí se obtiene la siguiente prueba metamatemática por reducción a lo absurdo:

Asúmase que (2) $\vdash$ Consis (i.e. que la consistencia de S es formalmente demostrable en S).

A partir de (1) y (2) por modus ponens

$\vdash A_p(p)$.

Lo cual es absurdo por la primera parte del primer teorema si S es consistente. Luego "Consis" no es demostrable.

Como S es una versión axiomática de la teoría elemental de números podríamos pensar si no superaríamos la situación creada por la fórmula no-decidible convirtiéndola en un axioma. Se puede demostrar que de nada vale recurrir a esta argucia: en el nuevo sistema podría construirse también una fórmula no-decidible que lo caracteriza de incompleto, y así, *ad infinitum*.

El alcance de los resultados de Gödel

Los resultados de Gödel implican en primer lugar, que no se puede construir un sistema formal para la aritmética capaz de proporcionar un proceso efectivo de decisión para todo enunciado aritmético que en él se pueda formular. Anteriormente, ya el lógico matemático Alonzo Church había dado también, en el propio terreno de la lógica, una prueba de no-decidibilidad. Se trata de los primeros casos de este tipo de prueba en la historia de la matemática. Con ellos se demuestra la existencia de procesos no-efectivos, i.e. no-algoritmizables dentro de sistemas generales de condiciones específicas.

[20] Se trata del aspecto más complejo de la demostración desarrollado por ejemplo por Hilbert y Bernays en los *Grundlagen*. poner ps. 306-324

La importancia de estos resultados no es sólo teórica, sino más aún, eminentemente práctica. Si un problema o un conjunto de problemas (problemas-tipo) matemáticos es algoritmizable, es posible construir un programa, cuyas instrucciones son contentivas de los pasos a dar, según el algoritmo, para solucionar el tal problema. Este programa puede ser entonces entregado a una máquina para su realización, convirtiéndose así la solución del problema en un proceso mecánico. La demostración de la existencia de procesos no efectivos (no-algoritmizables) implicará, pues la imposibilidad teórica de mecanizar ciertas tareas matemáticas. No obstante, como veremos más adelante, el desarrollo de la teoría de la programación de máquinas ha seguido últimamente ciertos sesgos que encierran la posibilidad de enfrentamiento por parte de las máquinas mediante métodos no-efectivos, denominados huerísticos o de estrategia, a procesos no-efectivos que incluyen no sólo a los problemas no-algoritmizables, sino también a aquellos cuya solucionabilidad está pendiente de decisión y aquellos que pudiendo ser algoritmizados, la impracticabilidad mecánica del algoritmo anula su aplicabilidad y hace abogar por el uso de tales métodos no-efectivos.

Tanto el resultado de incompletitud como el de imposibilidad de formalizar la prueba de consistencia de un sistema formal, logrados por Gödel, han sido objeto de las más diversas interpretaciones (incluyendo distorsiones y tergiversaciones) filosóficas. Sentar nuestra posición aquí equivaldría a un análisis a fondo de diferentes tesis que por falta de espacio posponemos para un futuro trabajo.[21]

Funciones recursivas

La prueba de no-decidibilidad de Gödel llevó, al mismo tiempo, a un planteamiento bien preciso del problema de la calculabilidad de funciones:

La prueba que estabece que la fórmula A (x, y) es expresable numeralmente en el sistema formal S, se basa en la posibilidad de definir la función representante de dicha fórmula, en el sistema formal S, a partir de los recursos expresivos y lógicos del sistema. Como dijimos, esta definición hace posible la inmersión en el sistema formal de la expresión

[21] Para un reciente tratamiento de algunas de estas interpretaciones, cf. Judson Web. "Metamathematics and the Philosophy of Mind", en *Philosophy of Science*, vol. 35, No. 2 1968, págs. 156-178. Kreysel G., La lógica matemática: ¿que ha hecho por la filosofía de la matemática? en *Homenaje a Bertrand Russell* (Ed. Ralph Shoenman), Barcelona: Oikos-Tau, 1968.

metamatemática que la fórmula A (x, y) expresa numéricamente. En el trabajo aludido, Gödel halló el camino para tal definición. Lo que Gödel llamó "una consideración hecha de paso" *(eine Zwischenbetrachtung)* habría de convertirse más tarde, incluso por su posterior labor, en una de las ramas más importantes de la lógica matemática: *la teoría de las funciones recursivas*, i.e. la teoría de un cierto tipo de funciones número-teoréticas *(zahlentheoretische Funktionen)*, entendiendo por estas últimas, funciones definidas en el conjunto de los enteros no-negativos y con valores en el mismo conjunto.

Una función número-teorética es *primitiva recursiva* si es posible obtener su definición de modo recurrente, a partir de ciertas *funciones iniciales* dadas: $f_1, f_2, \ldots, f_k$ y mediante el conocido procedimiento matemático de a) *composición de funciones* y mediante el siguiente esquema denominado de b) *recursión primitiva*:

$$\text{b)} \begin{cases} 1)\ \varphi(0) = p \\ 2)\ \varphi(y') = \gamma(y, \varphi(y)) \end{cases}$$

donde φ es la función a definir, p es un numeral y γ es una función numérica de dos variables (el resto de los signos utilizados tienen el valor denotacional previamente asignado). Mediante 1) se establece el valor de la función φ para el argumento 0 y mediante 2), conocido el valor de la función φ para un y cualquiera se establece el valor de la función φ para y' con ayuda de una función γ conocida.

Nótese la analogía entre la definición de prueba en un sistema formal y la definición de función primitiva recursiva: las funciones iniciales tienen un papel análogo al de los axiomas, mientras que la composición de funciones y el esquema de recursión primitiva tiene un papel análogo al de las reglas de inferencia. Supongamos que tenemos como funciones iniciales las siguientes funciones definidas en N:

I. La función *sucesor:* $\varphi(x) = x'$.

II. La función constante $\varphi(x_1, \ldots, x_n) = p$, que denotaremos por C^n (donde n designa que la función es de n variables y p el número natural que constituye siempre su valor).

III. La función *identidad:* $\varphi(x_1, \ldots, x_n) = x_i$, que denotaremos por I^n_i, donde n designa que la función es de n variables y i es el índice de la variable x cuyo argumento es el valor de la función, y además los procedimientos: a) composición de funciones y b) esquema de recursión primitiva, señalados. Podríamos preguntarnos si a partir de este instrumental podríamos definir, por ejemplo, la adición, i.e. ¿es la suma una función recursiva primitiva? Consideremos el siguiente esquema de definición por recursión de la función α:

(1) $S(x) = x'$, la función sucesor;

(2) $I^3_2(x, z, y) = z$, la función identidad;

(3) $f(x, z, y) = S(I^3_2(x, z, y)) = z'$, función f definida a partir de (1) y (2) mediante la composición de funciones;

(4) $I^1_1(y) = y$, función identidad;

(5) $\begin{cases} \alpha(0, y) = I^1_1(y), & \text{función definida a partir de (4) y (3) mediante el esquema de recursión primitiva;} \\ \alpha(x', y) = f(x, \alpha(x, y), y) = (\alpha(x, y))' \end{cases}$

Se trata pues de la función suma definida según (5) por los siguientes axiomas de S:

$$A_6.\ (x + 0) = x$$
$$A_7.\ (x' + y) = (x' + y)'$$

Los axiomas

$$A_8.\ (x \cdot) = 0$$
$$A_9.\ (x \cdot y') = ((x \cdot y + x)$$

de S cumplimentan lo mismo con respecto a la multiplicación.

La mayoría de las funciones número-teoréticas que conoce el lector son funciones recursivas primitivas, v.g. la función predecesor, la potenciación, etc. Como se podrá notar, la definición por recursión anterior suministra al mismo tiempo un proceso efectivo para calcular funciones. Por ello la clase de funciones obtenibles con dicho proceso, i.e. las funciones recursivas primitivas, son funciones *efectivamente calculables*. Podríamos preguntarnos si el enunciado a la inversa es válido, i.e. si todas las funciones efectivamente calculables son funciones recursivas primitivas. A eliminar como válida esta última alternativa nos ayuda el método de diagonalización El conjunto de las funciones iniciales definibles por los esquemas I, II y III es enumerable, por lo tanto, el conjunto de las funciones recursivas primitivas definibles por la composición de las anteriores y el esquema de recursión b) es enumerable, en resumen,

los esquemas no pueden sino generar, por su condición finita, conjuntos, numerables de funciones. Si se da una enumeración de las funciones recursivas primitivas de una variable

$$f_1, f_2, \ldots, f_n, \ldots$$

de nuevo tenemos $f(n) = f_n(n) + 1$ que es una función de una variable efectivamente calculable que no está en la enumeración y, por lo tanto, no es recursiva primitiva. Lo que sí puede decirse es que las funciones recursivas primitivas constituyen el conjunto más simple de las funciones efectivamente calculables.

La existencia de funciones efectivamente calculables y que no son recursivas primitivas, indujo a definir un conjunto más amplio de funciones efectivamente calculables denominadas *funciones recursivas generales*. La definición fue hecha por Gödel en 1934, siguiendo una sugestión del lógico francés Herbrand, y fue completada más tarde por S. C. Kleene.

Sin entrar en detalles, diremos que una función φ es *recursiva general* (o simplemente *recursiva*) si puede encontrarse un conjunto *finito* de ecuaciones que la definen recursivamente, i.e. una función φ es recursiva general en funciones $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_k$ si existe un conjunto finito de ecuaciones que definen a φ recursivamente a partir de $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_k$. Nótese que la definición de función recursiva general comprende el caso especial de las funciones recursivas primitivas. La definición es sólo el establecimiento de un requisito a llenar por toda función recursiva general y no un procedimiento efectivo que permita calcularlas, como afirma Cohen: "La definición de Gödel procede de la observación de que una función recursiva primitiva, por ejemplo, es completamente descrita por un número finito de ecuaciones que envuelven funciones. Por supuesto, para las funciones recursivas primitivas estas ecuaciones tienen que ser de un tipo muy especial. En general, un conjunto dado de ecuaciones no determinará una función. La definición de Gödel es esencialmente que una función es recursiva general, si existe algún conjunto finito de ecuaciones que envuelva la función y funciones auxiliares, que definen la función "unívocamente".[22]

Con el conjunto de las funciones recursivas generales ahora tenemos un conjunto de funciones efectivamente calculables más amplio que el conjunto de las funciones recursivas primitivas. Podríamos preguntarnos acaso si la definición rigurosa de función recursiva general es al fin el

[22] Cohen, P. *Set Theory and the continuum Hypothesis*, New York, Benjamin, 1966, pág. 33.

equivalente definitorio de la noción intuitiva no-definida de función efectivamente calculable. Que tal es el caso lo afirma la *tesis de Church: Toda función efectivamente calculable es recursiva general.*

Lo de tesis quiere decir que se trata de una afirmación prematemática o filosófico-matemática y no de un teorema con posibilidad de ser demostrado alguna vez: la tesis relaciona un concepto matemático definido, el de función recursiva general, con una noción no-definida puramente intuitiva, la de función efectivamente calculable y ... no ha lugar a demostración. Sin embargo, como afirma Kleene: "la tesis puede considerarse una hipótesis acerca de la intuitiva noción de calculabilidad efectiva, o una definición matemática de calculabilidad efectiva; en este último caso, se requiere que la evidencia proporcione a la teoría basada en la definición la significación propuesta".[23]

Kleene hace un amplio recuento de la evidencia a favor de la aceptación de la tesis de Church[24] que resumiremos en las tres más fundamentales:

a) *La evidencia heurística:* todas las funciones efectivamente calculables que han sido analizadas hasta ahora son funciones recursivas generales.

b) *La equivalencia definitoria:* distintas formalizaciones del cálculo de funciones emprendidas por diversos caminos, fundamentalmente las siguientes:

λ–definibilidad (Church y Kleene)
Sistemas canónicos (Post)
Algoritmos normales (Markov)

son equivalentes definitorios del mismo conjunto de las funciones recursivas definido por Gödel. La equivalencia de estas formalizaciones también ha sido demostrada.[25]

c) *El concepto de máquina de Turing.*

El lógico matemático Turing emprendió en el año 1937 una formulación matemática directa de la noción intuitiva de función efecivamente calculable. Por su importancia para la teoría abstracta de las máquinas computadoras haremos un desarrollo a parte de la teoría de Turing.

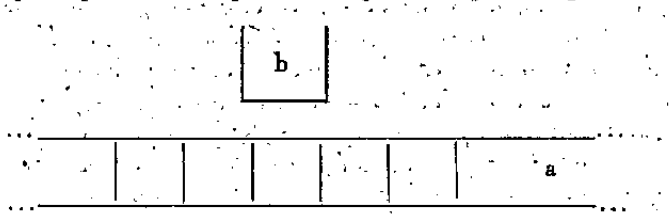
[23] Kleene (5), págs. 318-319.

[24] Ibid., págs. 319-322. No obstante, debemos decir que algunas conjeturas de orden filosófico, dignas de tenerse en cuenta, han sido lanzadas contra la tesis, cf. Kalmar, L. "Against the Plausibility of church's thesis", *Constructivity in Mathematics* ed. A. Heyting, Amsterdam: North-Holland, 1956.

[25] Ibid., pág. 320.

Una máquina de Turing es un modelo ideal de computadora digital no sujeta a error y con una memoria infinita.

La máquina podría ser representada por el esquema siguiente:



a: cinta infinita en ambas direcciones dividida en células.
b: descargador.

La cinta infinita *a*, dividida en células, se mueve en ambas direcciones mientras que el descargador *b* descarga el contenido de una sola célula en cada intervalo discreto de tiempo en que tiene lugar el movimiento de la cinta. En cada célula aparece uno y un solo símbolo, si convenimos también que la ausencia de símbolo(s) en alguna(s) célula(s) es igual a la aparición del símbolo vacío. La lista de símbolos con los cuales operaría la máquina es finita en cada operación particular y los denotaremos por:

$$s_0, s_1, s_2, \ldots, s_k$$

donde s_0 representa el símbolo vacío. Mediante ellos se entrega a la máquina cierta *información inicial* y en ellos entrega la máquina la *información resultado* de las transformaciones a que sometió la información inicial. Los pasos que comprenden la entrega de la información inicial, las distintas etapas del procesamiento de la información y la entrega de la información resultado son descritos por las *configuraciones* que forman los signos sobre la cinta. Denominaremos *estados* $q_0, q_1, q_2, \ldots, q_k$ a las distintas configuraciones o disposiciones de los signos sobre la cinta.

La máquina, dado un estado q_i, del cual partamos y consideremos el *estado inicial* puede realizar los siguientes *actos atómicos*. Con un símbolo descargado, i.e. una célula frente al artefacto de descarga:

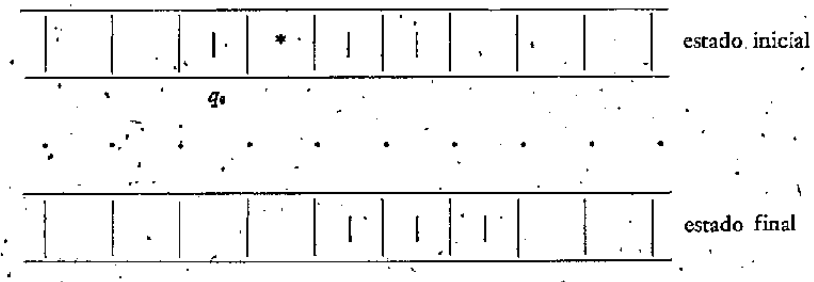
1 • Borrar el símbolo e imprimir uno nuevo (quizás dejar el mismo símbolo).
2 • Mover la cinta una célula a la derecha.
3 • Mover la cinta una célula a la izquierda.
4 • Pararse en un estado resultado.

Si convenimos en que D denota "derecha" e I denota "izquierda", los siguientes cuádruplos de signos representan simbólicamente los posibles actos atómicos que la máquina puede ejecutar:

$$q_i\, s_j \begin{cases} \rightarrow S_k\, q_l & (1) \\ \rightarrow D\, q_l & (2) \\ \rightarrow I\, q_l & (3) \end{cases}$$

$q_i\, s_j$ denota el estado o configuración inicial de la máquina, siendo s_j el símbolo en la célula descargada. En (1) se remplaza el símbolo s_j por el s_k (incluyendo el caso $s_j = s_k$ de no-remplazamiento) y la máquina pasa al estado o configuración q_l ($q_j = q_l$ en el caso de no-reemplazamiento); en (2) se mueve la cinta una célula a la derecha y la máquina pasa al estado q_l; en (3) se mueve la cinta una célula a la izquierda y la máquina pasa al estado q_l. El cuarto acto atómico de pararse en un estado resultante, se identifica con la ejecución de cualesquiera de los tres anteriores que puede resultar ser el estado final.

La anterior descripción corresponde a la *máquina universal de Turing*. Podríamos considerarla como una computadora sin programa, i.e. un artefacto con ciertas posibilidades de operación y nada más. Podríamos quizás compararla mejor con una *computadora de propósito general* (General purpose computer), i.e. una computadora con un alto grado de versatilidad para ser diferentemente programada, tales como las que hoy se construyen. Un programa convierte a este tipo de computadora en una *computadora de propósito especial* (special purpose computer). La máquina universal de Turing, aún con los escasos actos atómicos que puede realizar, presenta un alto grado de versatilidad por los propósitos específicos en que puede ser programada. Un programa, i.e. un conjunto ordenado de instrucciones y datos, ejecutados los primeros en base a los actos atómicos referidos, convierte a la máquina universal en una máquina particular de Turing o en una máquina de Turing de propósito especial. Un ejemplo de máquina de Turing de propósito especial es una máquina a la que se le entregan las instrucciones dadas más abajo (se la programa) para sumar los números 1 y 2 (donde la barra representa la unidad, los números a sumar son representados en la cinta mediante sucesiones finitas de barras, dichas sucesiones serán separadas por asteriscos* y la instrucción de "pare' será representada por el signo !).



La suma de 1 más 2

Para pasar del estado inicial al estado final se suministra a la máquina las siguientes instrucciones ordenadas:

1) $q_0 \mid S_0$
2) $q_1 S_0 D$
3) $q_1 * D$
4) $q_1 \mid D$
5) $q_1 \mid D$
6) $q_1 S_0 \mid$
7) $q_2 \mid$
8) $q_2 \mid I$
9) $q_2 * S_0 !$

De acuerdo con las anteriores instrucciones dejamos al lector el suplir los estados intermedios representados por la línea punteada en el esquema anterior.

Hablamos al principio de la diferencia en programación para realizar una tarea específica que podría darse entre un ser humano y una computadora. Los desarrollos de Turing pueden ofrecerse como el resultado de abstraer los actos atómicos que realizaría un computador humano, i.e. un ser humano instruido para computar. En este sentido, la máquina de Turing es propiamente un modelo de computador humano y como tal se plantea el problema del grado de representabilidad de dicho sistema en tal modelo. Kleene [5] hace un tratamiento extenso de dicha representabilidad. Turing desarrolló su teoría de máquinas abstractas en el año 1937, es decir, un buen número de años antes de que se iniciara la tremenda revolución teórico-técnica que haría permisible la realización física de las actuales computadoras electrónicas. En verdad, la descripción en actos indescomponibles que efectúa Turing del proceso de cómputo está más cerca del proceso real de computación en los seres humanos, que el que tiene lugar en las propias máquinas computadoras con sus operaciones "selladas" *(wired in)*. En Turing esta proximidad se explica tal vez como un coproducto de su objetivo buscado: ir directamente a una definición de función efectivamente calculable, describiendo que hacemos cuando realizamos el cálculo de una función efectivamente calculable. Como se ha visto, lo que hacemos es una sucesión finita con posibles repeticiones de un conjunto finito de actos indescomponibles. Dado el carácter abstracto-formal de estos actos, los mismos pueden ser utilizados para caracterizar todo proceso efectivo en el sentido apuntado en el epígrafe 1 y ser considerados como un intento de formalizar la intuitiva noción de algoritmo dada anteriormente (cf. Trakhtenbrot [10]).

El alto grado de representabilidad del computador humano por la máquina de Turing se debe por supuesto a la *flexibilidad* de que un tal modelo abstracto puede hacer gala, la realización física de computadoras impone un límite —si bien impreciso y que los avances tecnológicos hacen retroceder— a esta flexibilidad. Esta restricción que impone el dispositivo férreo *(hardware)* que es una computadora es compensada por el equipo flexible *(software)* que dispone su tarea, principalmente los programas.

Procesos heurísticos

La primera etapa en el desarrollo de la programación estuvo concentrada en lograr la realización por parte de las computadoras de procesos algoritmizables extraídos del campo de las matemáticas. Las computadoras se tenían fundamentalmente entonces por meros calculadores numéricos. A la par con los avances tecnológicos en su construcción, se ampliaron las perspectivas de su uso: la computadora pasó a ser considerada un procesador de información, i.e. un manipulador de todo proceso traducible en símbolos. El área de aplicación de las máquinas se extendió más allá de las matemáticas, al campo de todas las ciencias para las que se creasen programas que permitieran a las máquinas *simular* procesos que aquéllas estudiaran. A partir de aquí, algunos desarrollos interdisciplinarios han cobrado independencia convirtiéndose en epígrafes de la cibernética. Tal es el caso con el estudio denominado *inteligencia artificial,* que se ocupa de los procesos que caracterizan la conducta inteligente en los seres humanos y la posibilidad de su simulación en computadoras. Atención preponderante ocupa, por supuesto, el estudio de la actividad pensante en la práctica científica.

¿Qué tipo de procesos llevan al descubrimiento y a la creatividad en la práctica científica?, ¿se trata acaso de procesos efectivos, i.e. algoritmizables? Si diéramos a esta última pregunta una respuesta afirmativa, estaríamos aseverando que la investigación científica es tan formalizable

como la exposición de sus resultados. Un ejemplo bastaría para echar abajo semejante afirmación: es posible estructurar un sistema axiomático-formal para una cierta teoría, separar entre un conjunto de enunciados los que son axiomas de los que tienen que ser demostrados como teoremas, podríamos tener un proceso efectivo para aseverar que el resto de los enunciados son demostrables como teoremas en el sistema y, sin embargo, no tener un proceso efectivo de como estructurar una prueba para un teorema en particular, y si lo tuviéramos, éste quizás sería tan engorroso y largo que resultaría impracticable.[26] La prueba deberá ser estructurada mediante la información y experiencia previas y quizás también mediante el ingenio y la intuición personales. No obstante, si nos contentáramos con estas vagas afirmaciones, en verdad dejaríamos en la penumbra el fascinante estudio de la creatividad intelectual.

Algunos estudiosos en inteligencia artificial se han entregado al análisis de estos procesos de *solución de problemas*. Ciertos investigadores a través del autoanálisis de su propia conducta en su actividad científica y/o del análisis experimental con sujetos están convencidos de la regularidad en el uso de ciertos métodos para la solución de problemas a los cuales han denominado *heurísticos* o *de estrategia*. Con ciertos de estos métodos se han programado máquinas para su simulación y estudio en condiciones ideales comenzando así, al mismo tiempo, a hacer realidad la existencia de máquinas que exhiban una conducta "inteligente" análoga incluso en el aspecto creador a la que exhibe el hombre.

Newell, Shaw y Simon[(2)] fueron pioneros en esta perspectiva con su "Teorista Lógico" *(Logis Theorist)*. Su interés en los métodos heurísticos los llevó al análisis de dos métodos denominados de "análisis medios-fines" *(means-ends analysis)* y de "planteamiento" *(planning)*. Para ello construyeron un programa para una máquina con el objeto de que utilizando dichos métodos probara teoremas en el sistema de lógica proposicional presentado por Russell y Whitehead en Principia Mathematica. La máquina ha demostrado 38 de los 52 teoremas que aparecen en el capítulo II de los Principia. Más tarde en un segundo trabajo,[(8)] emprendieron una generalización de sus resultados construyendo un programa denominado "programa general de solución de problemas" *(General Problem-Solving Program)* I (GPS-I) dedicado a la demostración de identidades trigonométricas simples. Utilizando el método de análisis del

[26] Ejemplos los brindan las distintas axiomatizaciones del cálculo proposicional que pueden hallarse en los textos comunes de lógica matemática.

teorista lógico H. Gelernter[(2) y (1)] ha redactado un programa heurístico para demostrar teoremas en la geometría euclidiana.

Otros investigadores han partido de una perspectiva un tanto distinta. Así Gilmore[(3)] al construir un programa para la demostración de teoremas en el cálculo de predicados de primer orden,[27] introduce en el mismo ciertas estrategias de selección, que dan a la IBM 704 que ejecuta el programa la posibilidad de demostrar teoremas en teorías formalizadas más complejas, como la geometría euclidiana, fundadas en el cálculo de predicado de primer orden. Hao Wang[(11)] ha estructurado un programa para la IBM 704 que prueba todos los teoremas de la lógica proposicional de los Principia. Tanto la perspectiva de Gilmore como la de Wang implican que "para sistemas formales más complejos, se requiere la heurística (ellos prefieren la palabra "estrategia") para hacer a los algoritmos lo suficientemente selectivos como para producir pruebas de gran interés, dentro de límites espacio-temporales aceptables".[28]

Como es visible, estos estudios se han concentrado por ahora en el estudio de la solución de problemas en lógica y matemática y ello es obvio, ya que el alto grado de formalización como hemos visto, lograble en el campo de la lógica y de la matemática permite un control mayor de las condiciones experimentales. Es decir, si por una parte, dentro de los propios sistemas formales existen procesos que no son efectivos y por lo tanto hay terreno para la aplicación de métodos heurísticos y el despliegue de estrategias de solución, por otra, la mejor manera de iniciar el estudio de estos métodos es situándose en un sistema formal. Es esta interacción entre lo algorítmico y lo heurístico, lo formalizable y lo no-formalizable, lo que constituye un verdadero campo experimental de la inteligencia artificial en el epígrafe de la solución de problemas, y donde se pueden esperar los mejores frutos en el futuro.[29]

Conclusión

La lógica matemática constituye una de las disciplinas decisivas en el desarrolo de la programación de máquinas computadoras. Con toda

[27] El alfabeto, las expresiones y el sistema lógico de *S* constituyen un cálculo de predicados de primer orden.

[28] Gelernter (1), pág. 161. Cf, en este mismo número el artículo "Inteligencia Artificial preguntas y respuestas".

[29] Para una amplia discusión crítica de las perspectivas en solución de problemas y en el resto de los aspectos en inteligencia artificial consúltese Minsky (7).

función matemática para la cual exista un procedimiento de solución, denominado su algoritmo es posible, en principio, construir un programa para su ejecución por una computadora. El desarrollo abstracto de la teoría de algoritmos como parte de la lógica matemática, permite caracterizar a los procesos de calcular funciones matemáticas como pertenecientes a una clase más general de procesos efectivos. Por otra parte, el descubrimiento en lógica matemática de procesos no-efectivos, incluso dentro de la matemática, implica un serio impedimento de orden práctico con relación a la ampliación de las tareas intelectuales que pueden realizar las máquinas. No obstante, nuevas perspectivas quedan abiertas mediante la programación heurística o de estrategia, donde nuevamente la lógica matemática ocupa un papel fundamental. La programación heurística brinda al mismo tiempo una base experimental al estudio de la creatividad intelectual.

Bibliografía fundamental

1) Gelernter, H., Hansen, J. R. & Loveland, D. W.: "Empirical explorations of the Geometry-theorem proving machine, en "Computers and thought". (Eds. Feingenbaum y Feldman). New York: McGraw Hill, 1963, pp 153-163.

2) Gelernter, H.: "Realization of a geometry-theorem proving machine". *Information Processing: Proceednigs of the international conference on information processing*, UNESCO, Paris 15-20 June 1959; Paris. Dunod 1960, pp. 73-82.

3) Gilmore, P. C.: "A program for the production from axioms, of proofs for theorems derivable whithin the first order predicate calculus". Idem (2), pp. 265-273.

4) Gödel, K.: "Über formal unentsche idbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I". *Monatshefte für Mathematik und Physik*, Vol. 38, 1931, pp. 173-198.

5) Kleene, S. C.: "*Introduction to Metamathematics*. New York. Van Nostrand, 1952.

6) Malc v, A.: "*Algoritmi i Rekrsicnie funkcii*" Moscú: Nauka, 1965.

7) Minsky, Marvin "Steps Toward Artificial Intelligence". *Proceeding of the IRE*.

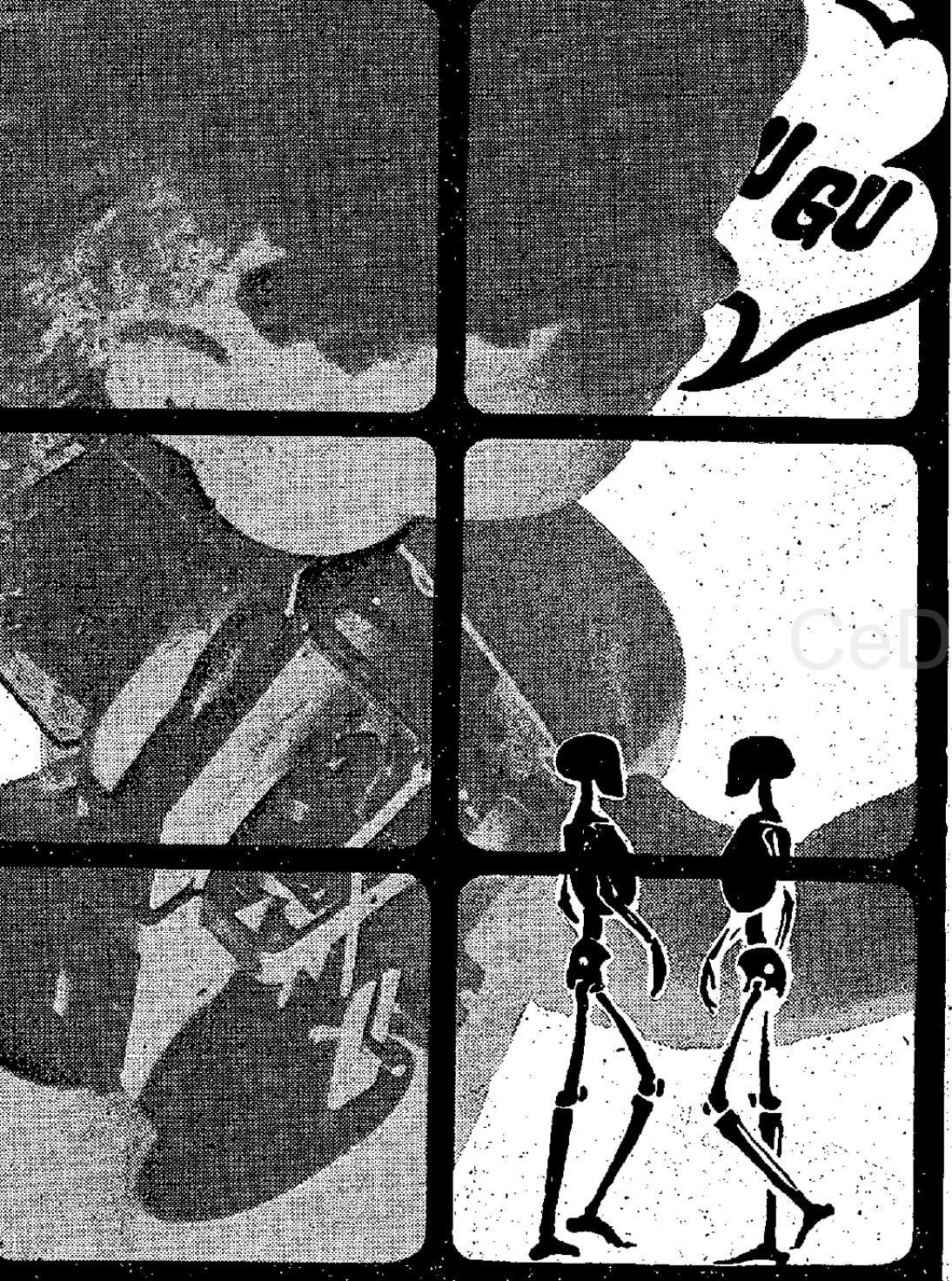
8) Newell, A., Shaw, J. C., Simon, H. A.: "Report of a general problem-solving program". Idem (2), pp. 256-264.

9) Newell, A., Shaw, J. C., Simon, H. A.: "Empirical explorations with the logic Theory machine a case study in heuristics". Idem (1), pp. 109-133.

10) Trakhtenbrot, B. A.: "Algorithms and Automatic Computing Machine". Boston. D. C. Heath, 1963.

11) Wang, H.: "Toward mechanical mathematics". IBM. J. Res. Devel., 4, No. 1, 1960, pp. 2-22.





cine: código e imagen

lee russell

En años recientes, se ha desarrollado un grado considerable de interés por la semiología del cine, tratando de ver si es posible diluir la crítica y la estética del cine en una rama especial de la ciencia general de los signos.

Se ha hecho cada día más evidente la necesidad de reexaminar y relacionar la disciplina establecida de la lingüística, con las teorías tradicionales del lenguaje fílmico y de la gramática fílmica, que crecieron espontáneamente a través de los años. Si va a ser usado el concepto de «lenguaje», debe ser usado científicamente y no simplemente como una metáfora suelta, aunque sugestiva. El debate que ha surgido en Francia e Italia acerca del trabajo de Roland Barthes, Christian Metz, Pier Paolo Pasolini y Umberto Eco apunta en esta dirección.

El impulso principal que respalda el trabajo de estos críticos y semiólogos surge del *Curso de Lingüística General* de Ferdinand de Saussure. Después de la muerte de Saussure, en 1913, sus antiguos alumnos de la Universidad de Ginebra reunieron y cotejaron las minutas de sus conferencias y las notas que ellos habían tomado en clases y las sintetizaron en una presentación sistemática, que fue publicada en Ginebra en 1915.

En su curso, Saussure predijo una nueva ciencia, la ciencia de la semiología. «Una ciencia que estudia la vi-

da de los signos dentro de la sociedad, es concebible; sería parte de la psicología social y consecuentemente de la psicología general; (yo la llamaré *semiología* del griego *semeión*, «signo».) La Semiología demostraría qué es lo que origina los signos y qué leyes los gobiernan. Puesto que esta ciencia no existe, nadie puede decir lo que la misma sería; pero tiene derecho a la existencia, un lugar marcado por adelantado. La lingüística es solamente una parte de la ciencia general de la semiología; las leyes descubiertas por la semiología serán aplicables a la lingüística y ésta última circunscribirá un área bien definida dentro de la masa de hechos antropológicos». Saussure, que estaba inpresionado por el trabajo de Durkheim en sociología, enfatizaba que los signos deben ser estudiados desde un punto de vista social, que el lenguaje era una institución social que eludía la voluntad individual. El sistema lingüístico —que pudiera ahora ser llamado el «código»— pre-existió al acto individual del habla, el «mensaje». Por lo tanto, el estudio del sistema tenía prioridad lógica.

Saussure destacaba, como su primer principio, la naturaleza arbitraria del signo. Lo significante (el sonido imagen o-k-s o b-ö-f, por ejemplo) no tiene conexión natural con lo significado (el concepto «ox», buey). Para usar el término de Saussure, el signo es «inmotivado». Saussure no estaba seguro de lo que eran para la semiología las implicaciones totales de la naturaleza arbitraria del signo lingüístico. «Cuando la semiología se convierta en una ciencia organizada, surgirá la cuestión de si propiamente incluye o no, modos de expresión basados en signos completamente naturales, tales como la pantomima. Suponiendo que la nueva ciencia las acoja, su principal preocupación será todavía el grupo completo de sistemas basados en la arbitrariedad del signo. De hecho, cada medio de expresión usado en la sociedad está basado, en principio, en el comportamiento colectivo o —lo que viene a ser la misma cosa— en lo convencional. Las fórmulas de cortesía, por ejemplo, aunque están frecuentemente impregnadas de cierta expresión natural (como en el caso de un chino que saluda a su emperador haciendo reverencias hasta el suelo nueve veces), son, sin duda, fijadas por reglas; son estas reglas y no el valor intrínseco de los gestos las que nos obligan a usarlas. Los signos que son totalmente arbitrarios realizan mejor que los otros el ideal del proceso semiológico; es por eso que el lenguaje, el más complejo y universal de todos los sistemas de expresión, es también el más característico; en este sentido, la lingüística puede convertirse en el patrón-tipo de todas las ramas de la semiología, aunque el lenguaje es solamente un sistema particular semiológico.»

La Lingüística debía ser, tanto una rama especial de la semiología, como al mismo tiempo, el patrón-tipo («le patron général») para las demás ramas. Sin embargo, todas las ramas o, al menos, las centrales, tendrían como objeto, sistemas «basados en la arbitrariedad del signo». Estos sistemas, llegado el caso, demostraron ser difíciles de encontrar. Los semiólogos en ciernes se encontraron limitados a tales micro-lenguajes, como el lenguape de las señales del tránsito, el lenguaje de los abanicos, el de los sistemas de señales de los barcos, el lenguaje de los gestos entre los monjes trapenses, varias clases de semáforos y otros. Estos micro-lenguajes demostraron ser casos extremadamente restringidos, capaces de articular una gama semántica muy escasa.

Muchos de ellos eran parasíticos del lenguaje verbal propiamente dicho. Como resultado de sus investigaciones en el lenguaje de los trajes y las modas; Rolando Barthes concluyó que era imposible escapar a la presencia penetrante del lenguaje verbal. Las palabras entran en el discurso de otro orden, bien para fijar un significado ambiguo, como una tarjeta, o un título, o para contribuir al significado de lo que, de otra manera, no pueda ser comunicado —como las palabras en las burbujas de los cartones de muñequitos. Las palabras, o fijan el significado o lo transmiten.

Es solamente en muy raros casos que los sistemas no verbales pueden existir sin respaldo auxiliar del código verbal. Aún los sistemas altamente desarrollados e intelectualizados, como la pintura y la música, tienen que recurrir constantemente a las palabras, particularmente a un nivel popular: canciones, caricaturas, carteles. Ciertamente, sería posible escribir la historia de la pintura como una función de la relación variante entre las palabras y las imágenes. Uno de los mayores logros del renacimiento fue hacer desaparecer las palabras del espacio de la pintura; sin embargo, las palabras forzaron su regreso repetidamente; reaparecieron en cuadros del Greco, por ejemplo, en Durero, en Hogarth: se pueden dar innumerables ejemplos. En el siglo XX, las palabras han regresado con una venganza. En la música, las palabras no se proscribieron hasta comienzos del siglo XVII; se establecieron en la ópera, en el oratorio, en los «lieder». El cine es otro caso obvio. Pocas películas silentes fueron hechas sin sub-títulos. Erwin Panovsky ha recopilado sus días de cine en Berlín, alrededor de 1910: «Los productores empleaban medios de clarificación similares a los que encontramos en el arte medieval. Uno de éstos eran los títulos ó letras impresas, equivalentes sorprendentes de los «*tituli*» y pergaminos medievales (en una fecha anterior se utilizaron incluso narradores que dirían «viva voce»: «ahora, él piensa que su esposa está muerta, pero no lo está» o «no quiero ofender a las damas en la

audiencia, pero dudo de que ninguna de ellas hubiese hecho tanto por su hijo»). En Japón, los «narradores» de este tipo se constituyeron en un gremio, que demostró ser lo suficientemente fuerte como para demorar el advenimiento del cine hablado.

Al final, Barthes llegó a la conclusión de que la semiología podría ser mejor vista como una rama de la lingüística, que lo contrario. Esto parece una conclusión desesperada. La rama resulta ser hasta tal punto «lo más complejo y universal» que lo abarca todo. No obstante, nuestra experiencia de cine sugiere que una gran complejidad de significado puede ser expresada por medio de las imágenes. Por lo tanto, para dar un ejemplo obvio, el libro más trivial y banal puede ser convertido en un film extremadamente interesante y, a todas vistas, significativo, la lectura de un guión cinematográfico es usualmente una experiencia estéril y árida, tanto intelectual como emocionalmente. La implicación de esto es que no son exclusivamente los sistemas «basados en la arbitrariedad del signo» los que son expresivos y significativos. Los «signos naturales» no pueden ser eliminados tan rápidamente como lo imaginó Saussure. Es esta demanda por la reintegración del signo natural en la semiología lo que guió a Christian Metz, un discípulo de Barthes, a declarar que el cine es, en realidad, un lenguaje, pero un lenguaje sin un código (sin una «lengua», para usar el término de Saussure). Es un lenguaje porque tiene textos; hay un discurso significativo. Pero, a diferencia del idioma verbal, no puede ser referido a un código pre-existente. La posición de Metz lo involucra en un número considerable de problemas que nunca supera de forma satisfactoria; se ve forzado a regresar al concepto de «una lógica de implicación, por la cual la imagen se convierte en lenguaje»; cita, aprobando la pugna de Bela Balazs de que es mediante una «corriente de inducción» que damos sentido a un film. No se ha esclarecido, si tenemos que aprender esta lógica o si es natural. Y es difícil ver cómo los conceptos «lógica de implicación» y «corriente de inducción» pueden ser integrados a la teoría de la semiología.

Lo que se necesita es una discusión más precisa de lo que queremos decir por un «signo natural» y por las reglas de palabras, tales como «análogo», «continuo», «motivado», que son utilizadas por Barthes, Metz y otros para describir esos signos. Afortunadamente, el trabajo principal necesario para una ulterior precisión, ya ha sido realizado por Charles Sanders Peirce, el logista norteamericano. Peirce fue contemporáneo de Saussure; al igual que los de Saussure sus documentos fueron recopilados y publicados póstumamente, entre 1931 y 1935, veinte años después de su muerte en 1914. Peirce fue el pensador norteamericano más original que ha habido, tan original como señalara Roman Jakobson, que en la mayor parte de su laboriosa vida no fue capaz de obtener un cargo universitario. Su reputación descansa ahora en su trabajo más accesible, principalmente en sus enseñanzas sobre el pragmatismo.

Su obra sobre Semiología o («semiótica», como él mismo la llamó) ha sido tristemente abandonada. Por desgracia, Charles Morris, su discípulo más influyente, disfrazó su posición, acoplándola con una forma virulenta de comportamiento. Severas críticas a la teoría del comportamiento en relación con la lingüística y la estética, hechas por escritores como E. H. Gombrich y Noam Chomsky han tendido naturalmente a dañar a Peirce, asociándolo con Morris. Sin embargo, en años recientes, Roman Jakobson ha hecho mucho por despertar de nuevo el interés en la semiología de Peirce, una resurrección en el entusiasmo largamente demorada.

Los principales textos que nos interesan aquí son su *Gramática Especulativa*, las cartas a Lady Welby y los *Gráficos de la Existencia* (sub-titulado por Peirce «mi obra maestra»). Estos libros contienen la taxonomía de Peirce de las diferentes clases de signos, que él consideraba la fundación semiológica esencial para una lógica y retórica sub-siguientes. La clasificación, que es importante para el presente argumento, es lo que Peirce llamó «la segunda tricotomía de los signos», su división en íconos, índices y símbolos. «Un signo es o un *ícono* o un *índice* o un *símbolo*».

Un ícono, según Peirce, es un signo que representa su objetivo, principalmente por su similitud con éste; la relación entre lo significante y lo significado no es arbitraria, pero es de parecido o semejanza. Así, por ejemplo, el retrato de un hombre se parece a él. Por lo tanto, los íconos pueden ser divididos en dos sub-clases: imágenes y diagramas. En el caso de las imágenes «las cualidades simples» son similares; en el caso de los diagramas lo son las «relaciones entre las partes». Muchos diagramas, por supuesto, contienen rasgos simbólicos; Peirce admitió ésto de inmediato porque era el aspecto dominante o la dimensión del signo lo que le interesaba.

Un índice es un signo por virtud de un lazo de existencia entre sí mismo y su objeto. Peirce dio varios ejemplos. «Veo a un hombre con un paso balanceado. Esto probablemente es un indicio de que es marinero. Veo a un hombre de piernas arqueadas, con pantalón de corduroy, polainas y una chaqueta. Estos son probablemente indicios de que es un Jockey o algo parecido. Un reloj de sol o un reloj común indica la hora del día». Otros ejemplos citados por Peirce son la veleta, un signo de la dirección del viento que lo mueve físicamente; el barómetro, la presión atmosférica. Roman Jakobson cita las huellas de «Viernes» en la arena y los síntomas en la medicina, tales como los latidos

del pulso, el salpullido, etc. La sintomatología es una rama del estudio del signo indicativo.

La tercera categoría del signo, el símbolo, corresponde al signo arbitrario de Saussure. Como Saussure, Peirce habla de un «contrato» por virtud del cual el símbolo es un signo. El signo simbólico elude la voluntad individual. «Usted puede escribir la palabra 'estrella', pero esto no le hace el creador de la palabra, ni, si la borra, ha destruido la palabra. La palabra vive en las mentes de los que la utilizan». Un signo símbólico no requiere ni parecido a su objeto ni lazo de existencia con él. Es convencional y tiene fuerza de ley. Peirce se interesaba por lo apropiado de llamar esta clase de signo un «símbolo», un posibilidad que Saussure también consideró, pero que rechazó debido al peligro de confusión. Sin embargo, parece seguro que Saussure sobrerestringió la noción del signo, limitándolo al «simbólico» de Peirce; es más la tricotomía de Peirce es elegante y exhaustiva. El principal problema que subsiste: la categorización de los llamados «símbolos» como escalas de justicia o cruz cristiana, es un problema que se soluciona por el sistema de Peirce, como demostraré más tarde.

Las categorías de Peirce son la base para cualquier adelanto en semiología. Sin embargo, es importante observar que Peirce no las consideraba mutuamente exclusivas. Por el contrario, los tres aspectos se sobreponen frecuentemente —o como él mismo algunas veces sugiere invariablemente y están co-presentes. Es esta conciencia de sobreposición lo que le permitió a Peirce hacer algunas observaciones particularmente relevantes acerca de la fotografía. «Las fotografías, especialmente las fotografías instantáneas, son muy instructivas, porque sabemos que, en ciertos aspectos, son exactamente como los objetos que representan. Pero este parecido se debe a que las fotografías fueron producidas bajo tales circunstancias que estaban físicamente forzadas a corresponder punto por punto con la naturaleza. Es, pues, bajo ese aspecto, que pertenecen a la segunda clase de signos, los de «conexión física»; es decir, a la clase indicativa. En otro lugar, describe una impresión fotográfica como un «casi-predicado», del cual los rayos luz son el «casi-sujeto».

Entre los escritores europeos que tratan la semiología, Roland Barthes en sus artículos sobre *El Mensaje Fotográfico* y la *Retórica de la Imagen* publicados en «Comunicaciones» 1 y 4, es el que llega a conclusiones algo similares, aunque no hace uso de la categoría «indicativa», sino que ve la impresión fotográfica simplemente como «icónica». Sin embargo, describe como el ícono fotográfico presenta un tipo de *permanencia* natural del objeto». No hay intervención humana, ni transformación, ni código, entre el objeto y el signo; de donde la paradoja de que una fotografía es un mensaje sin un código. Christian Metz hace la transición de la fotografía al cine. En realidad, Metz alcanza este punto usando los conceptos de Peirce, a los que llega a través de André Martinet. «Un close-up de un revólver no significa 'revólver' (una unidad léxica puramente potencial) pero significa *como mínimo*, dejando a un lado sus connotaciones, «he aquí un revólver». Lleva consigo su propia actualización, una especie de «Aquí está». («Voici»: la misma palabra exacta que André Martinet considera como un puro índice de actualización).

Es curioso que Metz, en sus voluminosos escritos, no pone mucho énfasis en el análisis de este aspecto del cine, puesto que es extremadamente hostil a todo este intento de ver el cine como un proceso simbólico que se refiere a un código previo. En realidad, invisible bajo su análisis semiológico, es un *parti pris* muy definido y a menudo manifiestamente estético; porque, al igual que Barthes y Saussure, él percibe sólo dos modos de existencia para el signo: natural y cultural. Es más, está inclinado a verlos tan mutualmente exclusivos, que un lenguaje debe ser cultural o natural, sin codificar o codificado. No puede ser ambas cosas. Y así la visión que tiene Metz del cine resulta ser un curioso reflejo invertido de la visión de Noam Chomsky sobre el lenguaje hablado; mientras que Chomsky relega lo no-gramatical a una oscuridad exterior, Metz relega lo gramatical.

La obra de Roman Jakobson, influenciada por Peirce, es, como veremos, un correctivo a ambos aspectos. El cine contiene los tres modos del signo: indicativo, icónico y simbólico. Lo que ha sucedido siempre es que los teóricos del cine han tomado una u otra de estas dimensiones y la han utilizado como base para un *firman* estético. Metz no es una excepción.

En sus preferencias estéticas, Metz está claramente en deuda con André Bazin, el más fuerte e inteligente protagonista del «realismo» en el cine. Bazin fue uno de los fundadores de los *Cuadernos del Cine* y escribió con frecuencia en *Esprit*, la revista fundada por Emmanuel Mounier, el filósofo católico, originador del Personalismo y la más importante influencia intelectual en Bazin. Muchas personas han comentado la forma en que Bazin modeló su estilo, algo compleja, sin miedo a sumergirse en los problemas y la terminología de la filosofía, sobre el de Mounier. Bazin se interesó en el cine durante su servicio militar en Bordeaux en 1939. Después de su regreso a París, organizó en colaboración con amigos miembros del *Esprit*, exhibiciones clandestinas de películas; durante la ocupación alemana exhibió películas tales como *Metrópolis*, de Fritz Lang y las obras prohibidas de Chaplin. Entonces, después de la liberación, se convirtió en una de las figuras dominantes en la orientación de la fantástica eflorescencia de la cultura del cine que creció en

clubes, en la magnífica *cinemateca* de Henri Langlois y en el cine comercial, donde las películas norteamericanas volvieron a aparecer. Durante esta época, quizás la más importante de todas, Bazin desarrolló su estética del cine, una estética anti-estética al «cine puro» de Delluc y la teoría del «montaje» del célebre artículo de Malraux en *Verve*. Se había tomado una nueva dirección.

El punto de partida de Bazin es una ontología de la imagen fotográfica. Sus conclusiones están notablemente cerca de las de Peirce. Una y otra vez Bazin habla de la fotografía en términos de un molde, una mascarilla, una Verónica, el Sudario Sagrado de Turin, una reliquia, una huella. Y así Bazin habla de las «artes plásticas menores, el moldeado de las mascarillas, por ejemplo, que además encierra un cierto proceso automático. En este sentido, se puede considerar la fotografía como un moldeado, la toma de una impresión por la manipulación de la luz». De este modo, Bazin enfatiza repetidamente el lazo entre el signo y el objeto que, para Peirce, era la característica determinante del signo indicativo. Pero mientras que Peirce hizo su observación para fundar una lógica, Bazin deseó fundar una estética. «La fotografía nos afecta como un fenómeno de la naturaleza, como una flor o un copo de nieve cuyos orígenes vegetales o terrestres son parte inseparable de su belleza». La estética de Bazin sostenía la primacía del objeto sobre la imagen, la primacía del mundo natural sobre el mundo de los signos. «La naturaleza es siempre fotogénica»: ésta era la consigna de Bazin.

Bazin desarrolló un concepto bi-polar del cine. De una parte estaba el realismo («El bueno, el verdadero, el justo», como diría más tarde Godard de la obra de Rossellini); de la otra, estaba el expresionismo, la intervención deformante de la diligencia humana. La fidelidad a la naturaleza era la piedra de toque necesaria del juicio. Bazin denunció a aquéllos que la quebrantaron: los *Nibelungen y El Gabinete del Sr. Caligari*, de Fritz Lang. Reconoció las ambiciones wagnerianas de Eisenstein, en *Iván el Terrible* y escribió: «Se puede detestar la ópera, creerla un género musical sentenciado a muerte, mientras se sigue reconociendo el valor de la música de Wagner. De forma similar, podemos admitir a Eisenstein, mientras que condenamos su proyecto como «el regreso agresivo de un esteticismo peligroso». Bazin encontró exasperante la constante falsificación en *El Tercer Hombre*. En un brillante artículo comparó a Hollywood con la corte de Versalles y preguntó que dónde estaba su *Phedre*. Encontró la respuesta justamente en la *Gilda*, de Charles Vidor. No obstante, aun esta obra maestra estaba despojada de todo «accidente natural»; una estética no puede fundarse en un «vacío existencial».

En contraposición a estos regresos periódicos al expresionismo, Bazin postuló una tradición triunfal de realismo. Esta tradición comenzó con Feuillade, espontáneamente, ingenuamente y entonces se desarrolló en los años veinte en los films de Flaherty, Von Stroheim y Murnau, a los que Bazin contrastó con Eisenstein, Kuleshov y Grance. En los años treinta, la tradición se mantuvo viva, principalmente por Jean Renoir.

Bazin vio surgir a Renoir de la tradición de su padre, la del impresionismo francés. Al igual que los impresionistas y post-impresionistas, franceses Manet, Degas, Bonnard, reformularon el lugar del marco en la composición pictórica, bajo la influencia de la instantánea, Renoir (hijo) reformuló el lugar del marco en la composición cinemática. En contraste con el principio de montaje de Eisenstein, basado en el close-up sacrosanto, la imagen significante centrada en el marco, él desarrolló lo que Bazin llamó *re-cadrage* (re encuadramiento): los movimientos de la cámara lateral abandonaban y captaban de nuevo una realidad continua. La oscuridad que rodea la pantalla ocultaba el mundo en vez de encuadrar la imagen. En los años 1930, Jean Renoir, solo, «se obligó a mirar hacia atrás más allá de las fuentes proporcionadas por el montaje y así descubrió el secreto de una forma de película que permitiría decir cualquier cosa sin fragmentar la palabra, esto revelaría los significados ocultos en la gente y las cosas, sin molestar su unidad natural».

En los años cuarenta, la tradición realista se reafirmó, aunque dividida en dos corrientes diferentes. La primera de éstas fue inagurada por el *Ciudadano Kane* y continuó en las últimas películas de Welles y de Wyler. Su rasgo característico era el uso de un foco profundo. Por este medio la unidad espacial de las escenas podía ser mantenida y los episodios podían ser presentados en su totalidad física. La segunda corriente fue la del neo-realismo italiano, cuya causa Bazin defendió con fervor especial. Sobre todo, admiraba a Rossellini. En el neo-realismo Bazini reconoció la fidelidad a la naturaleza, a las cosas tal y como eran. La ficción se redujo a un mínimo. Actuación, locación, incidente; todo era lo más natural posible. Sobre «Ladrones de Bicicletas», Bazin escribió que había sido el primer ejemplo de cine puro. No más actores, no más trama, no más *mise en scène*; la perfecta ilusión estética de la realidad. De hecho, no más cine. Siendo así que la película podía obtener pureza radical, sólo mediante su propia aniquilación. El tono místico de esta clase de argumento refleja, por supuesto, la curiosa mezcla de catolicismo y existencialismo que había formado a Bazin. Sin embargo, también se desarrolla lógicamente de una estética que reafirma más bien la pasividad del mundo natural que la acción de la mente humana.

Bazin esperaba que las dos corrientes de la tradición realista —Welles

y Rossellini reconvergerían algún día. Sentía que su separación se debía solamente a limitaciones técnicas: el foco profundo requería una iluminación más poderosa que la que podía usarse en las locaciones naturales. Pero cuando apareció *La Terra Trema*, de Visconti, un film cuyo estilo fue por vez primera «tanto *intra* como *extra* muros» la más wellesiana de las películas neo-realistas, Bazin, no obstante, se sintió desilusionado. La síntesis, aunque lograda, carecía de fuego y de «elocuencia afectiva». Probablemente, Visconti estaba demasiado cerca de la ópera, del expresionismo, para ser capaz de satisfacer a Bazin. Pero a finales de los años cuarenta y los cincuenta, su concepto del realismo dio un paso al frente, hacia lo que, en un resumen de *La Strada*, llamó «realismo de la persona» *(de la personne)*. El eco de Mounier no era casual. Bazin estaba profundamente influenciado por la insistencia de Mounier de que lo interior y lo exterior, lo espiritual y lo físico, lo ideal y lo material, estaban indisolublemente ligados. Reorientó las ideas filosóficas y sociopolíticas de Mounier y las aplicó al cine. Bazin rompió con muchos de los protagonistas italianos del neo-realismo cuando aseveró que «Visconti es neo-realista en la *Terra Trema*, cuando convoca a una revuelta social y Rossellini es neo-realista en los *Fioretti* que ilustra una realidad puramente espiritual». En los films de Bresson, Bazin vio «la revelación externa de un destino interior»; en las de Rossellini «la presencia de lo espiritual», está expresada con «claridad conmovedora»: lo exterior, a través de la transparencia de las imágenes, despojadas de todo lo no esencial, revela lo interior. Bazin enfatizó la importancia de la fisonomía, en la cual como en las películas de Dreyer —la vida espiritual— interior estaba grabada al agua fuerte e impresa.

Bazin creía que los films debían hacerse, no de acuerdo a algún método o plan *a priori*, sino como las de Rossellini, de «fragmentos de realidad cruda, múltiple y equívocos en sí mismos, cuyo significado puede surgir sólo *a posteriori*, gracias a otros hechos, entre los que la mente puede encontrar relaciones». El realismo era la vocación del cine, no para significar sino para revelar. El realismo, para Bazin, tenía poco que ver con la mimesis. Sentía que el cine estaba más cerca del arte de los egipcios, que existió según Panovsky, «en una esfera de realidad mágica» que el de los griegos «en una esfera de realismo estético». Era el lazo existencial entre la realidad y la imagen, el mundo y el film lo que para la estética de Bazin contaba más que cualquier cualidad de similitud o parecido. De ahí, la posibilidad —hasta la necesidad— de un arte que pudiera revelar estados anímicos. Para Bazin había un doble movimiento de impresión, de moldeado e impreso: primero el sufrimiento espiritual interior era estampado en la fisonomía exterior; después la fisonomía exterior era estampada e impresa en el film sensitivo.

Sería difícil sobre-estimar el impacto de la estética de Bazin. Su influencia puede ser vista en los escritos críticos de Andrew Sarris en los Estados Unidos, en las teorías de Pier Paolo Pasolini en Italia, en el lúcido artículo de Charles Barr sobre el *Cinemascope* publicado en *Film Quarterly* en el verano de 1963, pero escrito en Inglaterra; en los artículos de Christian Metz en *Comunicaciones* y *Cuadernos del Cine*. Es decir, que lo más importante que se ha escrito sobre el cine en los últimos diez o veinte años siguió en conjunto el curso primeramente trazado por Bazin. Para todos estos escritores, Rossellini ocupa un lugar central en la historia del cine. «Las cosas están ahí. ¿Para qué fabricarlas?». Para Metz, la pregunta de Rossellini sirve como una especie de consigna; Rossellini, a través de su experiencia como realizador de films, chocó contra la misma verdad que el semiólogo logró a fuerza de sabiduría. Tanto Metz como Barr contrastan a Rossellini con Eisenstein, el villano de la obra. Incluso caen en las mismas metáforas. Y así, Barr, al escribir sobre Pudovkin, que es utilizado de forma alternativa con Eisenstein, describe cómo le recuerda a uno los panaderos que primero extraen las partes nutritivas de la harina, la procesan y entonces le vuelven a poner un poco, como «calidad extra»: el resultado puede ser comestible, pero éste no es el único modo de hacer pan y se puede criticar por ser innecesario y «sintético». En realidad, se podría extender la analogía culinaria y decir que la experiencia ofrecida por la estética tradicional, es esencialmente una experiencia *predigerida*. Y Metz: «La prótesis es para la pierna lo que el mensaje cibernético para la frase humana. ¿Y por qué no mencionar también, para introducir una nota más clara y un cambio del Meccano la leche en polvo y el nescafé? ¿Y todas las diversas clases de robots?». Por lo tanto, Rossellini se convierte en un director natural integral, mientras que Eisenstein es un *ersatz*, artificial, predigerido. Detrás de estos juicios se encuentra toda la fuerza de la estética romántica: lo natural contra lo artificial, lo orgánico contra lo mecánico, la imaginación contra la fantasía.

Pero la antinomía de Rossellini contra Eisenstein no está tan clara como pudiera parecer. Primero, tenemos que recordar que para Bazin, el expresionismo era el enemigo mortal: *El gabinete del Dr. Galigari*, más que *El Acorazado Potenkin u Octubre*. Y entonces, ¿qué decir de un director como Von Sternberg, claramente en la tradición expresionista? Es notable que Sternberg se las arregló para seguir utilizando las actuaciones hasta en los films hablados. «La observación de Andrew Sarris sugiere de inmediato que

Von Sternberg debe ser enfrentado a Rossellini. Sin embargo, en el mismo párrafo, Sarris comenta la evasión de Von Sternberg «de un cortar entre escenas que no tiene sentido» y sus logros como «director que no utiliza el montaje». Este es el mismo tipo de problemas que confronta Bazin con Dreyer, a quien admiró mucho, a pesar de la rígida estilización y de los sets en los estudios. «El caso de la *Juana de Arco* de Dreyer es un poco más sutil puesto que a primera vista la naturaleza desempeña un papel no existente». Bazin encontró una salida al dilema por medio de la ausencia del maquillaje. «Es un documental de caras... Toda la naturaleza palpita en cada poro.» Pero su modelo dual había sido peligrosamente sacudido.

La verdad es que es necesario un modelo triple, siguiendo la tricotomía del signo de Peirce. Bazin, como hemos visto, desarrolló una estética que estaba fundada en el carácter indicativo de la imagen fotográfica. Metz la contrasta con una estética que supone que el cine, para ser significativo, debe referirse a un código previo, a una gramática de algún tipo; que el lenguaje del cine debe ser primeramente simbólico. Pero hay una tercera alternativa. Von Sternberg estaba virulentamente opuesto a toda clase de realismo. Buscaba, en lo posible, desunir y destruir el lazo existente entre el mundo natural y la imagen fílmica. Pero esto no significó que mirara a lo simbólico. En su lugar, enfatizó el carácter pictórico del cine; vio el cine, no a la luz del mundo natural o del lenguaje verbal, sino de la pintura. «La lona blanca sobre la que son lanzadas las imágenes, es una superficie plana bi-dimensional. No es sorprendentemente nueva, el pintor la ha usado por siglos.» El cineasta debe crear sus propias imágenes, no siguiendo servilmente la naturaleza, inclinándose ante el fetiche de la autenticidad, sino imponiendo su propio estilo, su propia interpretación. El poder del pintor sobre su tema es ilimitado, su control sobre la forma humana y el rostro es despótico. Pero «el director está a merced de su cámara»; el dilema del director está ahí, en el artificio mecánico que se ve obligado a utilizar. A menos que pueda controlarlo, abdica. Porque la «verosimilitud, cualquiera que sea su virtud, está opuesta a todo acceso al arte». Von Sternberg creó un reino completamente artificial, del cual estaba rigurosamente excluida la naturaleza (el principal error del *The Saga of Anatahan*, dijo una vez, es que contenía tomas del mar verdadero mientras que todo lo demás era falso) pero que dependía, no de cualquier código común, sino de la imaginación individual del artista. Fue el aspecto icónico del signo lo que enfatizó Von Sternberg, aislado del indicativo para conjurar un mundo, comprensible por virtud del parecido con el mundo natural. Sin embargo, ajeno a éste, una clase de mundo de sueños, un heterocosmo. El contraste con Rossellini es sorprendente. Rossellini prefería hacer las tomas en locaciones; Von Sternberg siempre usaba un set. Rossellini asevera que nunca utiliza un libreto para tomas y cuando comienza un film nunca sabe cómo va a terminar; Von Sternberg corta cada secuencia en su cabeza antes de hacer la toma y nunca duda mientras está editando. Las películas de Rossellini tienen un aspecto improvisado y de esbozo; evidentemente, Von Sternberg prestaba una atención meticulosa a cada detalle. Rossellini utiliza actores aficionados, sin maquillaje, Von Sternberg utilizó el sistema de la estrella hasta el límite con Marlene Dietrich y gozaba con las máscaras hieráticas y el vestuario. Rossellini dice que el director debe ser paciente, debe esperar humildemente y seguir a los actores hasta que éstos se manifiesten: Von Sternberg, en lugar de desear humildemente y seguir a los actores busca ejercer un control autocrático: festonea el set con redes, velos, frondas, enredaderas, enrejados, banderolas, gasas, a fin de como él mismo señala, «ocultar los actores», para enmascarar su propia existencia.

Sin embargo, Von Sternberg no es el extremo: éste descansa en el film animado, usualmente relegados a un lado por los teóricos del cine. Pero la separación no está clara. Von Sternberg a contado cómo fue dibujado con pluma y tinta el avión del *The Saga of Anatahan*, además vaporizó pintura de aluminio sobre árboles y sets, un tipo de extensión del maquillaje, para cubrir toda la naturaleza y no sólo el rostro humano. De la misma forma, Max Ophuls pintó árboles dorados y el camino rojo en su obra maestra, *Lola Montes*. Alain Jessua, que trabajó con Ophuls, describió cómo dio el próximo paso lógico al frente y, en *Héroe de Tiras Cómicas*, matizó el film. John Huston ha hecho experimentos similares. Y Jessua introdujo también la tira cómica en el cine. No hay razón para que la imagen fotográfica no pueda ser combinada con la imagen artificial, matizada o dibujada. Esta es una práctica común, fuera del cine, en la propaganda y en la obra de artistas como el Lissitsky, George Grosz y Robert Rauscenhberg.

Los semiólogos han permanecido sorpresivamente silentes en lo que se refiere al asunto de los signos icónicos. Sufren de dos prejuicios: primero, en favor de lo arbitrario y lo simbólico; segundo, en favor de lo hablado y lo acústico. Ambos prejuicios se encontrarán en la obra de Saussure, para quien el lenguaje era un sistema simbólico que operaba en una banda sensorial privilegiada. Hasta la escritura ha sido persistentemente asignada a un lugar inferior por los lingüistas, que han visto en el alfabeto y en la letra escrita sólo «el signo de un signo», un sub-sistema secundario, artificial y exterior. Estos prejuicios deben ser superados. Lo que se necesita es una resurrección de la ciencia de los caracteres del siglo

XVII, que comprende el estudio de toda la cadena de comunicación que está dentro de la banda sensorial visual, desde la escritura, los números y el álgebra, hasta las imágenes de la fotografía y el cine. Dentro de esta banda se encontrará que los signos van desde aquéllos en los que el aspecto simbólico es claramente dominante, tales como las letras y los números, arbitrarios y discretos, hasta los signos en que el aspecto indicativo es dominante, tales como la fotografía documental. Entre estos extremos, en el centro de la banda hay un considerable grado de sobreposición de la coexistencia de diferentes aspectos sin ningún predominio evidente de ninguno de ellos.

En el cine, está perfectamente claro, que los aspectos indicativos e icónicos son, de por mucho, más poderosos. Lo simbólico es limitado y secundario. Pero desde los primeros días del film, ha habido una tendencia persistente, aunque comprensible, a exagerar la importancia de las analogías con el lenguaje verbal. No parece haber duda de que la razón principal de esto ha sido el deseo de validar el cine como un arte. El status de la fotografía, por ejemplo, ha sido siempre dudoso. En realidad, P. H. Emerson, el protagonista principal del siglo XIX de la idea de que la fotografía era un arte, se retractó eventualmente y retiró sus aseveraciones. La piedra en este camino era, evidentemente, el aspecto indicativo, mecánico y puramente material del proceso fotográfico. La misma batalla fue librada de nuevo en el cine. En realidad, mucho de los detractores del film permanecen obstinadamente invictos. Por ejemplo, Theodor Adorno, siempre a la vanguardia de la reacción estética, escribe que el cine evidentemente, no es un arte. «Que la esencia del film radica en que simplemente duplica y refuerza lo que ya existe; que es brillantemente superfluo y sin sentido, aún en un rato de ócio restringido a la infancia; que su realismo duplicado es incompatible con su reclamo a ser una imagen estética— todo esto puede verse en el propio film sin recurrir a las dogmáticamente citadas *verités éternelles*».

Claramente, gran parte de la influencia que Bazin ha ejercido ha sido debido a su habilidad para ver el aspecto indicativo del cine, así como su esencia —en la misma forma que Adorno— sin embargo al mismo tiempo, celebró su status como arte. En realidad, Bazin nunca discutió la distinción entre el arte y el no-arte dentro del cine; su inclinación era ser capaz de aceptar cualquier cosa como un arte; por ejemplo, su elogio de documentales tales como *Kon Tiki* y *Anna purna*, que lo impresionaron grandemente. Christian Metz ha intentado llenar este vacío en el argumento de Bazin, pero no ha tenido mucho éxito. «En última instancia una novela de Proust puede distinguirse de un libro de cocina o una película de Visconti de un documental médico debido a su riqueza de connotaciones.» Las connotaciones, sin embargo, están sin codificar, imprecisas y nebulosas: él no cree que sea posible disolverlas en una retórica. Porque para Metz, el valor estético es puramente un asunto de expresión; no tiene nada que ver con el pensamiento conceptual. Aquí, una vez más Metz revela el romanticismo básico de su perspectiva. En realidad, la riqueza estética del cine brota del hecho de que comprende las tres dimensiones del signo: indicativo, icónico y simbólico. La gran debilidad de casi todos los que han escrito sobre cine es que han tomado una de estas dimensiones, la han convertido en el campo de su estética, la dimensión «esencial» del signo cinemático y, descartado el resto. Esto empobrece el cine. Por otra parte, ninguna de estas dimensiones puede ser descartada: están co-presentes. El gran mérito del análisis de los signos de Peirce es que él no veía los diferentes aspectos como mutualmente exclusivos. A diferencia de Saussure, no demostró ningún prejuicio particular en favor de una o de otra. En realidad, deseaba una lógica y una retórica que estuviesen basadas en los tres aspectos: de donde su insistencia en la dimensión icónica de la lógica simbólica de Boole y su intento por revivir la lógica gráfica de Euler. Es sólo considerando la interacción de las tres diferentes dimensiones del cine que podemos comprender su efecto estético.

Lo mismo es igualmente cierto del lenguaje verbal que es, por supuesto, predominantemente un sistema simbólico. Esta es la dimensión que Saussure iluminó tan brillantemente, pero con exclusión de todas las demás. Por ejemplo, despachó de prisa la onomatopeya. «La onomatopeya puede ser utilizada para probar que la elección de lo significante no es siempre arbitraria. Pero las formaciones onomatopéyicas nunca son elementos orgánicos de un sistema lingüístico. Además, su número es mucho menor de lo que generalmente se supone.» En años recientes, el balance ha sido restablecido hasta cierto punto por Roman Jakobson, en línea sus esfuerzos persistentes para enfocar de nuevo la atención en la obra de Peirce. Jakobson señaló que mientras que Saussure sostenía que «los signos que son completamente arbitrarios realizan mejor que los otros, el ideal del proceso, semiológico» Peirce creía que en el más perfecto de los signos, el icónico, el indicativo y el simbólico podían ser amalgamados lo más cerca posible en proporciones iguales.

El propio Jakobson ha escrito en varias ocasiones acerca de los aspectos icónico e indicativo del lenguaje verbal. El icónico, por ejemplo, está manifiesto no sólo en la onomatopeya, sino también en la estructura sintáctica de lenguaje; por lo tanto, una oración como *Veni, vidi, vici* refleja en su propia secuencia temporal la de los acontecimientos que

describe. Hay un parecido, una similitud, entre el orden sintáctico de la oración y el orden histórico del mundo. Asimismo, Jakobson señala que que no hay lenguaje conocido en el cual el plural sea representado por la sustracción de un morfema, en tanto que, naturalmente, en muchos idiomas se agregan morfemas.

Investiga también el papel de la sinestesia en el lenguaje. En un brillante artículo, sobre *substitutos, categorías verbales y el verbo ruso* jakobson discute las dimensiones indicativas del idioma. Presta atención particular al pronombre, cuyo significado, a cierto nivel, varía de mensaje a mensaje. Esto es porque está determinado por el contexto existencial particular. De manera que, cuando digo «Yo», hay un lazo existencial entre esta expresión y yo, del cual el oyente debe estar consciente para captar el significado de lo que se ha dicho. Los pronombres también tienen un aspecto simbólico —denotan la «fuente» de una manifestación, en términos generales— que los hace comprensibles a un nivel, al menos, aún cuando la identidad real de la fuente sea desconocida. El aspecto indicativo también viene al foro en palabras tales como «aquí», «allí», «este», «aquello», etc. Los tiempos son también indicativos; dependen para una total comprensibilidad del conocimiento del momento exacto en que el mensaje fue pronunciado.

Jakobson ha señalado también cómo estas dimensiones sumergidas del lenguaje se vuelven particularmente importantes en la literatura y en la poesía.

Cita, con aprobación, el «precepto aliterativo» de Pope a los poetas de que «el sonido debe parecer un Eco del sentido» y enfatiza que la poesía «es un campo en el cual el nexo interno entre el sonido y el significado cambia, de latente a patente, y se manifiesta de forma más intensa y palpable». Lo mismo es realmente cierto, *mutatis mutandis* del cine. A diferencia del lenguaje verbal, principalmente simbólico, el cine es como hemos visto, principalmente indicativo e icónico. Lo simbólico es la dimensión sumergida. Debemos, pues, esperar que en la «poesía» del cine, este aspecto se manifestará más palpablemente.

A este respecto, la iconografía del cine (que, en término de Peirce, por supuesto, no es la misma que la icónica) es particularmente interesante. Metz ha minimizado la importancia de la iconografía. Discute la época en la cual los buenos vaqueros usaban camisas blancas y los vaqueros malos, camisas negras, solamente para descartar esta incursión de lo simbólico como inestable y frágil. Panovsky también ha dudado de la importancia de la iconografía en el cine. «Surgieron, identificables por la apariencia promedio, conductas y atributos, los bien recordados tipos de la vampiresa y la muchacha buena (quizás los equivalentes modernos más convincentes de las personificaciones medievales de los vicios y las virtudes), el hombre de familia y el villano, este último señalado por un bigote negro y un bastón. Las escenas nocturnas se imprimían en films azules o verdes. Un mantel a cuadros significaba, siempre, un ambiente «pobre pero honesto» y un matrimonio feliz, que pronto sería amenazado por las sombras del pasado, era simbolizado por la joven esposa sirviéndole el café del desayuno a su esposo; el primer beso era invariablemente anunciado por la dama jugando suavemente con la corbata de su compañero y era invariablemente acompañado por el alzamiento de su pie izquierdo, pero según las audiencias se volvieron más sofisticadas y en particular, después de la invención de las películas habladas, estos métodos se hicieron gradualmente menos necesarios»: no obstante, el «simbolismo primitivo» sobrevive, para deleite de Panovsky «en detalles tan divertidos, como la última secuencia de *Casablanca*, donde el encantadoramente pervertido y honrado *préfet de police* arroja una botella vacía de agua de Vichy dentro de un cesto de basura».

En realidad, yo creo que tanto Metz como Panovsky subestimaron grandemente hasta qué punto sobrevive el «simbolismo primitivo», si en realidad esa es la palabra correcta, a pesar de su mal disimulada condena a muerte. Contrario a la sobreevaluación del simbolismo post Eisenstein, se ha desarrollado un prejuicio igualmente fuerte contra el simbolismo. Barthes, por ejemplo, ha comentado sobre la «zona periférica» en la cual persiste la semilla de la retórica. Cita como un ejemplo, las hojas de un almanaque arrancadas para mostrar el transcurso del tiempo. Mas, él opina que recurrir a la retórica, significa acogerse a la mediocridad. Es posible transmitir el *ambiente de Pigalle o de París* con tomas de luz fría, cigarreras, etc., o con cafés de los boulevards y la Torre Eiffel; pero para nosotros este tipo de retórica está desacreditado. Aún puede ser buena en el teatro chino, donde un complicado código es utilizado para expresar, digamos el llanto, pero en Europa «para demostrar que uno está llorando, tiene que llorar». Y, por supuesto, «el rechazo de la convención entraña un respeto no menos draconiano por la naturaleza». Estamos de regreso al territorio familiar: el cine es *pseudophysis*, no *techné*.

Por lo tanto, Roland Barthes barre las películas musicales norteamericanas, *It's Always Fair Weather* y *On The Town*, condenadas a la mediocridad por su recurrir a la retórica. Para transmitir el ambiente neoyorkino. ¿Y qué decir sobre Hitchcock?: *¿The Birds* o *Vértigo?* ¿La estructura simbólica del ascenso y la caída en *Lola Montes*? ¿o *La Ronda*? ¿Welles? ¿Los tiburones, la silla giratoria, el vestíbulo de espejos en *La Dama de Shanghai*? ¿Buñuel? *¿The Man Who Shot Liberty*

Balance? Las extraordinarias escenas simbólicas en las películas de Douglas Sirk, *Imitación de la Vida* o *¿Palabras al Viento?* El pavorreal de Eisensten no es de ninguna manera el todo del simbolismo en el cine. Es imposible despreocuparse de todo este rico dominio del significado. Finalmente, ¿qué decir de los amantes vesubianos en *Viaje a Italia*, la grabación de la voz de Hitler sonando entre las ruinas en *Alemania Año Cero*, el tigre que se come a los hombres en *India*?

Llegados a este punto, sin embargo, debemos seguir adelante con precaución. Las palabras como *símbolo* encierran el riesgo de la confusión. Hemos visto como el uso que le da Saussure no es compatible con el que le da Peirce. Para Peirce, el signo lingüístico es un símbolo en un sentido estrecho y científico. Para Saussure, el signo lingüístico es arbitrario, por cuanto «una característica del símbolo es que nunca es totalmente arbitrario; no es vacío, pues existe el rudimento del lazo natural entre lo significante y lo significado. El símbolo de la justicia, una balanza, no puede ser reemplazado por ningún otro símbolo como una carroza». La confusión ha sido aún más aumentada por Hjelmslev y la Escuela de Copenhague. Ha habido, por parte de la lingüística algunas dudas sobre la aplicación de la palabra «símbolo» a entidades que permanecen en una relación puramente arbitraria con su interpretación. Desde este punto de vista, el *Símbolo* debe ser utilizado sólo en entidades que son isomórficas con su interpretación, entidades que son descripciones o emblemas, tal el Cristo de Thorwaldsen como símbolo de la compasión, la hoz y el martillo como símbolo del comunismo, la balanza como símbolo de la justicia, la onomatopeya en la esfera del lenguaje. Sin embargo, Hjelmslev decidió utilizar la palabra en una aplicación mucho más amplia; según señala: los juegos como el ajedrez y quizás la música y las matemáticas son sistemas simbólicos, si los consideramos desde un punto de vista opuesto semiótica. Sugirió que había una afinidad entre los símbolos isimórficos, tales como la hoz y el martillo y las piezas del juego, los peones y los alfiles. Barthes complicó aún más el asunto afirmando que los símbolos no tenían un significado adecuado ni exacto: «El cristianismo 'excede' a la cruz».

¿Qué podemos decir sobre la hoz y el martillo, la cruz cristiana y la balanza de la justicia? Primero, y a diferencia de Hjelmslev, debemos distinguir claramente entre una descripción o imagen y un emblema, como diría Peirce. Una imagen es predominantemente icónica. Un emblema, sin embargo, es un signo mezclado, parcialmente icónico, parcialmente simbólico. Es más, este doble carácter del signo emblemático o alegórico puede ser manifiestamente explotado: Panovsky cita los ejemplos del retrato de Lucas Paungartner representando a San Jorge, hecho por Durero, el de Andrea Doria del Ticiano, personificando a Neptuno, la Lady Stanhope de Reynold como la Contemplación. Los emblemas son inestables, lábiles: pueden convertirse en signos predominantemente simbólicos o caer en lo icónico. En el «*Laoconte*», Lessing vio el problema con gran claridad, sostenía que lo simbólico o alegórico son necesarios a los pintores, pero redundantes en los poetas, puesto que el lenguaje verbal, que tiene prioridad es simbólico en sí. «Urania es para los poetas la Musa de la Astronomía; por su nombre, por sus funciones, reconocemos su oficio. El artista, para hacer que se distinga, debe exhibirla con un compás y una esfera celeste, esta actitud suya proporciona su alfabeto con el cual nos ayuda a formar el nombre de Urania. Pero cuando el poeta diga que Urania predijo hace mucho tiempo su muerte por las estrellas —*Ipsa diu positis letum praedixerat astris Urania*— ¿por qué debe éste, pensando en el pintor, añadir a eso, Urania, el compás en su mano y la esfera celeste ante ella? No sería como si un hombre que puede física y moralmente hablar fuerte, tuviera al mismo tiempo que hacer uso todavía de los signos que los mudos en el harén turco han inventado a falta de la pronunciación?».

Lessing describió una escala de representaciones entre lo puramente icónico y lo puramente simbólico. La brida en la mano de la Moderación y la columna en que descansa la Estabilidad son claramente alegóricas. «La balanza en la mano de la justicia es, por cierto, menos puramente alegórica, porque el uso correcto de la balanza es, en realidad, parte de la justicia. Pero la lira o la flauta en manos de una Musa, la lanza en manos de Marte, el martillo y las tenazas en manos de Vulcano, no son símbolos, sino simples instrumentos.» Los pintores deben minimizar lo simbólico, el caso extremo, «los rótulos inscritos que brotan de las bocas de las personas en los antiguos cuadros góticos», Lessing lo desaprobó totalmente. Buscaba un arte que pudiera ser más puramente icónico, mucho más de lo que él nunca anticipó: Courbet, los pintores *a pleine air*, los impresionistas. En realidad, lo que sucedió fue que, como lo simbólico fue rechazado, lo indicativo comenzó a hacerse sentir. Los pintores comenzaron a interesarse en la óptica y la psicología de la percepción, en los descubrimientos de Helmholtz y Chevreul.

En realidad, Courbet suena extrañamente como Bazin: «Sostengo, por añadidura, que la pintura es un arte esencialmente *concreto* y sólo puede consistir de la representación de cosas *reales* y *existentes*. Es un lenguaje completamente físico, las palabras de que se compone son todas objetos visibles; un objeto que es *abstracto*, no visible, no existente, no entra en el reino de la pintura . . . Lo bello exis-

te en la naturaleza y puede ser encontrado en el medio de la realidad bajo los aspectos más diversos. Tan pronto como es encontrado allí pertenece al arte, o más bien, al artista que sabe como verlo. Tan pronto como la belleza es real, y visible, tiene su expresión artística en esas mismas cualidades. El artífice no tiene derecho a ampliar esta expresión; al interponerse en ella, sólo se corre el riego de pervertirla y, por consiguiente, debilitarla. La belleza proporcionada por la naturaleza es superior a todas las convenciones del artista». Una corriente en la historia del arte ha sido el abandono del léxico de los emblemas proporcionado por Andrea Alciati y Cesare Ripa, y el regreso a la naturaleza misma, a la contigüidad existencial del pintor y del objeto, que demandaba Courbet. Al final de este camino yace la fotografía; bajo su impacto la pintura comenzó a oscilar violentamente.

El signo icónico es el más lábil; no observa ni las normas de la convención ni las leyes físicas que rigen el índice, ni *thesis* ni *nomos*. La descripción es empujada hacia los polos antinómicos de la fotografía y de la emblemática. Ambas subcorrientes están copresentes en el signo icónico; y ninguna puede ser suprimida de forma concluyente. Tampoco es cierto, como asevera Barthes, que la dimensión simbólica del signo emblemático no sea adecuada, que no esté fijada conceptualmente. El decir que el «cristianismo» «supera» a la cruz es lo mismo que decir que el cristianismo superó a la palabra *cristianismo* o que la divinidad supera al simple nombre de *Dios*. Encontrar significados trascendentales es tarea de lo místico, no de lo científico. Barthes está peligrosamente cerca de Barth, con su «incógnito impenetrable» de Jesucristo. No hay duda de que la cruz puede servir como una señal fática y como un índice degenerado, provocando una meditación efusiva y devota, pero esto debe ser radicalmente distinguido del contenido conceptual articulado por el signo simbólico.

Es particularmente importante admitir la presencia de la dimensión simbólica —y por ende conceptual— del cine, porque esta es una garantía necesaria para la crítica objetiva. Lo icónico es variable y elusivo, desafía la captura por el crítico. Podemos ver claramente el problema si consideramos un ejemplo concreto: la interpretación que hace Christian Metz de una famosa toma de *¡Que Viva México!*, de Eisenstein; Metz describe las cabezas de tres campesinos que han sido enterrados en la arena, sus rostros atormentados y sin embargo, apacibles después que han sido atropellados por los cascos de los caballos de sus opresores. En el nivel denotativo, la imagen significa que han sufrido, que están muertos. Pero hay también un nivel connotativo: la grandeza del paisaje, lo bello, lo típicamente eisensteiniano, la composición triangular de la toma. En este segundo nivel, la imagen expresa «la grandeza del pueblo mexicano, la certeza de la victoria final, una especie de amor apasionado que siente el norteño por el esplendor, desbordante del sol de la escena». Galvano Della Vodpe, el escritor italiano sobre estética, ha argumentado que esta clase de interpretación no tiene validez objetiva, que nunca podrá ser establecida ni discutida como el significado parafraseable de un texto verbal. No hay código objetivo; por lo tanto, sólo puede haber impresiones subjetivas. La crítica del cine, concluye Della Volpe, puede existir *de facto*, pero no puede existir *de flure*.

No hay forma de decir lo que «connota» una imagen en el sentido en que Metz utiliza la palabra, aún menos exacto en su sentido, en lo que Peirce llamó «la terminología objetable de J. S. Mill». Della Volpe tiene razón en cuanto a esto. Pero al igual que Metz, él también subestima la posibilidad de una dimensión simbólica en el mensaje cinemático, la posibilidad, si no de llegar a la crítica «de jure», al menos de acercarnos a ella maximizando la lucidez, minimizando la ambigüedad. Porque el signo cinemático, el lenguaje o semiótica del cine, al igual que el lenguaje verbal, comprende no sólo lo indicativo y lo icónico, sino también lo simbólico. En realidad si consideramos los orígenes del cine, sorprendentemente mezclados e impuros, sería asombroso si fuera de otra forma. El cine no sólo surgió técnicamente de la linterna mágina, el Daguereotipo, el wenakistóscope y aparatos similares —su historia de realismo— sino también de las tiras cómicas, los espectáculos del Oeste Salvaje, el autómata, los novelones, los melodramas baratos, la magia —su historia de la narrativa y de lo maravilloso. Lumiére y Mélies no son como Caín y Abel; uno no tiene necesidad de eliminar al otro. Es engañoso validar una dimensión del cine unilateralmente a expensas de las demás. No hay cine puro, basado en una sola esencia, herméticamente sellado contra la contaminación.

Esto explica el valor de un director como Jean Luc Godard, que no tiene miedo a mezclar a Donen y a Kelly con Kant y Hegel, el montaje de Eisensteiniano con el realismo Rosselliniano, las palabras con las imágenes, los actores profesionales con personajes históricos, Lumiére con Melies, lo documental con lo iconográfico, las imágenes con los emblemas. Godard ha imaginado, como ningún otro, las posibilidades fantásticas del cine como un medio de comunicación y expresión. En sus manos, al igual que en el signo perfecto de Peirce, el cine se ha convertido en una amalgama, casi igual, de lo simbólico, lo icónico y lo indicativo. Sus películas tienen significado conceptual, belleza

pictórica y verdad documental. No es una sorpresa que su influencia deba proliferar entre los directores de todo el mundo. El realizador de films tiene la suerte de trabajar en el más semiológicamente complejo de todos los «media», el más rico estéticamente. Podemos repetir hoy las palabras que dijo Abel Gance hace cuatro décadas: «La Epoca de la imagen ha llegado.»





la cultura material de los pobres

oscar lewis

Todos reconocemos la pobreza cuando la vemos, pero pocos sabemos qué es exactamente. Por lo general, la pobreza se define en términos de ingresos, mas esta definición no es del todo adecuada. Pobreza significa incapacidad para satisfacer las apetencias o necesidades materiales (como quiera que se definan culturalmente); pero todos los pobres poseen al menos algunos bienes materiales y se me ocurrió que podría ser interesante y útil a la vez examinar tales posesiones con la esperanza de llegar a nuevos discernimientos de la naturaleza de la pobreza y la vida de los pobres.

Tal examen sugiere preguntas importantes, en gran parte ignoradas por los sociólogos, acerca de la cultura material del pobre. Por ejemplo, ¿cuánto tiempo conservan los pobres sus pertenencias? ¿Cuánto movimiento de posesiones hay? ¿Qué proporción de bienes materiales compran nuevo o de uso? ¿Qué parte reciben como regalos, a diferencia de lo que compran? (No menciono a este respecto el sistema de Bienestar Social, porque no lo había para los barrios pobres de la Ciudad de México cuando yo los estudié.) Los bienes materiales que se encuentran en las viviendas de la gente pobre, ¿proceden de los mercados y tiendas cercanos, de vendedores ambulantes o de sus propias colonias de indigentes? ¿Qué tratos monetarios están envueltos? ¿Cuánto gastan los pobres en diferentes categorías de objeos? ¿Qué por ciento de sus ingresos se invierte en muebles, ropa, objetos religiosos, lujos y medicinas?

Las respuestas que se obtengan para tales preguntas pueden decirnos mucho acerca del modo de vivir de una persona, tanto material como socialmente.

Aquí intento contestar alguna de esas preguntas respecto de catorce familias residentes en una de las más pobres vecindades o solares de la Ciudad de México.

En muchos aspectos, este intento se asemeja al estudio de las civilizaciones del pasado a través de sus vestigios materiales. El estudio de los restos de cacharros, por ejemplo, permite al arqueólogo hacer algunas inferencias acerca de las formas del comercio, el origen y dirección de las influencias culturales, el nivel económico, las formas de vivienda, los logros artísticos y el grado de estratificación social. De igual modo, el análisis de las posesiones materiales de una comunidad contemporánea debería decirnos cuantitativamente acerca de su vida mucho de lo que no se observa o no puede verificarse en un estudio etnográfico común, y tendríamos la importante ventaja sobre la arqueología tradicional de poder interrogar directamente a las personas acerca de sus posesiones, catalogando sistemáticamente cada uno de los objetos en poder de los individuos o familias y comparando luego los inventarios, se pueden analizar los hábitos de compra, demarcar las zonas de interacción económica, delimitar un área ecológica, inferir períodos de crisis, rastrear la donación de obsequios y su relación con la estructura social y aprender algo acerca de los valores del grupo. Una pregunta acerca de una vasija de barro podría llevarnos a comprender las razones por las que los «compadres» acostumbran a hacerse regalos, mientras que los restos de la misma taza, desenterrados por un arqueólogo, producirán probablemente poca o ninguna información referente a tales prácticas sociales específicas. En ambos casos, sin embargo, el análisis cuantitativo nos permite hacer generalizaciones importantes acerca de la sociedad.

La arqueología de los vivos nos permite además hacer distinciones entre lo que se ha llamado cultura «real» e «ideal». Por ejemplo, los informantes pueden decirle a un investigador que los padrinos obsequian siempre a sus ahijados el Día de Reyes. Pero si los inventarios revelan que sólo unos pocos niños, en realidad, recibieron regalos de sus padrinos, podremos hacer en cuanto a este punto una declaración categórica. Podemos ver, además, cuáles padrinos hacen regalos a sus ahijados cada cierto tiempo y obtener, quizás, de tal suma de datos algunos hechos salientes acerca de la organización social.

Los inventarios que utilicé incluyen la siguiente información acerca de cada objeto poseído por las diversas familias, desde cucharitas hasta televisores: número de cada artículo, descripción y estado, período de tiempo en su poder; costo; método de compra (a plazos o al contado); si el artículo era nuevo o de uso al momento de comprarlo; dónde fue comprado (específicamente); quién lo compró; si fue un obsequio, cuándo lo recibieron, de quién y con qué motivo, si era nuevo o de uso y valor aproximado; si fue hecho en la casa, quién y cuándo lo hizo y valor del objeto; costo de reemplazo del artículo; valor actual aproximado del mismo; si el artículo fue empeñado alguna vez y, de ser así, cuándo, dónde, por quién, por cuánto lo empeñó y por cuánto lo desempeñó.

A los fines del análisis, los objetos se dividieron en trece categorías, como sigue: muebles y accesorios, incluyendo radios y televisores; utensilios domésticos, como trapeadores y escobas, pero incluyendo también máquinas de coser; enseres de cocina, incluyendo fogones; objetos religiosos, consistentes en su mayoría en cuadros de santos; adornos del hogar, como jarrones y flores artificiales, pero incluyendo también instantánea fotográficas y retratos; ropa de cama; ropa personal; herramientas y materiales para trabajos domésticos; animales; plantas; joyas; juguetes, incluyendo bicicletas; y medicamentos.

Toda clasificación presenta dificultades y los inventarios de las casas de familia no constituyeron excepción. Por ejemplo, una silla es, evidentemente, un mueble, y un tenedor una pieza del equipo de la cocina, ¿pero qué decir de un reloj? La decisión, en este caso, debe ser arbitraria; pero como dos relojes de la vecindad eran piezas grandes, decorativas y caras que colgaban en una pared de la sala, los incluí en la categoría de los muebles. Los relojes pequeños, más baratos, se incluyeron en la de útiles del hogar En cuanto a los aparatos de televisión y radio, como las familias mismas los consideraban piezas importantes de su «mobiliario», ahí los situé. Las máquinas de coser las incluí en utensilios domésticos».

La clasificación de las bicicletas fue otro problema. Pueden ser juguetes o no, dependiendo del uso que se les dé. Desempeñaban más de una función en la vecindad, y de haber habido automóviles en las familias, alguna categoría de transporte que incluyera a las bicicletas habría estado justificada. Pero como no había automóviles, una clase para las bicicletas solas habría sido irrazonable, por lo cual catalogué las escasas bicicletas entre los juguetes.

Hasta el idioma creaba algunos problemas en cuanto a la clasificación. En español, la expresión «ropa de casa» incluye: las cortinas y colgaduras, ropa de cama (sábanas y fundas de almohadas), (colchas, sobrecamas, sarapes). Careciendo el inglés de una equivalente igualmente amplio, escogí el término *bedclothes* para denotar toda la clase.

Las viviendas de la vecindad de Panaderos, de apariencia exterior uniforme, no presentaban al transeúnte casual importantes diferencias económicas entre

las familias. Era una vecindad pequeña y una de las más pobres de Ciudad de México: sólo una hilera de catorce apartamentos minúsculos de una sola habitación, sin ventanas, que albergaban a ochenta y tres personas. Estos apartamentos, construidos de ladrillos de adobe, estaban cubiertos por un techo común de cemento y formaban una sola estructura angosta a la izquierda del solar. Cada uno tenía un portalito de techo bajo que, además de servir de entrada, hacía las veces de cocina. El techo de estos portales consistía en pedazos de cartón, hojalata y metal corrugado puestos como quiera y mantenidos en su lugar por medio de piedras pesadas. Sobre tales techos se amontonaba leña a la que se cubría con sacos viejos y pedazos de cartón. Las puertas de acceso a los apartamentos eran tan bajas que uno tenía que agacharse para entrar. Enfrente de algunas de ellas, los inquilinos habían construido colgadizos o aleros improvisados para proporcionarse un lugar seco y sombreado en que trabajar.

Una vereda de piedras lisas sin labrar, puestas por los inquilinos enfrente de sus apartamentos, llevaba a la calle y ayudaba a evitar el lodo. Sobre la vereda se ponían a secar al sol bateas, cubos, banquitos, orinales y otros objetos. Desordenados montones de materiales —hojalata, atados de láminas de acero desechadas, alambre, clavos y herramientas— cubrían el espacio disponible bajo los cobertizos. Plantas en macetas y latas de todo tipo, tamaño y forma colgaban de las paredes exteriores u ocupaban mesas desvencijadas. Algunas familias tenían jaulas de madera para pájaros colgadas de clavos fuera de sus puertas; un vecino criaba palomas, otro gallinas y casi todos tenían un perro o un gato. Gustaban de los animales, y además los necesitaban como protección contra ratas y ladrones.

Hacia el fondo del solar, un lavadero de cemento servía a las mujeres para fregar la loza, lavar ropa y bañar los niños. Dos gastadas letrinas de adobe ruinoso, con cortinas de pedazos de lona, eran utilizadas por todos los vecinos. El solar abundaba en piedras y estaba entrecruzado de tendederas sostenidas por pértigas ahorquilladas. Aquí y allá, un hoyo abierto por los niños o una inesperada boca de albañal, tapada por una piedra, impedían caminar por allí sin riesgo. Durante el día, el lugar se llenaba de niños andrajosos y mal calzados o descalzos, que jugaban a las bolas o corrían entre las tendederas sin hacer caso de los gritos de advertencia de las mujeres. Bebito incapaces de andar y aún no enseñados a controlar sus necesidades, se sentaban en el suelo o se arrastraban por él, con frecuencia semidesnudos, mientras sus madres los observaban desde donde trajinaban.

Las catorce familias[1] poseían un total de $Méx. 59 119.35 en bienes materiales, lo que da un promedio de $Méx. 4 222.81 por familia.[2] Esta última cifra, sin embargo, es engañosa, porque la distribución de la riqueza era muy desigual. El valor total de los bienes variaba entre las familias de $119.26 a $936.78. La mediana era de $318.42. Doce de las catorce casas poseían menos de $480.00 en bienes materiales.

La mayor parte del dinero de los vecinos estaba invertido en muebles y ropa. (Véase tabla No. 1). Un tercio de todos los desembolsos era para muebles y más de un cuarto para ropa. Juntas, las dos categorías representaban el 60.8 por ciento del desembolso total y sumaban $2 502.38. La mayoría de los artículos de ambas categorías se habían comprado nuevos; pero el 34.8 por ciento de los muebles era de segunda mano y el 12.7 por ciento de la ropa se había comprado de uso. Casi todos los bienes de segunda mano eran de las familias más pobres.

TABLA No. 1

VALOR DE COMPRA (EN PESOS MEXICANOS Y DOLARES U.S.A.) Y ORDEN JERARQUICO DE LOS BIENES MATERIALES DE 14 FAMILIAS DE UNA VECINDAD DE CIUDAD DE MEXICO, 1959

Rango	Categoría	CANTIDAD Pesos Mex.	Dólares USA	Por ciento del total
1	Muebles	17 187.75	1 375.02	33.4
2	Ropa personal	14 092.00	1 127.36	27.4
3	Herramientas	4 089.05	327.12	7.9
4	Utensilios domésticos	3 678.10	294.25	7.1
5	Ropa de cama	3 488.90	279.11	6.8
6	Enseres de cocina	2 879.45	230.36	5.6
7	Atavío personal	1 578.95	126.32	3.1
8	Juguetes	1 520.20	121.62	3.0
9	Objetos religiosos	1 348.85	107.91	2.6
10	Adornos del hogar	1 155.25	92.42	2.2
11	Animales	199.30	15.94	0.4
12	Plantas	127.50	10.20	0.3
13	Medicamentos	97.05	7.76	0.2
	Total	51 442.35	4 115.39	100.0

[1] Cada una de las catorce familias fue entrevistada durante el período de 1957 a 1960. Aunque recogí datos acerca de todos los aspectos de la vida de estas familias, en este estudio me he limitado al análisis de su cultura material.

[2] El tipo de cambio era de 12.50 pesos mexicanos por dólar U.S.A. Así, pues, el valor total de los bienes de los 14 inquilinos era de unos 4 729.55 dólares. Promedio por familia, $337.82. En lo adelante expresaré los valores en dólares de los Estados Unidos.

TABLA No. 2

PROCEDENCIA DE LOS BIENES MATERIALES DE 14 FAMILIAS DE UNA VECINDAD DE LA CIUDAD DE MEXICO, 1959

LOCALIDADES	HOGARES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vecindad y Colonia Morelos														
Vecindad	—	10	17	10	8	9	38	8	24	53	30	6	5	27
Tienda	1	—	3	—	4	2	—	—	—	—	—	6	—	—
Vendedor ambulante	—	—	4	17	16	14	—	—	—	—	—	8	1	—
Tepito	27	5	33	18	33	43	30	10	38	12	38	24	48	89
Morelos	—	—	39	1	2	4	—	—	4	—	—	15	23	19
Aztecas	—	—	3	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. Carranza	—	—	2	10	2	—	—	—	10	—	—	—	—	—
Michoacán	—	—	5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rastro	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fierro Viejo	—	—	—	—	4	—	—	—	7	—	—	—	—	—
Calles Colonias	9	3	17	4	13	5	22	6	23	1	11	7	9	46
Colonias Cercanas														
Lagunilla	—	3	—	—	18	2	4	—	3	5	11	5	6	45
Merced	2	—	8	3	28	6	11	—	7	6	5	3	—	50
Mixcalco	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	6	—	5
20 de Noviembre	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Avenida Circunvalación	—	2	—	—	—	—	6	—	—	14	—	—	—	19
S. I. R.	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Iglesias	—	—	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Colonias Lejanas														
Oriente	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	2
Villa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1
Peralvillo	—	—	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	11
Madero	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Río Blanco	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
San Juan de Letrán	—	—	—	—	2	—	—	1	2	—	2	—	—	—
Nonoalco	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
Legaria	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Centro	9	—	47	—	5	3	17	—	4	—	2	2	—	18
Tacuba	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fuera de la Ciudad														
Chalma	—	—	1	—	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—
San Juan de los Lagos	—	—	2	—	2	—	—	—	—	4	1	—	3	—
Querétaro	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Toluca	—	—	13	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Celaya	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
León (Guanajuato)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—
Texcoco	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Acapulco	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Texmelucan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Chiapas	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pachuca	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Guadalajara	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mercado de Velarde	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ixtalco	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sin especificar	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100

Aunque la vecindad de Panaderos se hallaba a sólo unos minutos del centro comercial de la Ciudad de México, los bienes materiales en posesión de las familias procedían de 43 fuentes distintas. (Véase tabla No. 2). Sin embargo, casi tres cuartas partes de las compras (65.9 por ciento) se hicieron en la vecindad misma o en la «colonia»[3] o barriada de que era parte. Otro quinto de las compras se hizo en colonias próximas. Por tanto, el 85.5 por ciento de los objetos comprados se habían adquirido dentro de un radio menos de dos kilómetros desde la vecindad. De las compras restantes, el 8.9 por ciento se hizo en colonias de la Ciudad de México «distantes» y el 5.6 por ciento fuera de la capital.

Aparte de ocasionales excursiones religiosas a centros de peregrinación como Chalma, en el estado de México, y San Juan de los Lagos, cerca de Guadalajara, la mayoría de las familias habían viajado poco fuera de la Ciudad de México o incluso dentro de la capital misma. Los inquilinos de la unidad No. 3 eran las excepciones; poseían objetos adquiridos en Chalma, San Juan de los Lagos, Querétaro, Toluca, Celaya, Acapulco, Chiapas, Pachuca, Guadalajara, Mercado de Velarde e Ixtalco. Además, esta familia poseía casi la mitad de los artículos comprados por los vecinos de Panaderos en el distrito comercial del centro de la Ciudad de México.

Dentro de la capital, las familias mostraban marcada inclinación a comprar en los mercados y plazas tradicionales. Más de la cuarta parte de los objetos se habían comprado en el mercado de Tepito, en la misma colonia de la vecindad de Panaderos. Los mercados de la Lagunilla y la Merced, situados en colonias próximas, daban razón de la mayoría de las compras hechas fuera de la colonia de Morelos, donde estaba ubicada la calle de Panaderos. En total, más del 60 por ciento de las compras se hicieron en mercados. Menos del 15 por ciento de las mercancías se habían adquirido en tiendas o almacenes. Las compras restantes se hicieron dentro de la vecindad, a vendedores ambulantes o, rara vez, en las iglesias.

Como indica la Tabla 1, los muebles ocupan el primer lugar entre las compras de las catorce familias. Todos los vecinos poseían cinco piezas de mobiliario: una cama, un colchón, una mesa, una repisa como altar y un trastero. Todas las familias de Panaderos consideraban que estas piezas eran necesarias para un nivel de vida mínimo, aunque la mayoría de los residentes en la vecindad habían carecido de algunas o de todas ellas en otro tiempo.

Cada familia tenía al menos una cama, y nueve de las catorce (las de más niños) poseían dos. Pero en una u otra época, casi todas habían pasado

[3] En México, ensanche, barrio nuevo de la capital (Larousse). (N. del T.)

por circunstancias en que no habían tenido camas y habían dormido en esteras de paja (petates) o sobre trapos en el suelo. Algunos de los miembros de las familias aún tenían que dormir en el suelo, generalmente los hijos mayores, pues sólo veintitrés camas se distribuían entre los ochenta y tres residentes de la vecindad de Panaderos.

Las camas ocupaban, por lo general, la mayor parte del espacio de las pequeñas y atestadas habitaciones. Durante el día hacían las veces de sillas, mesas de trabajo o áreas de juego para los niños, para ordenar la ropa del lavado y muchos otros propósitos. Varios de los jóvenes de la vecindad trabajaban de noche en panaderías y dormían de día en un lado de la cama; entretanto, alguno de los miembros de la familia se sentaba, trabajaba o jugaba en el otro lado.

De las veintitrés camas de la vecindad, sólo siete habían sido compradas nuevas, entre uno y dieciocho años antes de nuestro estudio. Tres habían sido obtenidas como regalos. Todas las camas nuevas se habían comprado al contado: tres en establecimientos del centro comercial de la ciudad, tres en el mercado de Lagunilla, también en el centro, y sólo una cerca de la vecindad, en el mercado de Tepito. Los precios pagados por las camas nuevas variaban de $4.40 a $12.00.

Cinco de las catorce familias habían comprado sus camas nuevas. La cama más cara de todas, la de $12.00, pertenecía a la familia de la unidad No. 7. Los demás vecinos pagaron $8.00 o menos por sus camas, lo que viene a confirmar la posición de la familia No. 7 como la más rica de la vecindad.

Trece camas se compraron de uso. Eran las de todas las familias más pobres, y unas pocas habían sido compradas por las más acomodadas. La mayoría de estas camas (nueve de trece) se habían adquirido en Tepito; las otras cuatro habían sido compradas a las amistades: dos residentes en Panaderos y dos de fuera de la vecindad. El costo de las camas de segunda mano variaba de $2.80 a $8.00. Los tres lechos recibidos como obsequio eran también de uso y su valor, igualmente, iba de $2.80 a $8.00.

Aunque las camas no se deterioraban rápidamente, su tiempo de posesión medio era de sólo cuatro años y ocho meses. Sólo cinco de las veintitrés llevaban más de nueve años en poder de las familias y más de la mitad del resto habían sido adquiridas dentro de los dos años anteriores al estudio. La residencia en la vecindad era bastante estable, pues la mayoría de las familias llevaban viviendo allí más de quince años y sólo dos se habían mudado a Panaderos en los últimos años. Al mismo tiempo, sin embargo, la composición de las familias y sus circunstancias económicas variaban

constantemente: Enfermedades largas o borracheras prolongadas, abandonos temporales, separaciones, muertes; eran sucesos frecuentes entre las familias de Panaderos y a veces conducían a la venta o empeño de muebles para obtener dinero con que pagar alimentos, medicinas o entierros. Por ejemplo, si el hijo de una familia abandonaba a su mujer y se iba a casa de su madre con todos sus muebles, la madre tenía qué vender o deshacerse de algún modo de los muebles que ya poseía, pues en la vecindad no había espacio para guardarlos y las habitaciones eran demasiado pequeñas para admitir más mobiliario. Después, si el hijo se marchaba de casa de la madre, ésta tenía que comprar muebles nuevos. Asimismo, cuando la situación económica de una familia mejoraba, era probable la compra de algún mobiliario nuevo y la venta de parte del viejo a vecinos menos bien situados.

Todas las familias de la vecindad tenían, cuando menos, un colchón. Dos de ellas sólo tenían uno para sus dos camas; los alambres o tablillas desnudos de la segunda se cubrían con periódicos y una delgada sobrecama de algodón. El estado de los colchones era increíblemente malo: estaban plagados de chinches y rellenos aquí y allá de abultamientos de algodón o paja. Sin embargo, cuatro de las familias poseían colchones de muelles muy caros.

En contraste con las camas, eran más los colchones comprados nuevos que de uso. Los residentes de la vecindad preferían comprar colchones nuevos, porque los de segunda mano tendían a estar en mal estado e infestados de piojos y chinches. Además, ciertas clases de colchones nuevos podían comprarse a bajo precio; así, pues, algunas de las familias más pobres compraban sus colchones flamantes. Sólo una de las familias más acomodadas tenía un colchón de uso, pero este colchón había sido adquirido en una época en que la familia no estaba tan bien situada.

Los colchones nuevos variaban mucho en calidad y precio, desde simples colchonetas rellenas de aterronados desechos de algodón hasta colchones de muelles. Los tres colchones más caros de la vecindad habían sido comprados a créditos, a precios que variaban de $22.40 a $44.00. De los catorce colchones nuevos, cuatro habían sido comprados en Tepito, tres en tiendas de la colonia, dos en un establecimiento de una colonia cercana, dos en el mercado de Lagunilla y tres en tiendas del centro comercial. Así, pues, seis vinieron de mercados públicos, y ocho de tiendas; nueve fueron comprados en las cercanías de la vecindad y cinco en el centro de la capital.

Cuatro de los diez colchones de uso se compraron a residentes en Panaderos y otro a un vecino de los alrededores. Los otros cinco vinieron de Tepito. El precio de los colchones de uso variaba de $0.56 a $2.40.

Los dos colchones regalados a sus poseedores eran de bajo precio: $0.64 y $1.20. Uno fue recibido de un pensionista en compensación por el que le había roto a la familia y el otro fue obsequiado a una mujer de la vecindad para que su anciana madre durmiera en él.

El tiempo de posesión de los colchones era, en promedio, de tres años y ocho meses. La mitad de los colchones de los residentes llevaban dos años y medio o menos en poder de ellos. Tal circunstancia se debía tanto a la mala calidad de los colchones comprados como al intenso desgaste que sufrían. Muchas personas dormían en ellos, a menudo sin sábanas, y se les usaba como mesas, sillas y áreas de juego. Frecuentemente se mojaban, se derramaba comida sobre ellos y se infestaban de bichos. Por lo que, a menudo se botaban y quemaban o eran vendidos a vecinos más pobres que no podían permitirse nada mejor.

Eran más las camas y colchones comprados en Tepito que los adquiridos en cualquier otro lugar. Las familias más pobres de Panaderos preferían comprarlos en ese mercado próximo. Las más acomodadas tendían a comprar sus camas y colchones en el mercado de Lagunilla o en el área del distrito comercial. Las más pobres compraban también camas y colchones a residentes en la vecindad o a vecinos de la colonia.

En términos generales, las camas eran artículos más costosos que los colchones; pero algunas familias que habían comprado colchones nuevos de muelles invirtieron más en éstos que en aquéllas, especialmente las que los compraron a plazos. A causa de las altas sumas pagadas por los tres colchones adquiridos a plazos, el dinero total invertido en colchones en la vecindad ($178.00) excedió en mucho al invertido en camas ($132.00).

Para las compras a plazos no se requería pago inicial anticipado, pero el comprador pagaba dos veces el valor real del artículo por el privilegio de pagar a plazos. Los vecinos de Panaderos comprendían que de ese modo pagaban muchos más, pero opinaban que les sería en extremo difícil, si no imposible, ahorrar lo bastante para comprar, digamos, un radio nuevo, si tenían que pagar todo su precio de una vez. Aunque los radios nuevos sólo costaban $20.00 al contado, mientras que a plazos valían de $48.00 a $74.00, sólo dos familias los habían adquirido al contado.

Los pequeños pagos semanales, que promediaban $0.80, ponían al alcance de todas las familias, excepto las más pobres, artículos tales como radios, colchones, roperos, al menos temporalmente. Sin embargo, el alto precio total significaba que la familia tenía que pagar durante largo tiempo por sus compras, a menudo durante más de un año, y la situación económica de las familias de la vecindad podían variar grandemente durante ese período.

Esta inestabilidad se refleja en el bajo tiempo medio de posesión de muebles. Dicho tiempo medio era de sólo 4.5 años para todas las piezas de mobiliario. La familia de más alto promedio de edad de los muebles era la de la unidad No. 1 y llegaba a nueve y medio años. Todos los muebles de esta familia habían sido comprados entre ocho y doce años antes del estudio. Las únicas adquisiones recientes les habían sido obsequiadas. La edad avanzada y la mala situación económica de los miembros de esta familia explicaban, probablemente, la total ausencia de compras recientes de muebles.

La persona que tenía el segundo promedio más alto de edad del mobiliario (siete y cuarto años) era la de la unidad No. 10, la de mayor tiempo de residencia en la vecindad. Pero aunque llevaba más de 25 años residiendo en Panaderos, ninguno de los muebles de esta mujer tenía más de trece años de adquirido.

El tercer promedio de edad de los muebles era el de la familia de la unidad No. 13. La señora tenía cuatro piezas de mobiliario que había comprado antes de su matrimonio y que llevaban con ella más de diez años, incluido un estante que tenía desde hacía veinticuatro años. Sin embargo, nueve de los muebles de la unidad No. 13 había sido comprados dentro de los últimos cuatro años, aunque los esposos tenían más de ocho años de casados. El radiorreceptor, de dos años de comprado, ya había estado empeñado por tres meses para poder efectuar los pagos mensuales. Costó $74.00 y de no haber sido por los $8.00 que la familia recibió en la casa de empeños, lo habrían perdido probablemente.

Los promedios siguientes eran los de las familias No. 14 y No. 3: seis años y cinco años y dos tercios, respectivamente. Ambas eran matrimonios ancianos y algunas de las piezas de su mobiliario estaban con ellos desde hacía mucho tiempo. La familia No. 14 había conservado un trastero (anaquel para vajilla) desde hacía treinta años y la No. 3 tenía en su poder un ropero desde hacía quince.

El tiempo medio de posesión de muebles de las otras nueve familias de la vecindad era de cuatro y medio años o menos. Aunque el matrimonio de la unidad No. 9 llevaba más de siete años residiendo en la vecindad, nueve de sus once piezas de mobiliario compradas habían sido adquiridas dentro de los dos años y medio anteriores al inventario. El mueble más viejo, un ropero con las lunas rotas y toda la pintura desconchada, tenía ocho años. Este matrimonio había perdido un radio en la casa de empeños, y el nuevo que tenían, ya roto, lo habían comprado a plazos año y medio antes del estudio.

La familia de más corto tiempo medio de posesión de muebles vivía en la unidad No. 4. Eran los más recientes vecinos de Panaderos, adonde se habían mudado de nuevo año y medio antes del estudio. Tenían muy pocos muebles cuando llegaron, porque se habían visto en serios aprietos económicos y habían tenido que vender casi todos los muebles que poseían. Por esta razón, el promedio de edad de su mobiliario era de sólo un año y diez meses. Habían comprado ocho de sus diez muebles desde su regreso a la vecindad.

La familia No. 12 se había mudado de nuevo también a la vecindad no hacía mucho. Doce de sus quince artículos de mobiliario los habían comprado dentro de los dos años anteriores al estudio.

La mayor parte (63.7 por ciento) de las setenta y cuatro piezas de mobiliario nuevas existentes en la vecindad habían sido compradas en mercados públicos: treinta en el de La Lagunilla y sólo quince en el más próximo de Tepito. Los vecinos explicaron que en el primero los precios eran más bajos y el surtido más variado. Diecisiete piezas fueron compradas en otros tres mercados de la colonia, incluyendo nueve en el pequeño mercado al aire libre inmediato a la vecindad; ocho en mercados de otras colonias y cuatro en el de Toluca, por personas a quienes sus actividades llevaban allí. Veintitrés piezas de mobiliario nuevas (19.5 por ciento del total) se compraron en la calle o la vecindad a vendedores ambulantes. Estos objetos eran, mayormente, sillitas, banquetas y cosas similares de confección manual. Cinco piezas (4.2 por ciento) fueron compradas al crédito a vendedores ambulantes que llegaban a la vecindad ofreciendo radios y, en ocasiones, roperos y otros artículos para pagar a plazos.

Sólo dieciséis (13.5 por ciento) de las piezas de mobiliario nuevas se compraron en tiendas: cinco en las de la colonia, nueve en tiendas del distrito comercial y dos en grandes tiendas por departamentos.

Casi la mitad de los muebles de segunda mano (49.2 por ciento) había sido comprada dentro de la vecindad misma. De estos, la cuarta parte había sido a familiares —de la esposa siempre— que vivían en Panaderos; el resto, a residentes cercanos. Por lo general, las familias más acomodadas de la vecindad compraban nuevos sus muebles; pero a medida que éstos se estropeaban y parecían viejos, dichas familias los reemplazaban por otros nuevos cuando podían, vendiendo por lo general el mueble viejo a una de las familias más pobres de la vecindad, a menudo uno de sus hijos casados. Como once de las catorce familias estaban filialmente emparentadas, no faltaban oportunidades de comerciar dentro de la familia.

Casi el 10 por ciento del mobiliario de segunda mano había sido comprado a parientes que vivían fuera de la vecindad (todos parientes de la esposa también). En total, el 20.8 por ciento de los muebles de uso procedía de familiares residentes o no en la vecindad. El once por ciento había sido adquirido de amigos o conocidos que vivían cerca de la vecindad.

Así, pues, casi tres cuartas partes de los muebles de segunda mano (69.7 por ciento) procedía de parientes o amistades, o sea de personas con quienes ya existía una relación personal no mercantil. Aparte de la preferencia por la relación personal, un objeto de segunda mano comprado a amigos o allegados costaba siempre mucho menos que en un mercado.

El resto de los muebles de segunda mano (30.3 por ciento del total) se adquirió en mercados públicos. Ninguno se compró en tiendas de objetos de uso, que por lo general comercian con muebles de mejor calidad que tienden a ser más caros. Poco más de dos tercios de los muebles (trece piezas) comprados en mercados públicos procedían del cercano Tepito. Cinco se adquiririeron en otros mercados de la colonia Morelos. Y sólo uno se compró en un mercado relativamente distante de la vecindad: el de Lagunilla.

Los muebles regalados eran treinta y ocho. Treinta y uno de ellos (81.6 por ciento) se recibieron de familiares. De éstos, la gran mayoría se recibió de familiares de la esposa —la madre en casi todos los casos— más que del esposo (veinticuatro obsequios de familiares de la esposa contra tres del esposo). Cuatro regalos de muebles se recibieron de hijos o hijas.

Alrededor de dos tercios de los muebles obsequiados por familiares procedían de residentes en la misma vecindad. Los parientes que habitaban en la misma vecindad se veían con más frecuencia y tenían más conocimiento de sus mutuas necesidades que los que residían fuera de ella. Además, el regalo de un mueble dentro de Panaderos no planteaba ningún problema de transporte.

Sólo siete piezas de mobiliario (9.5 por ciento del total obsequiado) se recibieron de personas no familiares. Una de estas piezas se heredó de un padrino que había vivido en Panaderos y dos se recibieron de compadres residentes en la vecindad. Una se recibió de un pensionista y otra de un amigo. Dos piezas se recibieron de los patrones o jefes de los lugares en que dos de los jóvenes de la vecindad trabajaban.

Cada familia consideraba indispensable la posesión de un altar en que pudiera encenderse una vela como muestra de devoción a los santos cuya imagen pendía de la pared. Los altares variaban de grandes y pesadas repisas labradas a tablas atadas a la pared mediante un cordel. Todas las familias de la vecindad tenían cuando menos una repisa dedicado a fines religiosos y algunas tenían más de una. La mitad de las viviendas de Panaderos sólo tenían una: el altar. Las restantes tenían dos, tres o cuatro repisas, de los cuales al menos una servía de altar. Estas repisas se empleaban también para poner objetos pequeños, como medicinas, agujas e hilo, hojas de afeitar, papeles o, si estaban en la cocina, sal, jabón y cosas por el estilo. Las familias que sólo tenían un anaquel tenían que usarlo a menudo para poner estas cosas además de los objetos própios del altar, puesto que no tenían otros lugares donde ponerlas fuera del alcance de los niños. Por consiguiente, en muchas de las viviendas, el altar estaba cubierto de una miscelánea de objetos no religiosos. Sin embargo, en ciertos días festivos de la Iglesia, tales cosas se retiraban y los altares se engalanaban con papel crepé y serpentinas.

Un estante de cocina era otra pieza de mobiliario esencial que todas las familias de la vecindad poseían, aunque muchas de ellas habían tenido que mantener los platos, cubiertos y comestibles en el suelo en alguna época de su vida. En cuanto a construcción, los anaqueles eran muy similares. Colgaban, por lo general, en la pared de la cocina y, a veces, en la habitación principal. Unos pocos llegaban hasta el nivel del piso. Se componían de tres a seis tablas traveseras, algunas con el reverso y los lados en forma de enrejado, otras macizos. Algunos de estos trasteros estaban pintados y en buenas condiciones; otros, arañados y ruinosos. Sin embargo, el estado de los trasteros no parecía tener relación con la cantidad pagada por ellos o el tiempo que llevaban en poder de la familia, sino con el cuidado que se les daba.

Todos menos cuatro de los veinte trasteros habían costado de $0.80 a $1.20. Por dos se pagó una cantidad tan exigua como la de $0.24 cada uno. Tres de los trasteros habían sido construidos en la vecindad; dos fueron heredados y cuatro se recibieron como regalo (ya usados) de consanguíneos en tiempos en que la familia obsequiada no tenía ninguno y lo necesitaba grandemente. De los restantes anaqueles, cinco se compraron nuevos y seis de uso. Dos de los trasteros se contaban entre las tres piezas de mobiliario con más tiempo en la vecindad: veinticuatro y treinta años. Otros se habían adquirido apenas un año antes del inventario.

Algunos de los anaqueles adicionales que casi la mitad de las familias poseían eran usados por los hombres de ellas para guardar las herramientas y menesteres de sus oficios. Pero la mayoría de estos equipos se dejaban en el piso, porque requerían mucho espacio y no había otro lugar donde ponerlos.

El último de los muebles que todas las familias tenían era una mesa. Más de la mitad de los vecinos poseían dos o tres. Con dos excepciones, las familias de mejor situación tenían más de una mesa y las más necesitadas, una sola. Casi todas las mesas eran de hechura simple de madera sin pintar, cuyo valor era escaso. Unas pocas de las familias acomodadas habían pintado o barnizado las suyas o las habían cubierto con hule.

De las veinticuatro mesas existentes en la vecindad, tres cuartos valían $1.20 o menos. Cinco costaron entre $1.60 y $3.20. La mesa más cara era de la propiedad de la familia 10 y costó $5.20. Dos habían sido hechas por los hombres de la familia y tres se recibieron como regalo. De las restantes, eran ligeramente más las mesas compradas de uso que las nuevas. Ninguna se había adquirido en una tienda. La cuarta parte de ellas se obtuvo de parientes y otra fracción igual de residentes en la vecindad. Las mesas restantes se compraron en mercados o a vendedores ambulantes.

Además de las cinco piezas de mobiliario que cada familia poseía, las sillas, un ropero y un radio eran considerados esenciales para la vida y casi todos los vecinos los tenían.

Sólo una mujer de Panaderos, la de la unidad 8, no tenía silla alguna. Como tampoco tenía banquitos, los adultos no podían sentarse en otro lugar que en las camas y los niños habían de hacerlo en el suelo. La mitad de las familias no tenían más que dos o tres sillas para sus muchos miembros; otras tenían cuatro o cinco, y dos unidades tenían siete y ocho. Había un total de cincuenta y dos sillas en las catorce habitaciones de la vecindad, por lo que el apiñamiento era mucho. Sin embargo, las familias querían tener más sillas. A las horas de comer, cincuenta y dos sillas no alcanzaban para sentar a los ochenta y tres residentes y muchos tenían que sentarse en las camas o en el piso o acuclillarse sobre banquitos pequeños. Las familias más acomodadas solían tener más sillas. La mayoría de las existentes eran de una clase baratísima, fluctuando su valor entre $0.40 y $8.00. Sólo unas pocas de las familias mejor situadas, como la 3, tenían sillas más caras; pero sólo valían $1.60 ó $2.00.

Excepto dos, cada familia tenía su ropero, y todas menos tres poseían radios. En casi todos los casos, eran las familias más pobres las que carecían de estos objetos.

Los roperos se consideraban esenciales para un nivel de vida decoroso, porque ninguna de las habitaciones tenía closet o espacio encerrado para guardar. Careciendo de todo tipo de ropero, las ropas tenían que dejarse en el piso o guardarse en cajas de cartón. Los roperos de la vecindad tenían dos compartimientos largos con puertas de luna, en los que las ropas se colgaban y también se amontonaban abajo a menudo. Entre estos compartimientos solía haber una pequeña división cuadrada, también con puerta de espejos, y varias gavetas, en las que se guardaban las ropas interiores, las medias y otras prendas. La mayoría de los roperos tenían los espejos rajados o les faltaban pedazos si no los habían perdido totalmente. Sólo una de las familias más acomodadas había podido reemplazar los espejos. Casi todos los roperos estaban arañados y muy maltratados, pero como continuaban cumpliendo su función no se les renovaba. Algunos, sin embargo, eran muebles finos, primorosamente labrados. La familia 3 tenía su ropero desde hacía quince años, pero estaba en excelentes condiciones porque había sido bien cuidado.

Las dos familias que no tenían ropero colgaban algunas de sus prendas planchadas en clavos de la pared y mantenían las restantes dentro de una caja o gabinete pequeño.

Los roperos eran caros y a veces se los compraba al crédito o, si se adquirían de familiares o amistades, se pagaban en partes. De los doce roperos existentes en la vecindad, dos tercios habían sido comprados nuevos, a un costo de $8.00 a $32.00. Los cuatro comprados de uso (tres a familiares o amigos) costaron entre $2.40 y $9.60; promedio, $5.20, muy por debajo del costo medio de $16.80 de los roperos nuevos. Un ropero impartía cierto prestigio; era algo que un recién casado quería comprar para su esposa, y por esta razón se contaba entre los pocos objetos caros que preferiblemente se compraban nuevos.

Tres de los roperos se habían adquirido dentro de los seis meses anteriores a la investigación, pero los restantes llevaban de cuatro a quince años en manos de sus propietarios. El tiempo medio de posesión de los roperos eran de seis años y ocho meses, bastante más que el promedio para todos los muebles de la vecindad. Los roperos, por lo general, duraban largo tiempo y no era probable que se los reemplazara, vendiera o regalara a menudo. Posiblemente sólo en casos de gran necesidad se los vendía, como ocurrió a las familias No. 4 y No. 12, las cuales, gracias a compras baratas a familiares o vecinos, pudieron reemplazar los roperos que habían vendido, que eran más caros.

En los días del estudio, sólo tres de las familias de la vecindad no tenían radio. Una tenía dos (uno que era del marido desde antes de conocer a su mujer y otro que pertenecía a la esposa). Las tres familias que no tenían radio en los días de la investigación los habían tenido en otro tiempo; pero los habían perdido en el empeño, por no pagar los plazos del crédito o por vender el radio cuando no pudieron permitirse el costo de su reparación.

Pagando de $4.00 a $74.00 por sus radios, con un desembolso medio de $34.56, los vecinos de Panaderos habían invertido más en aparatos de radio ($414.40) que en cualquier otro mueble, excepto los dos televisores.

El radio era una de las dos más valiosas piezas de moblaje de todas las viviendas que tenían ese aparato, menos una. Un televisor, una máquina de coser y, a veces, un colchón de muelles eran los únicos objetos que probablemente costaban más. El aparato de radio se consideraba casi como un artículo de primera necesidad y las pocas familias que no lo tenían cuando se efectuaron los inventarios lo tendrán con toda probabilidad en el futuro. Ocho de los doce radios de la vecindad se compraron a crédito o, si se los adquirió de familiares o amigos, se pagaron en partes. Dos de los aparatos fueron regalos (uno de ellos también comprado a plazos por el donante).

Así, pues, sólo dos de los doce radios tuvieron un costo de $20.00, para ser los menos caros de los radios nuevos existentes en la vecindad.

Los tres radios comprados de uso se adquirieron de amigos o familiares mediante pago por partes, pero sin intereses. Ninguno de los radios existentes en la vecindad se compró en una tienda de objetos de uso o en un mercado. Sólo tres se adquirieron en tiendas, habiéndose comprado los restantes a vendedores a plazos o a amistades.

Aunque los pagos por los radios a créditos eran, por lo general, sólo $1.00 semanal, hasta esa cantidad era difícil de reunir a veces en tiempos de crisis. Si se incumplían unos pocos plazos, el radio les era quitado y a menudo perdían por completo los varios cientos de pesos ya pagados. Sin embargo, una vez pagado el importe total del aparato, éste representaba una rápida fuente de dinero mediante su empeño en una de las casas de préstamos clandestinas de los alrededores. Estas casas cobraban la exorbitante (e ilegal) prima de 20 por ciento de la cantidad prestada al mes. Si el objeto empeñado no era redimido a los tres meses, se perdía. Tan impredecible era la situación económica de estas familias, que el tiempo de posesión medio de los radios no llegaban a tres años. Sólo dos de los aparatos habían sido conservados por más tiempo: nueve y diez años. Tres cuartas partes de ellos habían sido adquiridos dentro de los tres años inmediatamente anteriores al estudio, y una tercera parte había sido comprada por hijos o hijas jóvenes que trabajan.

En la fecha de comienzo del estudio, 1957, sólo había en la vecindad dos televisores: uno perteneciente a la familia No. 7, la más acomodada, y el otro a la No. 11. Unos años antes, la familia No. 5 había perdido el aparato que tenía. La No. 11 empeñó y perdió el suyo durante el curso de la presente investigación y compró otro a plazos después de concluida ésta, comprometiéndose a pagar $24.00 mensuales por varios años. Será una hazaña extraordinaria que pueda mantener los pagos.

La dinámica de la compra de televisores es muy similar a la de los radios. Sin embargo, aunque a casi todos los vecinos de Panaderos, especialmente los jóvenes, les agradaría tener TV, sólo unos pocos intentan hacer frente a los elevados pagos, y en la época del inventario, sólo la familia de la unidad 7 parecía ser capaz de cumplirlos. Sin embargo, la vida de los residentes es tan inestable que hasta esta familia podría perder su televisor en alguna fecha futura por una enfermedad grave o una crisis conyugal. Los televisores, junto con los necesarios reguladores del voltaje, cuestan a plazos entre $360.00 y $480.00. El aparato menos costoso vale más que todos los otros bienes de las familias que tienen TV. Y más también que todos los que poseen las otras familias de la vecindad. La familia 7, por ejemplo, estaba pagando $480.00 por su televisor y el valor de todas sus otras posesiones materiales montaba a sólo $421.54.

Además de las ocho piezas de mobiliario que casi todas las familias de la vecindad poseían, había otras que sólo poseían unas pocas. No parecían tener gran valor o no se les concedía significación. Sólo una familia poseía un estante de cocina, que no era particularmente caro ni se le consideraba mucho más útil que las repisas de cocina que todas las otras familias tenían. Tres viviendas poseían vitrinas, que usaban para guardar platos, vasos y cubiertos. Estos aparadores, similares a los anticuados chineros, eran bastante costosos; su valor medio no llegaba al de los artículos esenciales: radios, roperos, camas y colchones; pero excedía el de las otras piezas de mobiliario de la vecindad, excepto los televisores. La familia más acomodada y dos del grupo medio alto eran las que los tenían. Tales vitrinas otorgaban cierto prestigio por ser mejores, más caros y más elegantes que los meros anaqueles; pero no eran lo que una familia que mejora de posición desearía comprar necesariamente.

Diez de las familias de la vecindad tenían de uno a tres bancos pequeños. Adultos y niños los utilizaban para los mismos propósitos que cumplen las sillas, especialmente a las horas de comer. El número de miembros de las familias de la vecindad y también el tamaño de sus habitaciones impedía sentarse alrededor de la mesa para comer; en vez de ello, cada miembro se sentaba donde encontraba espacio y se ponía el plato sobre las rodillas. Los banquitos eran usados también por los zapateros de la vecindad, quienes habían de trabajar cerca del suelo donde mantenían sus materiales.

Una familia de Panaderos (la 11) tenía butacas: tres que les costaron $14.00. Ninguna de las otras familias tenía tales sillas, tanto por falta de

espacio como porque eran poco prácticas. Las butacas no se pueden meter debajo de una mesa o montar unas sobre otras para ahorrar espacio y son difíciles de mover. Tampoco se les puede usar fácilmente a modo de mesa, para trabajar o para que los niños escriban sus lecciones, aparte de que también cuestan más que las sillas comunes. Las tres butacas de la vecindad habían sido compradas por un joven que tenía su propio taller de reparación de calzado y trataba de mejorar su nivel de vida. Este joven había comprado también una cocina de gas (la única que se había visto en Panaderos) y un televisor, uno y otra a plazos; pero había perdido ambas cosas por haberlas empeñado y no haber podido cumplir los pagos.

De las trece categorías, la ropa era el segundo renglón en cuanto a desembolsos para bienes materiales (Véase tabla No. 1). Los vecinos de Panaderos habían gastado $1 127.36 en ropa, suma que representa el 27.4 por ciento de todas sus compras. De las 912 prendas de vestuario adquiridas por las catorce familias, 796 habían sido compradas nuevas (87.3 por ciento). Unos dos tercios de ellas 68.1 por ciento se pagaron al contado y las restantes a plazos.

La ropa era un obsequio popular y económicamente importante entre las familias de la vecindad y representaban el 32.3 por ciento de los objetos regalados. Tres familias (10, 11 y 12) no habían recibido prendas de vestir regaladas, pero las que habían recibido las otras once importaban $164.16, por lo que esta categoría era la primera en jerarquías de los obsequios.

Las familias mejor situadas recibían ligeramente más regalos de ropa que las de peor situación económica, aunque la de la unidad 1, la más pobre de todas, era una excepción notable. Esta familia, que sólo había gastado $3.92 en ropa, recibió prendas regaladas por valor de $20.72.

La ropa era la primera en cuanto a artículos de confección en el hogar. Todas las familias se hacían parte de sus ropas, a veces con retazos y a menudo con sacos de harina de trigo, cosa que dificulta asignar un valor a la ropa hecha en casa. Pero si consideramos la cantidad pagada por el material (cuando era comprado), encontraremos que las familias invirtieron $65.01 en esta categoría.

Era grande la variación entre las familias en cuanto a dinero gastado en ropa y en cuanto a regalos de ropa recibidos. La familia 8 había invertido $192.64; en el otro extremo de la escala estaba la familia 1 con su desembolso de sólo $3.92. Excepto la de la unidad 6, todas las familias que gastaron más de $80.00 en ropa se contaban entre las siete más adineradas de la vecindad.

Generalmente, la familia que más invertía en ropa tendía a gastar menos en muebles. La 8, por ejemplo, primera en compras de ropa, era la decimotercera en compras de muebles. La familia 11 era la cuarta en adquisición de mobiliario, pero la décima en compra de prendas de vestir.

Sólo dos tipos de estas prendas eran comunes a todas las mujeres de la vecindad un vestido y un par de zapatos. Las veinte mujeres adultas de Panaderos poseían un total de setenta y cinco vestidos, un promedio de menos de cuatro cada una, mientras que las veinticuatro niñas (de 14 años y menos) tenían 152, un promedio de más de seis por cabeza. Cincuenta y nueve de los 227 vestidos (26 por ciento) habían sido hechos en casa.

La importancia de la confección de ropa variaba de una familia a otra, pero a excepción de la 6, era particularmente considerable entre las familias de gran número de hijos. La de la vivienda 4, que tenía ocho niños (la más prolífera de la vecindad), era también la que más ropa confeccionaba en casa. Además de las quince piezas para su nene de dos meses, la madre había hecho once vestidos, nueve batas y siete camisas, y su esposo, dos pares de zapatos.

Excepto la esposa de la vivienda 9, todas las mujeres de la vecindad poseían un rebozo, la tradicional mantilla mexicana, que puede servir para propósitos tan diversos como los de abrigarse, cubrirse la cabeza en la iglesia y envolver el bebé. Un rebozo bueno es algo caro y sólo había veintidós en la vecindad, o poco más de uno por mujer adulta.

Las batas, prendas de vestuario menos costosas, eran bastante comunes en la mayoría de las casas, aunque la madre de la unidad 11 y sus nueras no tenían ninguna. Las otras familias poseían un total de 105 batas, que se distribuían desde dos en la vivienda 13 (una mujer adulta) a dieciséis en la 14, en la que habitaban madre, hija y nieta. Veintiséis de las 105 batas (24.8 por ciento) habían sido hechas a mano o en máquina de coser en la casa.

La mayoría de las mujeres de la vecindad no tenían más de un par de zapatos y con frecuencia andaban por la casa y el patio descalzas. Sin embargo, las madres, por lo general, mantenían a sus hijos bien calzados, contándose cincuenta y cuatro pares de zapatos para los cuarenta y un niños de más de un año de edad.

Entre treinta y ocho mujeres y niñas de dos años o más se distribuían 116 pantalones interiores, a un promedio de alrededor de tres por cabeza. La familia 2 hacía algunos de sus pantalones femeninos y dos mujeres viejas de la vecindad no los usaban en absoluto.

La mayoría de las mujeres de Panaderos usaban sostenedores, excepto seis, incluidas las dos viejas que no llevaban pantalones. A menudo las jovencitas tenían sostenes, aunque sus progenitoras no.

Las medias eran raras: seis viviendas poseían un total de quince pares, muchos de los cuales pertenecían a las muchachas de la familia.

Las mujeres de sólo ocho de las casas de la vecindad poseían faldas y blusas. Muchas mujeres no usaban nunca este tipo de indumento. En cambio, sólo la mujer de la unidad 11 no tenía suéter.

Los pañuelos no eran usuales en la vecindad, entre las mujeres ni entre los hombres. De las ochenta y tres personas de Panaderos, sólo dos hombres y dos muchachas tenían pañuelos.

Siete abrigos se distribuían entre las mujeres, perteneciendo cinco a hijas de la familia. En general, los rebozos servían a las mujeres a modo de abrigos. La esposa de la unidad No. 5 tenía un chaleco, único en la vecindad.

La única bata de baño pertenecía a la unidad 6. Sólo una mujer adulta tenía un cinto, aunque las niñas de tres casas poseían cinco. La mujer de la vivienda 13 era la única persona en toda la vecindad que poseía un monedero. Y ninguna mujer de Panaderos tenía pantalones de vestir.

Todos los hombres de la vecindad poseían zapatos, un par de pantalones, una camisa y calzoncillos; pero sólo había un par de huaraches (sandalias). Los hombres de las unidades 1, 2 y 9 no tenían medias, y en las viviendas 1, 2, 5 y 7 no había camisetas en la época del inventario. Los únicos trajes existentes en la vecindad pertenecían a dos niños de la unidad 4 (comprados, probablemente para el sacramento de la confirmación); pero no tenían corbatas que los acompañaran. No había una sola corbata en toda la vecindad.

Cada uno de los hombres tenía alguna prenda que lo resguardaba del frío, *jackets* en la mayoría de los casos; pero dos hombres habían comprado sacos. Se encontraron suéteres en ocho familias, incluidas las dos más pobres (1 y 2). Los hombres de las unidades 4, 6 y 8 tenían *overalls* para trabajar.

En ocho de las catorce viviendas, los hombres (no se hizo el inventario de la ropa masculina en la unidad 12 y en la 10 no había hombres) tenían algún sombrero: sino una gorra, un sombrero de paja. Los hombres de seis familias poseían «playeras» o *pullovers;* el único traje de baño en la vecindad se encontró en la vivienda No. 8.

Las mujeres de la vecindad hacían menos ropa para los hombres que para ellas mismas o sus niños. La madre de la familia 4 había hecho siete camisas y su esposo dos pares de zapatos para los hijos varones; pero esto era más bien excepcional. La prenda masculina de confección doméstica más popular eran los calzoncillos. Dieciocho de los ochenta pares de calzoncillos (22.5 por ciento) habían sido hechos por las mujeres de la vecindad de Panaderos.

El ochenta por ciento de toda la ropa de la vecindad se había comprado nueva. Sin embargo, la mayor parte de la ropa de segunda mano no era comprada por las familias más pobres, sino por las de ingresos medios. La familiás más pobres tendían a comprar poca ropa y o bien se las arreglaban sin ella o se atenían a las que les regalaran. Por ejemplo, el matrimonio de ancianos de la unidad 1 sólo tenían una prenda de vestuario comprada por ellos; las restantes (cuarenta y tres) eran regalos de amigos y familiares.

Los 652 artículos de indumentaria de procedencia nueva se habían comprado en cuarenta y ocho lugares diferentes. Sin embargo, bastante más de la mitad de las compras (58.3 por ciento) se habían hecho en mercados de la Ciudad de México. El de Tepito por si solo daba razón de 208 de las adquisiciones (31.9 por ciento). La mayor parte de las restantes compras en mercados se habían hecho en el de Morelos (la colonia a que pertenecía la vecindad) y en los de La Lagunilla y La Merced.

Alrededor del 15 por ciento de la ropa nueva se había comprado dentro de la vecindad misma a vendedores ambulantes. De manera que, a despecho de la gran diversidad aparente de orígenes de ropa, casi todas las prendas de vestir nuevas se habían comprado en relativamente pocos lugares. Sólo quince prendas procedían de tiendas del distrito comercial de la Ciudad de México y sólo el 7.1 por ciento de toda la ropa nueva se compró en alguna clase de tienda.

Casi toda la ropa de segunda mano se compraba en el mercado de Tepito. De las 162 prendas de uso, 144 (el 89 por ciento) procedían de ese lugar. La mayor parte de las restantes se habían comprado en la vecindad, a vendedores o a vecinos.

Las donaciones de ropa eran comunes entre familiares y representaban la tercera parte de todos los regalos. En total cuarenta y seis intercambios de ropa en forma de regalos se apuntaron en los inventarios. Quince se efec-

tuaron entre familiares residentes en la vecindad, con más frecuencia entre hermanas; pero es sorprendente que los esposos no intercambiaran regalos de ropa en grado importante. Sólo un esposo había dado ropa a su esposa como «regalo» y dos esposas habían hecho obsequios de ropa a sus esposos.

Obsequios de ropa de padrinos a ahijados ocurrieron en cinco casos, mientras que las comadres habían intercambiado regalos en tres. La ropa se adquiría a menudo como regalo de amigos, pero sólo en la familia 1 era esto una fuente de importancia.

Las prendas de vestir duraban poco entre las familias de Panaderos. El tiempo medio de posesión de todas ella era de sólo 9.9 meses. De esto se daban tres razones importantes, cuando menos. La falta de suficiente ropa hacía que las familias usaran todos los días unas pocas prendas básicas, lo que las gastaban más pronto. Además, gran parte de la ropa era de calidad inferior, lo que contribuía a acortar su vida. Por último, las familias tendían a vender sus prendas de vestir en días de necesidad o de algún tipo de crisis. Por ejemplo, el esposo de la familia 8 vendió buena parte de una vez amplio ropero de la familia durante una borrachera prolongada, dejando a su mujer sólo con un vestido roto.

Como la mayoría de las otras posesiones existentes en las viviendas de Panaderos, la ropa rara vez duraba lo bastante para original en el usuario algún verdadero apego o sentimiento hacia ella. Ningún miembro de la vecindad podía recordar una experiencia lejana que un vestido o rebozo particular le trajera a la memoria.

Después de los muebles y la ropa, las herramientas y los materiales de trabajo ocupaban el siguiente lugar en la distribución de las compras de las familias de la vecindad, representando el 7.9 por ciento de todo lo comprado. Esta categoría superaba a la ropa de cama, los utensilios domésticos, las joyas y las restantes partidas. Tres familias, sin embargo (4, 5 y 7), daban razón del 81.7 por ciento de estas compras. El hombre de la unidad 4 trabajaba en su casa como zapatero y los otros dos cabezas de familia fabricaban botellones con cesto de juguete en sus respectivos hogares. Los tres, por tanto, necesitában tener a mano herramientas y materias primas, lo que, entre paréntesis, requería un mínimo de capital.

En contraste con los muebles y la ropa, casi todas las herramientas y materias primas se compraban de uso. El hombre de la unidad 9, por ejemplo, que trabajaba en su casa como zapatero remendón, tenía cincuenta hormas, dos alicates, dos chavetas, un martillo, tenazas y otros útiles, todos los cuales había comprado de segunda mano. También tenía suelas de cuero y Neolite, tacones de madera y de goma, plantillas de diferentes tamaños y tres

bolsas de cuero para zapatos de señoras, que asimismo había comprado de segunda mano. Sólo sus varios paquetes de clavos, una latica de pegamento, medio metro de papel para primeras suelas y algún betún eran nuevos de procedencia. Este hombre tenía sus herramientas y accesorios desde hacía cinco a nueve años; pero su reducido capital lo obligaba a renovar su provisión de clavos, suelas, tacones, pegamentos, etc., cada pocos días.

A diferencia de la mayoría de los objetos domésticos, las herramientas, por lo general, llevaban en manos de sus propietarios un tiempo comparativamente largo: cinco y medio años por término medio. Las razones de este insólito tiempo de posesión eran dos. La mayoría de las herramientas no se gastan sino después de mucho uso; pero lo que es más importante, representan en muchos casos el medio de vida de la familia. Incluso en los tiempos más duros, un zapatero u otro artesano vacilará en vender o empeñar el mejor recurso de que dispone para rebasar la crisis.

Los útiles para el hogar ocupaban el cuarto lugar en valor de compra en la vecindad de Panaderos, equivalente al 7.1 por ciento del total. Tres máquinas de coser, propiedad de las familias 3, 9 y 10, daban razón de aproximadamente un tercio de los $294.25 de esta categoría. Las máquinas de coser de las unidades 3 y 9 fueron compradas de segunda mano a plazos. La de la unidad 10 pertenecía a la anciana de 60 años que era la encargada de la vecindad. Su hija, quien vivía a su lado en la unidad 11, la había comprado nueva para ella por $70.40 al contado. En los tres años transcurridos desde la adquisición, la hija la había empeñado tres veces para pagar deudas.

Un importante renglón de esta categoría era una instalación eléctrica que por lo general consistía en un toma corriente, un chucho y una o más extensiones. Las instalaciones eléctricas importaban tanto como $24.00. Menos las unidades 5, 10 y 13, todas las viviendas tenían instalaciones de este tipo.

Cada familia tenía una plancha eléctrica cuando menos, y dos de ellas (1 y 5) tenían dos. La mujer de la unidad 1 tenía una muy pequeña que había comprado varios años antes del estudio; pero como le había resultado insatisfactoria, había comprado otra, nueva, por $2.64 a plazos, pagando un peso a la semana. La plancha de una de las mujeres estaba rota y como no podía pagar el costo de su reparación, tenía que pedir prestada a una vecina la suya.

Sólo seis de las dieciséis planchas habían sido compradas nuevas. Todas menos una de las planchas de uso se había adquirido en el mercado de Tepito y la otra en la vecindad misma. Las planchas nuevas vinieron del mercado de Lagunilla o de una tienda del centro de la ciudad.

Dos de las familias más acomodadas, la 3 y la 7, eran las únicas de la vecindad que tenían tablas de planchar. Todas las otras mujeres tenían que planchar extendiendo una toalla o una tela gruesa sobre una mesa.

Todas las viviendas tenían una escoba y casi la mitad de ellas tenían dos. Estas escobas eran, por lo general, de tosca fabricación manual y se compraban a vendedores rurales que las vendían en las plazas. El constante barrido de los pisos de cemento, tierra y piedra las gastaba rápidamente. Como nadie de la vecindad usaba cestos de basura y generalmente se acostumbraba botar todo lo inservible en el suelo, el trabajo de las escobas era casi constante.

Todas las familias, menos dos, tenían tijeras. En una de esas dos, las tijeras se habían perdido recientemente en la casa de empeños, y en la otra las habían perdido uno de los niños. En ambos casos serán con toda seguridad reemplazadas lo antes posible.

Todas las mujeres de la vecindad cosían. Todas hacían sábanas y ropa interior para los niños con sacos de harina, y muchas confeccionaban culeros y pañales para bebés y ropas de niños. También remendaban ropas, incluida la de cama. Como se hacía con todo lo demás, las mujeres rara vez compraban las agujas y el hilo por adelantado, limitándose a adquirir lo que necesitaran para el propósito específico que tuvieran, aunque ni las agujas ni el hilo eran caros. No tenían costureros con hilos de varios colores. El hilo de color lo compraban en el momento en que lo necesitaran o, lo que era más frecuente, cosían con hilo blanco, gastando la pequeña cantidad que compraban. Cuatro de las familias no tenían hilo a mano en la ocasión del estudio y otras cinco no tenían más que un carretel cada una. Las otras tenían dos o tres. Todas menos una tenían agujas, pero cinco no tenían más que una sola y todas excepto cuatro tenían menos de cinco. La mitad de las familias tenían dedales.

Doce de las familias poseían ganchos para colgar ropa, pero sólo una tenía cepillo de ropa. Tres tenían plumeros (de plumas). Menos de la mitad de las viviendas poseían un cepillo de raíz; como la mayoría de los pisos eran de tierra, se les barría con escoba.

En toda la vecindad, en la que casi todos los hombres y muchas de las mujeres fumaban, sólo había dos ceniceros. Pertenecían a las unidades 3 y 7, dos de las más adineradas de Panaderos, y sólo se usaban cuando había visita. De ordinario los cigarros se apagaban contra el suelo, al igual que en las otras doce viviendas.

La mitad de las familias tenían relojes despertadores o de pared. Ninguna de las más pobres tenía reloj, pero todas las más acomodadas sí. En la unidad 7, la de mejor situación económica, el reloj de pared era una pieza cara y decorativa por la que habían pagado $14.80 a plazos. Los relojes de las otras familias eran mucho menos valiosos.

La conciencia del tiempo y la puntualidad se estaban convirtiendo en un rasgo particularmente importante de la vida de estas familias. Las mujeres que no tenían reloj expresaban el deseo de poseer uno y frecuentemente preguntaban la hora a sus vecinas. La madre de la unidad 4, por ejemplo, dijo que necesitaba el reloj para alimentar a su bebé conforme al programa y mandar los niños a la escuela a tiempo. Cuatro de las familias que no tenían reloj tomaban la hora a través de sus radios; pero tres de ellas no tenían radio tampoco.

Sólo la mitad de las familias de Panaderos tenían petates,[4] una de las posesiones esenciales en otro tiempo de los más pobres. Muchas de las familias habían dormido sobre petates en épocas pasadas, pero eso no era ya necesario para la mayoría de los vecinos de Panaderos, porque, si no tenían espacio en la cama, dormían en el suelo envueltos en frazadas o cobertores. Comúnmente, los petates se usaban como alfombras.

Todas las familias tenían cubos para agua, porque, con sólo dos llaves de agua en el centro del patio de Panaderos, toda el agua tenía que ser llevada a las viviendas. Las catorce familias poseían un total de cuarenta y tres cubos. Tinas para lavarse o bañar los niños eran también necesarias, y todas las viviendas menos una tenían alguna clase de tina. Había veintiuna en la vecindad, muchas de ellas bastante grandes. Por el contrario, menos de la mitad de las familias tenían palangana y sólo cuatro poseían palanganeros. En sólo tres de las catorce familias, una persona tenía cepillo de dientes.

No había lámparas de mesa eléctricas, sino sólo tres faroles, dos de gasolina y uno de kerosén. Los usaban para trabajar de noche los tres hombres de la vecindad que hacían trabajos de hojalatería frente a sus casas. El cuarto vecino que trabajaba de noche afuera había colgado un bombillo eléctrico sobre su mesa de trabajo.

No había más que una escalera en la vecindad y sólo un calentador eléctrico. Las trece familias que carecían de calentador no tenían manera de evitar la baja temperatura durante las noches frías, sino mediante el uso del fogón de la cocina.

Entre los objetos menos comunes existentes en la vecindad se contaban tres irrigadores, una jeringa y tres ojeros.

[4] Esterilla de palma para dormir sobre ella (UTEHA). (N. del T.)

TABLA No. 3

VALOR TOTAL (EN DOLARES U.S.A.) DE LOS BIENES MATERIALES (INCLUYENDO LOS COMPRADOS, LOS REGALOS Y LOS OBJETOS HECHOS EN CASA) DE LOS 14 HOGARES DE UNA VECINDAD DE LA CIUDAD DE MEXICO, 1959.

CATEGORIA	HOGARES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Muebles	24.12	13.02	120.98	25.04	109.08	48.80	526.88	19.36	102.80	78.08	111.24	76.24	123.72	88.16
Utensilios domésticos	9.88	8.30	48.58	10.36	18.36	9.82	28.73	15.10	34.75	84.56	11.98	5.36	5.44	21.42
Enseres de cocina	13.26	4.52	28.11	12.50	28.32	5.84	14.34	8.69	17.74	48.23	64.36	11.37	14.48	23.72
Objetos religiosos	37.52	32.19	11.86	6.50	19.28	24.46	6.24	6.04	5.96	12.56	31.44	2.08	3.42	10.98
Adornos del hogar	3.39	7.13	8.08	.56	21.42	15.84	4.00	10.64	11.52	17.32	18.08	2.32	2.70	.96
Ropa de cama	5.76	17.60	35.68	9.84	43.60	16.00	38.16	49.20	15.14	14.40	24.56	2.75	13.04	26.40
Ropa personal	24.64	28.30	198.64	64.00	87.36	161.20	140.34	205.96	33.94	88.56	61.04	25.42	69.96	167.16
Herramientas	0.00	6.08	0.00	64.64	71.54	13.22	134.38	0.00	20.84	0.00	0.00	0.00	14.68	11.68
Animales	0.00	0.00	.08	0.00	.64	0.00	0.00	.36	.46	.80	1.12	0.00	9.76	3.76
Plantas	0.00	.80	.28	0.00	0.00	0.00	.96	0.00	0.00	0.00	6.72	0.00	1.28	1.92
Atavío personal	.16	1.32	15.21	1.46	34.76	6.70	24.48	39.16	3.28	8.48	1.36	1.26	0.00	1.80
Juguetes	0.00	0.00	0.00	1.44	71.36	2.32	17.14	9.00	16.44	0.00	0.00	1.20	14.64	0.00
Medicamentos	2.40	0.00	0.00	.21	.08	0.00	1.13	.60	5.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	121.13	119.26	467.50	196.55	505.80	304.20	936.78	364.11	268.71	352.99	331.90	128.00	273.12	357.96

Las familias de mejor posición no sólo poseían más objetos de esta categoría (165 piezas las siete más acomodadas contra 104 de las siete más pobres), sino también mayor variedad de ellos. La familia 5, por ejemplo, segunda en total general de compras, poseía cuando menos un artículo en más de dos tercios de las cuarenta y seis variedades de equipo doméstico encontradas en la vecindad. En cambio, la familia 2, decimotercera en compras totales, sólo tenía dieciocho de los cuarenta y seis tipos de artículos (39.1 por ciento). Esta familia no tenía palitos de tendedera, tina, tijeras dedal, sacos para guardar cosas, cenicero, palangana, cepillo de raíz, de ropa, de dientes, y no digamos máquina de coser o reloj.

Excepto planchas y máquinas de coser, la gran mayoría de los objetos de esta categoría se compraban nuevos al contado, cualquiera que fuese la pobreza relativa de las familias. De los 269 renglones, 225 se compraban nuevos (83.6 por ciento). Las razones eran obvias, hasta cierto punto: lo difícil que sería comprar de uso ciertos artículos como escobas, palitos de tendederas y cepillos de dientes (en caso de que se desearan) y el comparativamente pequeño desembolso que su adquisición requería. No obstante, las familias mejor situadas tendían a comprar nuevas más cosas de esta categoría que de las otras, habiendo sido comprado todo nuevo al contado en algunos casos. En el otro extremo de la escala, una familia (la 12) se veía obligada a comprar de segunda mano toda la habilitación doméstica.

Aunque los utensilios domésticos habían sido comprados en cuarenta y dos lugares diferentes, una vez más la adquisición se concentraba en los mercados y la vecindad. De los artículos nuevos, 44.4 por ciento se compró en mercados y plazas, más de la mitad de ese porcentaje en el de Tepito. Dieciséis de los cuarenta artículos de segunda mano se compraron también en Tepito (40 por ciento). Los objeto nuevos comprados dentro de la vecindad representan poco más del 20 por ciento del total. Más del 40 por ciento de los bienes de uso se compraron en Panaderos a residentes cercanos o vendedores, vecinos también por lo general.

Los útiles para el hogar no constituían regalos populares en la vecindad. Sólo diecisiete de tales obsequios figuraban en los inventarios, catorce de ellos entre familiares o comadres.

El período de uso de los artículos domésticos era corto. En algunos casos esto se debía al carácter perecedero del objeto, pero más a menudo era a causa de rotura o pérdida y, a veces, de empeño o venta. Por término medio, el equipo doméstico sólo estaba dos años en poder de las familias de Panaderos. La ropa de cama era la quinta en valor de compra entre las catorce familias de Panaderos y representaba el 6.8 por ciento del total. Todas las familias

tenían sábanas, almohadas y una o más frazadas o cobertores. Pero como cobertores y frazadas eran caros, con un costo de $3.20 a $16.00 cada uno, sólo en las viviendas más adineradas (como la 5) se encontraron hasta trece piezas de ropa de cama. La familia 5 pagó $40.40 por sus artículos de cama y fue la segunda en compras de esa categoría. La familia 8, primera en tales compras, gastó $47.84 en ropa de cama; pero sólo tenía dos frazadas, tres cobertores y tres sábanas, aparte de dos almohadas y tres sábanas confeccionadas en casa. Las frazadas habían costado $16.00 cada una, lo que explica el alto desembolso en relativamente pocos artículos.

La vivienda 7 gastó $37.44 en ropa de cama, incluyendo $14.00 en una sobrecama de seda, única en la vecindad. La unidad 3 fue la cuarta en desembolsos para ropa de cama. Esta familia gastó $31.04 en esta categoría, principalmente en cuatro frazadas, cuatro cobertores, cuatro almohadas y seis fundas. Había hecho también seis sábanas, lo que le daba un total de treinta prendas de cama, el más alto de la vecindad.

Las unidades 3, 5, 7 y 8 daban cuenta de $156.72 del total de $279.11 gastado en ropa de cama, o sea el 56 por ciento. Las cincuenta y tres prendas de cama que habían adquirido fueron compradas nuevas, de ellas el 70.6 por ciento a plazos. Las otras tres familias de Panaderos de mejor situación económica presentaban un cuadro similar en esta categoría.

Las familias de más bajo ingreso solían comprar nueva también la ropa de cama, pero adquirían artículos más baratos y confeccionaban a mano más ropa de cama que las familias de más alto ingreso. Al igual que éstas, las familias más pobres compraban a plazos la ropa de cama más cara. De los $41.72 pagados por las siete familias de posición más baja por su ropa de cama, $25.60 (el 61.3 por ciento) fue en compras a plazos.

El sitio más popular para la compra de ropa de cama era la vecindad misma. Treinta y seis de los 121 artículos nuevos (29.8 por ciento) habían sido comprados en Panaderos. Un quinto de la ropa de cama nueva procedía del mercado de Tepito, donde se había mercado también toda la ropa de cama de segunda mano. Los otros mercados sólo daban razón del 17 por ciento de las compras de prendas de cama nuevas. Los residentes en Panaderos hacían algún uso del distrito comercial de la ciudad para adquirir ropas de cama, habiendo comprado uno de cada seis artículos en una tienda del centro de la ciudad.

Setenta piezas de ropa de cama fueron hechas en la casa. Estas confecciones incluían almohadas, sábanas, fundas, colchas, sobrecamas, sarapes y cojines, así como también cortinas. Once de las catorce familias de la vecindad tenían

algunas de estas piezas a mano y todas habían sido hechas en casa. Las sábanas eran la costura más popular y sumaban treinta y ocho entre los setenta confecciones a mano (54.3 por ciento). Diez de las catorce viviendas tenían en sus camas sábanas hechas en casa y en nueve de estos casos eran las únicas sábanas que tenían. Dos tercios de esta familias se encontraban entre las de más baja posición.

Aunque las familias de más alta posición seguían también la costumbre de hacer ropa de cama en casa, sábanas particularmente, las siete más pobres daban razón del 68.6 por ciento de los artículos de esta categoría hechos en casa.

Excepto algunas colchas de franela y sobrecamas y sarapes de algodón, la ropa de cama era de «manta», tela de algodón muy barata. Con este material se hacen los sacos de harina de trigo, y las mujeres de la vecindad o bien compraban sacos de harina o bien los adquirirían vacíos sin costo alguno de amigos y familiares, o bien los compraban baratísimos a los vendedores. Cuatro sacos de manta daban una sábana de tamaño corriente.

Rara vez se hacían obsequios de ropa de cama dentro de la vecindad. Sólo cuatro de tales donaciones estaban anotadas: dos hechas por amigos, una por la nuera de una mujer y otra por la hija de una mujer.

Con excepciones menores, la ropa de cama era reemplazada con bastante frecuencia por las familias, generalmente a causa del desgaste, pero a veces también por venta. El tiempo de posesión medio de todos los artículos de esta categoría era de sólo 1.7 años.

La inversión de las catorce familias en equipo de cocina variaba de 0.8 a 17.8 por ciento de sus desembolsos totales en cultura material. En términos de dinero, variaba de 2.72 (unidad 6) a $42.63 (unidad 10). En enseres de cocina se habían gastado $230.36, el 5.6 por ciento del total.

En términos generales, las familias más adineradas invertían más en equipo de cocina que las pobres, pero habían algunas excepciones notables, particularmente la familia 8, que sólo había gastado $3.48 (1.0 por ciento de su inversión total) en utensilios de cocina, y la 7, con un desembolso de sólo 0.8 por ciento ($7.70) en estas necesidades. En valor de compra, la familia 7 era la décima y la 8 la duodécima en esta categoría, aunque en compras de todas las categorías eran, respectivamente, la primera y la cuarta.

Los fogones eran el principal mueble de cocina en términos de dinero, representando el 17.5 por ciento del valor del total comprado. Cada familia tenía algo en que cocinar, pero las más pobres tenían que depender de los tradicionales braseros y «comales», discos de barro que se colocan sobre carbón en el piso. La familia 1 tenía un brasero de segunda mano, que le había sido regalado por un vecino. La 2 sólo tenía un comal hecho en casa, el cual, apoyado en tres piedras, constituía el fogón en que se hacía la comida, tortillas de maíz principalmente. La familia 6 tenía dos hornillas de carbón por las que había pagado $0.96. La 3 tenía un comal, pero también una hornilla de kerosén. Las restantes familias tenían fogones u hornillas de kerosén cuyo valor fluctuaba entre $0.40 y $15.60.

Dos familias (11 y 12) tenían dos fogones cada una, a fin de disponer de más quemadores a la hora de cocinar. La 11 había pagado $8.00 por sus dos fogones ambos comprados nuevos diez y cinco años antes del estudio), mientras que la 12 sólo invirtió $4.24 en un fogón de dos hornillas y uno de una. Habían sido comprados ocho meses y dos años antes del estudio.

La mayoría de los fogones se habían comprado nuevos al contado, por lo regular en el mercado de Tepito o el de La Lagunilla. Uno se compró a plazos en el distrito comercial; dos eran de segunda mano y se habían comprado en la vecindad. Tres familias habían recibido regalos de hornillas, dos de uso y una nueva. Las de uso habían sido regaladas por una hija (unidad 3) y una madre (unidad 8); la hornilla nueva le fue dada a la familia 7 por el PRI (el partido político mexicano en el poder), como recompensa por la ayuda prestada durante las elecciones presidenciales de 1958.

Había dos enseres de cocina que todas las familias de la vecindad tenían: ollas y cucharas. Las primeras, de barro, se usaban para cocinar todo alimento que no se asara. Cada familia tenía varias ollas de diferentes tamaños para cocinar y guardar alimentos, y hasta la más pobre (la 1) tenía quince diferentes tamaños y formas de estos utensilios. Las ollas eran relativamente baratas (costaban desde cincuenta centavos mexicanos las más pequeñas hasta diez pesos las más grandes) y casi siempre se compraban nuevas en alguno de los mercados, a menudo el de Tepito.

Algunas de las familias más adineradas tenían menos ollas que muchas de las más pobres, lo que no se debía a falta de fondos sino, al parecer, a un abandono parcial de la tradición culinaria. Por ejemplo, una familia (la 3) tenía ocho ollas de barro, pero las completaba con cuatro de aluminio. La familia 5 también tenía una olla de aluminio, siendo estas dos familias la únicas de Panaderos que poseían vasijas de ese metal para cocinar, aunque cinco tenían marmitas de cobre.

Todas las familias menos dos tenían cazuelas de barro: vasijas de boca ancha diferentes de las ollas, que son de boca estrecha. Las cazuelas, generalmente, costaban algo más que las ollas; por consiguiente, entre doce familias sólo se distribuían sesenta y una (promedio: 5.1), en comparación con 122 ollas, un promedio de 8.7 para cada una de las catorce familias. Cuatro viviendas tenían cacerolas con mango.

Doce familias poseían sartenes, nueve de ellas más de uno. Las dos familias sin sartén freían en un comal.

La mayoría de los alimentos sólidos se comían con los dedos, a menudo con ayuda de una tortilla para envolver el alimento o a modo de cuchara. Sólo dos familias tenían tenedores (cuatro cada una) y siete poseían cuchillos de mesa. Las que carecían de tales cuchillos tenían uno o más cuchillos de cocina para cortar carne, frutas u hortalizas. Cada familia tenía por lo menos cuatro cucharas, que se usaban para cocinar y tomar sopas, y una familia (la 5) tenía cincuenta. La familia promedio en la vecindad poseía catorce cucharas.

Las diversas clases de vasijas para beber incluía desde los jarros tradicionales (vasijas de barro con asa) hasta vasos de cristal decorados. Siete de las catorce familias tenían jarros, y todas menos una eran dueñas de vasos de cristal corrientes. El número de vasos variaba entre las familias de cero (la 9) a setenta y seis (la 14). La algo exorbitante acumulación de vasos se circunscribía a unas pocas de las familias de mejor posición. Aparte de los setenta y seis vasos de la familia 14, la 7 tenía sesenta, la 11 cincuenta y ocho y la 10 cincuenta y seis. Estas cuatro familias daban razón de 250 de los 340 vasos de la vecindad (73.5 por ciento), con un valor de $27.48. De esta cantidad, $18.80 (68.4 por ciento) estaban representados por regalos principalmente en la familia 11, donde el hijo había regalado a su mamá $16.00 en vasos decorados en distintos Días de las Madres.

Los vasos comprados por las familias no lo eran siempre con tal carácter. Muchos de ellos —fue imposible determinar su número— habían sido comprados como lámparas votivas y habían sido relegados a usos más mundanos cuando sus velas se consumieron.

Cuatro familias, todas del grupo más acomodado, poseían vasitos y copas para licores. La mitad de las viviendas tenían tazas de loza, siendo, generalmente, las que no tenían jarros. La familia 1, por ejemplo, no tenía ninguna taza de loza, pero sí veinticinco jarros. Cinco familias tenían cafeteras y ocho, «coladeras» (coladores).

La mitad de las familias tenían jarras para contener y servir líquidos, como agua, leche y pulque. Este último es una bebida alcohólica suave que se hace con jugo de maguey fermentado. La familia 2 tenía un recipiente especial para el pulque. Cuatro familias poseían damajuanas para guardar pulque o «chinchol».[5]

Todas las familias menos una tenían «molcajete», mortero para machacar ajíes y otras especias. Sin embargo, otro tradicional utensilio mexicano de cocina, el metate o piedra para moler, sólo se encontró en seis de las viviendas. Cuatro tenían «molinillos», batidores para hacer un chocolate espumoso. Entre los objetos poseídos por una sola familia se contaban un prensador para hacer tortillas de maíz, una tabla para picar, una salsera y una mantequillera.

Los platos de todas las familias eran de loza barata, de barro o de hojalata esmaltada. Una familia (la 10) tenía un juego de platos de loza, de seis piezas, que había comprado catorce años antes por $10.80. Pero los platos de hojalata esmaltada eran los más populares, por baratos (de ocho a dieciséis centavos) e irrompible.

Cinco de las familias tenían «charolas», bandejas para servir bebidas y refrescos, la mayoría de ellas recibidas como obsequios. En realidad, muchos de los objetos insólitos existentes en la viviendas había sido regalos. Por ejemplo, a la mujer de la vivienda 3 le habían regalado una charola y seis vasitos, dos cacerolas de aluminio grandes y seis vasos de aluminio decorados como presentes de sus hijas por el Día de las Madres. Los vasos de aluminio eran los únicos en la vecindad. La de la vivienda No. 5 recibió seis vasitos, un plato de caramelos y un especiero por el Día de las Madres. En total, 188 objetos como vasos y bandejas habían sido dados como regalo. Setenta y uno de éstos eran de hijas e hijos a sus progenitoras, generalmente con motivo del Día de las Madres. Los regalos entre hermanas venían después en importancia, habiendo cambiado de dueño de este modo treinta y cinco artículos. Significativamente, los esposos no dieron a sus esposas ni un solo artículo de esta categoría en calidad de regalo.

Cinco familias tenían latones de basura, cuatro tenían saleros de mesa, tres poseían tapas para cazuelas y dos poseían «aventadores», abanicos o especie de esteras redondas que los pobres usan para aventar el fuego; dos también poseían azucareras y «portaviandas» (cantinas).

---

[5] Chinchol es la marca registrada de un insecticida. Este nombre fue dado por extensión a la bebida resultante de la mezcla de alcohol con hojas de naranja, menta y prodigiosa.

Casi el 90 por ciento de los utensilios de cocina se habían comprado nuevos, siendo los de uso, por lo general, de naturaleza duradera. Por ejemplo, la familia 3 compró utensilios de cocina nuevos por valor de $16.01, mientras que sólo gastó $2.78 en artículos de segunda mano. Estos últimos consistían en una cacerola de aluminio grande, tres tazas de hojalata y dos de aluminio, una marmita de hojalata grande, un sartén de aluminio grande y un cuchillo de cocina. De segunda mano compraron también dos jarras de cristal. Cuatro de estos objetos se compraron en la vecindad, tres en el mercado de Tepito y otros cuatro en la Plaza Morelos.

Tres cuartas partes de los utensilios de cocina habían sido comprados en mercados. Más de la mitad procedía del área inmediata a Panaderos, bien en la vecindad misma, bien en los mercados de Tepito o de Morelos. Tepito por sí solo daba razón del 21.7 por ciento de los objetos de esta categoría comprados nuevos. El mercado de La Merced era también una fuente popular de utensilios de cocina, habiéndose comprado allí el 17.5 por ciento del total. Todos los utensilios de cocina de segunda mano se adquirieron en la colonia: diez dentro de la vecindad, trece en Tepito y tres en la plaza Morelos.

Pese a la naturaleza frágil de objetos tales como ollas, vasos y tazas, el tiempo de posesión del equipo de cocina no era notablemente breve, al menos comparado con el de algunas de las otras categorías. Los objetos de cocina permanecían en posesión de sus dueños un promedio de 2.5 años, más que la ropa, las joyas, la ropa de cama y los útiles para el hogar. En cambio, dicho promedio era muy inferior al de los muebles, los ornamentos domésticos, las herramientas y los objetos religiosos.

Dentro de la vecindad de Panaderos, 147 imágenes de santos católicos adornaban las paredes de las pequeñas viviendas, lo que da un promedio de más de diez por apartamento. El número de santos variaban de tres (unidad 12) a veintitrés (unidad 2). Estaban representadas cuarenta y seis imágenes y escenas bíblicas diferentes, siendo la más común la Virgen de Guadalupe, patrona de México (y de las Américas), que aparecía en todas menos una de las viviendas (la 3) un total de veinticuatro veces.

La Virgen de San Juan de los Lagos estaba representada dieciocho veces; el Corazón de Jesús, once veces; la Virgen del Sagrado Corazón, nueve veces, al igual que San Martín de Porres; la Virgen María aparecía (como tal) seis veces; el Señor de Chalma y la Virgen del Perpetuo Socorro estaban en cinco cuadros; el Señor del Huerto, el Niño de Atocha y la Virgen Dolorosa estaban representados cuatro veces; tres familias tenían a San Ramón Nonato y la Sagrada Familia; San Francisco, el Divino Pastor, la Divina Providencia, el Sagrado Corazón y la Virgen del Carmen aparecían dos veces cada uno, al igual que la Ultima Cena. La Natividad estaba en una vivienda.[6]

Estas imágenes representaban un valor de $210.52, de los que $107.91 habían sido gastados por las familias y $102.46 vinieron como regalos.

Como antes se dijo, cada vivienda tenía un altar, adornado con flores en floreros en cuatro casas, con luces de altar en dos y con velas benditas en siete. El altar de la familia 14 tenía un paño.

Había también altares decorados con figuritas del Niño Jesús (en siete viviendas), San José (en tres), la Virgen María (en tres), la Virgen y el Niño (en una) y Jesucristo (en siete).

Otros objetos religiosos encontrados en la vecindad incluían rosarios (seis en dos casas), «doctrinas de confirmación» y velas de confirmación (en la misma vivienda).

Los objetos religiosos representaban el 2.6 por ciento de todas las compras, con una variación de 0.4 por ciento (familia 7) a 25.9 por ciento (familia 1). La familia 1, que no era más que la novena en cualquiera de las otras categorías y la última en valor total de compras, era la primera en valor total de objetos religiosos.

Las familias más pobres tendían a gastar mayor parte de sus ingresos en objetos religiosos y a recibir más de ellos como regalo. Las familias 1 y 2, las más pobres de la vecindad, gastaban casi tanto en tales objetos como en muebles (21.37 contra $27.32) y el valor total de sus pertenencias religiosas, incluidos los regalos, excedía en mucho el de sus muebles ($69.71 contra $37.14). El 29 por ciento de los bienes materiales de estas dos familias estaba representado por imágenes y objetos religiosos. En conjunto poseían treinta y siete cuadros de santos, además de figuritas, calendarios y velas.

En contraste con estas dos pobrísimas familias, las más adineradas (5 y 7) gastaban alrededor de treinta veces más en muebles que en objetos re-

---

[6] Los santos que aparecían en una sola familia eran: la Virgen del Rayo, el Espíritu Santo, la Virgen de la Soledad, el Angel de la Guarda, la Virgen del Gran Duque, el Divino Rostro, el Señor de la Soledad, el Señor de la Cañita, la Virgen de la Covadonga, Santa Elena, Jesús y los Niños, la Sagrada Trinidad, San Antonio de Padua, San José, Cristo Rey, la Virgen de los Remedios, la Virgen de Fátima, la Virgen del Buen Consejo, San Miguel del Milagro, el Niño de las Canicas, la Virgen de Lupe Veladora y San Martín Caballero. Las últimas nueve estampas, así como las dos de la Virgen del Carmen y el Sagrado Corazón, se encontraron en la familia 2.

ligiosos ($628.56 contra $18.16) Estos sólo representaban el 1.8 por ciento de los bienes materiales de dichas dos familias.

Casi sin excepción, los objetos religiosos se compraban nuevos. En sólo dos familias (1 y 14) se encontraron objetos religiosos de segunda mano y eso sólo en cuatro casos. En otros pocos casos, los objetos religiosos se habían recibido de manos de familiares, principalmente de madres a hijas.

Muchos de los cuadros de santos de la vecindad habían sido comprados a vendedores ambulantes, a quienes se hacía más de la cuarta parte de las compras religiosas. Otro tercio de los objetos de esta categoría se había comprado en mercados, principalmente el de Tepito, y el resto procedía de iglesias, peregrinaciones, tiendas, amistades y vecinos.

Los regalos de objetos religiosos eran muy estimados por muchas familias, particularmente como símbolos del vínculo con padrinos. Veintinueve de tales objetos habían sido intercambiados entre los compadres de la vecindad. Hijos e hijas regalaban en ocasiones imágenes de santos a sus padres, pero las hermanas, que solían intercambiarse otros regalos, no se obsequiaban objetos religiosos.

Significativamente, estos objetos eran retenidos más tiempo que cualquier otro tipo de bienes materiales. El tiempo medio de posesión en esta categoría era poco más de cinco años, lo que era notable en esa vecindad. Unos pocos cuadros heredados eran considerados casi como un legado inapreciable y se les tenía en gran estima.

Las viviendas de Panaderos estaban adornadas de tres modos principales: con los citados cuadros de santos, con calendarios (a menudo con motivos religiosos también) y con fotografías de la familia. Los calendarios eran recibidos de las casas de comercio como propaganda y rara vez se los compraba. Se los usaba para llevar la cuenta de los días y los meses, pero su principal atracción residía en las policromas escenas que presentaban. Cuatro familias no tenían calendarios, pero en las diez restantes había treinta y seis adornando la paredes.

Excepto una vivienda (la 4), todas las familias tenían al menos una fotografía de un miembro de ella, generalmente puesta en un marco y a menudo en color. Seis de las viviendas tenían diez o más fotos colgando de la pared. Eran 102 en toda la vecindad, lo que da un promedio de más de siete por familia. Los vecinos de Panaderos habían gastado un total de $82.38 en tales fotografías, casi el 90 por ciento de los gastos en esta categoría.

Sólo esporádicamente se encontraron otros adornos en las viviendas. Dos de ellas tenían vasos y maceteros pintados y cinco poseían figuritas de animales de cerámica. Sólo una familia, la 5, tenía adornos de Navidad, que consistían en siete ornamentos y cinco farolitos de árbol pascual y las figuras de un pastor y una vaca para un retablo de Belén. Una familia tenía cuadros de acontecimientos históricos; otra tenía en un marco el retrato de un ex presidente de la república, y una tercera adornaba su pared con una pintura de flores. Los adornos se conservaban un promedio de 3.5 años, aunque muchas fotografías databan de quince o veinte años atrás.

Las joyas, incluidos los relojes-pulseras, representaban el 3.1 por ciento del valor de todos los artículos comprados por las catorce familias. El total ascendía a $126.32, todo virtualmente invertido en objetos nuevos. Los relojes y medallas daban razón del 80.9 por ciento del importe de todas las joyas. Cuatro familias poseían un total de cinco relojes de muñeca, con un valor de $71.60, o sea el 56.7 por ciento del total. Las familias que poseían tales relojes (5, 7, 8 y 10) formaban parte del grupo más adinerado. Tres relojes se habían comprado a plazos y los otros dos al contado; uno de ellos por sólo $0.96 cuando un vecino de Panaderos necesitó urgentemente dinero.

Las medallas religiosas, el siguiente artículo de esta categoría más comprado, se distribuían también entre las familias más acomodadas, con la excepción de la unidad 2, que compró un crucifijo de «plata» por $0.96 durante una peregrinación a Chalma. La familia 10 recibió una medalla como regalo; la 8 compró otra por $5.60 al contado; la 3 compró una a plazos por $8.00 y recibió una barata como obsequio; y la 7, la más adinerada, pagó $16.00 al contado por una cadena de oro y una medalla de la Virgen del Sagrado Corazón. Estas familias gastaron $30.56 en tales compras, el 24.2 por ciento del total.

Veinticinco sortijas se distribuían entre nueve familias. Diecinueve de ellas pertenecían a las familias más adineradas, y de las siete familias menos favorecidas, sólo dos poseían sortijas. La familia 4 tenía tres que había recibido como regalos, una de una hija y las otras dos de una madrina. Las tres sortijas sólo valían alrededor de $0.56. Los anillos de la familia 2 también eran regalados y su valor se calculó en aproximadamente la misma cantidad.

Las joyas para mujeres eran notablemente escasas en la vecindad de Panaderos. Aunque ocho familias poseían veinte pares de aretes, nadie poseía un collar, un brazalete o un broche.

Las joyas, fácilmente convertibles en dinero, eran la categoría con menor tiempo de posesión: sólo 9.8 meses.

Los juguetes equivalían al 3.0 por ciento de todas las compras, pero su distribución estaba limitada a sólo siete familias con niños. La familia 5 tenía $70.00 invertidos en juguetes, el 57.6 por ciento del total; pero este dinero se gastó en dos bicicletas, una de las cuales se compró por $64.00, a plazos de $4.80 al mes. La otra costó $6.00 al contado, pero no tenía gomas. La bicicleta buena había sido comprada por el cabeza de familia para su hijo el Día de Reyes, pero también era alquilada a los muchachos de los alrededores.

La familia 7, la más opulenta de Panaderos, había comprado $16.58 en juguetes para sus cuatro niños. Contaban entre ellos un velocípedo, carritos, un aro, dos pelotas de goma, una tabla de planchar diminuta, dos muñecas, una suiza, muebles y platos para casas de muñecas y dos pares de guantes de boxeo. Todo había sido comprado nuevo, excepto el velocípedo.

Otros dos triciclos, uno nuevo y otro de segunda mano, habían sido comprados, respectivamente, por las familias 9 y 13. Los otros juguetes eran: muñecas, pelotas, pistolas, soldaditos de plomo y la usual miscelánea de objetos. De los cuarenta y un juguetes existentes en Panaderos, treinta y seis habían sido comprados nuevos (87.8 por ciento).

Los animales, las plantas y los medicamentos, las tres últimas categorías, representaban menos del 1 por ciento del valor de compra total. Las familias de Panaderos habían gastado $15.94 en animales, $10.20 en plantas y $7.76 en medicinas.

El resumen, del antes expuesto estudio debería ser evidente que, aunque los pobres pueden parecer muy similares al investigador superficial, existen multitud de diferencias sociales y económicas dentro de un grupo cualquiera. Además, las diferencias en valor de sus posesiones son algo mayores que las que existen entre sus ingresos. Quizás se ilustre esto mejor comparando a las tres familias más pobres de la vecindad con las tres más adineradas en cuanto al valor total de sus compras. Las familias que habían adquirido la menor cantidad de bienes materiales vivían en las unidades 1, 2 y 12. El valor total de los bienes comprados que estaban en poder de ellas en la época del estudio ascendía á $250.55, menos de $100 por familia. Los núcleos familiares de más alta posición, 3, 5 y 7, poseían bienes por valor de $1 754.46; *casi siete veces exactas el valor de los objetos comprados por las familias de posición más baja.*

La diferencia más notable se encuentra en las compras de mueble y ropa, en las que las familias 1, 2 y 12 invirtieron $149.49, frente a los $1 093.92 gastados por las familias 3, 5 y 7 en dichas dos categorías.

La mejor situación económica de las familias de alto rango les permitía invertir mucho más en bienes esenciales, específicamente herramientas y avíos. Estas casas poseían $202.50 en herramientas y materiales para la producción mercantil de objetos como botellones diminutos. Compárese dicha suma con la ínfima cantidad de $2.12 invertida por las familias más pobres, casi la centésima parte de lo gastado por los núcleos familiares de más alta posición, 3, 5 y 7.

Como era de esperar, era grande también la diferencia entre las cantidades gastadas por estos dos grupos en joyas (incluidos los relojes de pulsera). Las familias de más bajo ingreso sólo compraron joyas por valor de $2.38, frente a los $71.97 que gastaron en lo mismo las tres familias de más alta posición. Nadie de las familias de bajo rango poseía un reloj, mientras que cuatro personas de las viviendas de alta posición los tenían.

El mismo esquema de inversión puede encontrarse en otra categoría no esencial: la de los juguetes. Sólo una familia de las tres más bajas, la 12, había gastado algo en juguetes, invirtiendo la suma de $13.68. Las familias de alto rango, en cambio, gastaron en juguetes más de seis veces esa cantidad ($86.58), pese al hecho de que una de estas familias, la 3, no poseía juguete alguno, porque el único menor del núcleo era una muchachita de trece años.

La diferenciación típica en la compra de bienes materiales se manifestó en todas las categorías, menos una. La única clase de bienes en que las familias de posición inferior invirtieron más que las de rango superior fue la de los objetos religiosos. Aunque la diferencia en desembolso monetario no fue significativa ($23.45 las familias 1, 2 y 12 contra $21.78 las de las viviendas 3, 5 y 7), el porcentaje de desembolso total para objetos religiosos da mayor relieve a la excepción. Las familias más pobres invirtieron casi el 14 por ciento de su dinero en artículos de religión, mientras que las más adineradas sólo gastaron en lo mismo poco más del 1 por ciento de sus desembolso totales. Más de la cuarta parte de la inversión total de la familia más pobre se empleó en objetos de naturaleza religiosa, mientras que la más acomodada dedicó el 0.004 por ciento al mismo tipo de compra.

Por añadidura, como indica la tabla No. 4, los objetos religiosos son, entre todas las categorías, los que más tiempo se conservan, lo que indica el decisivo papel de la religión en la vida de estas personas. Es casi como si tales objetos fueran los únicos que los pobres retienen lo bastante para identificarse con ellos. Pero incluso el tiempo medio de posesión de objetos religiosos, 5.07 años, es breve cuando se compara con el relativamente estable promedio de residencia en la vecindad: 15 años. La relativa ausencia de bienes heredados es notable porque refleja la actual orientación de esta

gente. En verdad, es tan poco lo que pasa de una generación a otra que ello indica una ausencia de tradición entre las gentes más pobres.

NUMERO DE OBJETOS (EN 14 VIVIENDAS), CLASIFICADOS POR CATEGORIAS Y TIEMPO MEDIO DE POSESION. PANADEROS, 1960

Categoría de objetos	Número de objetos	Tiempo medio de posesión
Objetos religiosos	118	5.07 años
Herramientas	138	5.05 „
Muebles	223	4.5 „
Adornos del hogar	121	3.5 „
Enseres de cocina	963	2.5 „
Utensilios domésticos	154	2.07 „
Ropa de cama	116	1.7 „
Ropa personal	767	9.9 meses
Joyas	43	9.8 „

Es interesante observar que no fueron necesariamente las familias más pobres las que más regalos regalos recibieron, aunque una proporción significativa de los bienes que poseían eran obsequios. Las tres familias de más alta posición recibieron tantos regalos (catalogados por valor) como las de más bajo rango. En términos estadísticos, por supuesto, el valor aproximado de $108.00 de los regalos en poder de las familias 1, 2 y 12 es mucho más importante para el análisis económico global, porque esa cantidad representaba casi un tercio del valor de todos los bienes que dichas familias poseían. En comparación, ese mismo valor en regalos sólo era poco más de la vigésima parte del valor de todos los bienes de las familias 3, 5 y 7.

Es también en la categoría de los objetos religiosos donde discernimos una diferencia notable entre la cultura material de las familias más pobres y las más adineradas. Casi la mitad del valor de los regalos en poder de las tres familias más empobrecidas estaba constituida por imágenes de «santos» y otros objetos religiosos, frente a menos del 15 por ciento entre las familias más acomodadas.

A primera vista parecería lógico que las familias más pobres de la vecindad, de más limitado poder de compra, tendieran a confeccionar ellas mismas más cosas que los núcleos más adinerados. Puede verse fácilmente que no era este el caso cuando se sabe cuáles objetos solían ser hechos en casa. La ropa era, por mucho, el artículo de confección casera más popular, y como quiera que se hace mejor con la ayuda de una máquina de coser, comprendemos en seguida por qué las familias de más alta posición confeccionaron ropas cuyo valor estimado era cinco veces más alto que el de las confecciones de las familias de posición más baja.

Los núcleos más pobres mostraban mayor tendencia a comprar de segunda mano que sus vecinos mejor situados. Por cada tres artículos nuevos que compraban las familias de más baja posición compraban uno de uso. Dicho de otro modo, alrededor del 25 por ciento de todo lo que se compraba era de segunda mano. Pero entre las familias de mejor posición, sólo uno de cada quince objetos se adquiría de uso.

Como estas cifras incluyen artículos tan baratos como tazas y platillos, además de mercancías de más alto precio, parece más ilustrativo que examinemos una categoría relativamente costosa, como la de los muebles, para apreciar la diferencia entre los hábitos de compra de los dos grupos. Entre las familias 1, 2 y 12, el 78.6 por ciento de los muebles se habían comprado de uso. Por notable contraste, las familias 3, 5 y 7 compraron el 76.7 por ciento de sus muebles *nuevos*. Así, pues, la norma se invierte casi exactamente en los dos grupos que consideramos. Tres de cada cuatro piezas de mobiliario en poder de las familias más pobres habían sido compradas de uso; tres de cada cuatro adquiridas por los núcleos más acomodados se habían comprado nuevas.

Es también notable la diferencia cuantitativa, a la vez que cualitativa, entre las pertenencias de las viviendas de alta y baja posición. Pese al tamaño similar de las unidades residenciales (área física), las familias más adineradas compraron aproximadamente tres veces más bienes materiales que las más pobres. Por ejemplo, las unidades 1, 2 y 12 compraron veintiocho piezas de mobiliario, contra cuarenta y tres de las unidades 3, 5 y 7. El primer grupo de familias compró cincuenta y una prendas de vestir; el segundo, 293. El primero, quince piezas de ropa de cama; el segundo, cuarenta y cinco. La tendencia se invierte, como ya se observó, sólo en cuanto a los objetos religiosos: las familias más pobres compraron treinta artículos de esta categoría; las más adineradas, sólo diecisiete.

Por último, es interesante observar la procedencia de los diversos objetos; es decir, dónde fueron comprados. Tuve al comienzo la impresión de que

la vida de esta gente era en extremo provinciana, que rara vez se alejaban de sus reducidos alrededores. Pero el análisis de sus posesiones muestra que éstas procedían de cuarenta y tres mercados o localidades, algunas de ellas muy distantes de la ciudad. Por tanto, el estudio sugiere más movimiento y contacto con diferentes partes de la ciudad que el que yo habría supuesto sobre la base de mis otros datos. Sin embargo, el 85.5 por ciento de las compras se hicieron dentro de un radio de menos de una milla de la vecindad. Estos datos confirman los hallazgos generales de otros estudios; por ejemplo, en las familias de más bajo ingreso encontramos la más alta proporción de compra de objetos religiosos. Otros análisis como el presente, correlacionados con otros estudios, esclarecerán aún más, sin duda, algunas de nuestras teorías acerca de los pobres.

Mayo 1969





perú, diez meses después: riesgos y posibilidades

carlos núñez

«*Esta no es una revolución marxista; por lo tanto, no vamos hacia una sociedad de corte comunista.*» En rigor, el enunciado no pudo sorprender a los observadores más imparciales, pero muy probablemente esta frase despertó una de las 75 (según AP) salvas de aplausos que otras tantas veces interrumpieron el discurso pronunciado por el general Juan Velasco Alvarado, el 28 de julio último, aniversario de la independencia de Perú. Entre quienes batían palmas desde la tribuna oficial había sin embargo algunos huecos: el más notorio, aunque no ciertamente el más extraño, según sagaces analistas, era el provocado por la ausencia de representantes de la Sociedad Nacional Agraria (SNA), que agrupa a los más poderosos hacendados del país.

Al menos a los efectos publicitarios, los jerarcas de la SNA no habrían podido dar por buena la casi obvia negativa del presidente de la junta militar peruana; apenas algunas semanas atrás, el principal directivo de la asociación había confiado sibilinamente a un periodista: «*Lo único que conozco es la notoria tendencia izquierdista de los asesores de la Junta; nunca se sabe donde termina la izquierda y donde comienza el comunismo*», añadiendo con transparente

[1] Al momento de escribir, no cuento aún con una versión completa del discurso del 28 de julio; ésta y otras citas de ese discurso deben atenerse pues a las versiones difundidas por las agencias noticiosas, por lo cual no se hará hincapié específico en su formulación textual.

tono de nostalgia: «*Antes, los militares eran nacionalistas de izquierda; ahora son izquierdistas nacionales.*»

La opinión de la derecha terrateniente está naturalmente teñida de subjetivismo e intencionalidad política; a ella responde Velasco Alvarado con su profesión de fe no marxista. Para un juicio equilibrado sobre los acontecimientos peruanos, empero, el punto en cuestión no es ciertamente ése; importa en cambio detenerse en el resto de la frase. «*No vamos hacia una sociedad de corte comunista*», dice el presidente peruano, y añade: «*Pero no vamos a mantener el* status-quo *tradicional. Por el contrario, vamos a modificarlo y lo estamos modificando.*»

Los primeros seis meses de vida política del régimen militar peruano estuvieron signados de manera predominante por su confrontación con Estados Unidos en torno a la expropiación de la IPC.[2] Durante esos ciento ochenta días, hasta que Washington decidió dejar en suspenso la aplicación de la Enmienda Hickenlooper, los militares peruanos capitalizaron adhesiones y rechazos que a menudo debían pasar por encima de una precisa caracterización del propio régimen y de sus verdaderos objetivos: apoyar o restar apoyo a la junta parecía, en ese contexto, optar no sólo en relación directa al gobierno surgido del *putsch* del 3 de octubre sino también y especialmente en relación directa a Estados Unidos y su aparato de dominación continental. Así, adhesiones y rechazos surgían más que nada como alternativas tácticas, preñadas de reservas, salvedades, desconfianzas y temores. En abril comenzarían realmente a andar el reloj histórico que marcaría la hora de la verdad.

A esa altura, la junta peruana aparecía como enfrentada a tres necesidades básicas: 1) consolidar en el seno del régimen una línea política sólida, a prueba de defecciones y de las maniobras que el aparato imperial ya había comenzado a digitar; 2) probar con medidas radicales de política interna la verdad de su proclamada vocación transformadora, ganando un apoyo popular más hondo que el mero nacionalismo; 3) mantener en estado latente, a nivel por lo menos continental, un sentimiento de opinión pública favorable, como el provocado por el enfrentamiento original con Estados Unidos.

A la concreción de tales propósitos pareció venir a colaborar la torpeza del Departamento de Estado, anunciando la aplicación de la Enmienda Pelly (suspensión de ventas de armas) contra Perú, como represalia por las medidas de la junta contra pesqueros norteamericanos que operaban en aguas consideradas jurisdiccionales por el país andino. El régimen encabezado por el general Velasco Alvarado no tardó en replicar: declaró que no recibiría al enviado presidencial norteamericano, Nelson Rockefeller, cuya visita estimaba «*inoportuna*» en tales circunstancias, y reclamó el retiro de las misiones militares de Estados Unidos asentadas en Perú. A las pocas semanas, Washington debió admitir una de las pocas derrotas diplomáticas de que se tenga conocimiento en la historia de sus relaciones con América Latina, suspendiendo la aplicación de la enmienda; hasta el momento, empero, no existe información detallada acerca del *status* finalmente acordado en cuanto a las misiones militares norteamericanas.

[2] Ver *Perú, seis meses después: ¿Revolución desde arriba?*, en PC No. 27.

El 28 de julio, Velasco Alvarado podría decir sin rubor alguno, despertando otro de los 75 aplausos, una frase que pocos gobernantes latinoamericanos pronunciarían legítimamente: «*Hemos hecho frente a las presiones extranjeras no con altanería como con firmeza. Si el precio de defender esa causa nos convierte en blanco de abominables «enmiendas», que el Perú y el mundo entero han rechazado, estamos dispuestos a pagarlo. Nada modificará esta situación*».

Inocultablemente, empero, la definición más radical acerca de la voluntad transformadora de los militares peruanos fue provista por la promulgación, el 24 de junio, de la ley de Reforma Agraria, que prevé la expropiación de los latifundios agrícolas (pagando un 80% de su valor en bonos rescatables a veinte años con un 5% de interés anual), sin distinción de zonas, y promoviendo la creación de cooperativas campesinas para la explotación de las haciendas que venían funcionando como grandes unidades de producción. Quien se preocupe en rastrear el origen de las formulaciones de la junta peruana en torno al problema de la tierra, podrá encontrar raíces significativas en el llamado «*Decreto Ley sobre bases para la Reforma Agraria en Perú*» (No. 14 238), dictado el 16 de noviembre de 1962 por la junta militar entonces encabezada por el general Ricardo Pérez Godoy; la misma junta libraría algún tiempo después otro decreto-ley (No. 14 389, del 29 de enero de 1963) encargando al Instituto de la Reforma Agraria y Colonización la ejecución de la reforma agraria de acuerdo con aquellas bases. Pero ese antecedente, que alcanza a revelar la antigua data de la preocupación de los militares peruanos por la situación agraria del país, registra una historia de frustraciones y pasos en falso que quizá sea útil recordar ahora.

El 3 de marzo de 1963, poco más de treinta días después de dictado el segundo de los decretos-leyes citados, el «*progresista*» Pérez Godoy fue sustituido al frente de la junta por el «*moderado*» general Nicolás Lindley López, ministro de Guerra del gobierno militar; el expediente utilizado fue el pase a retiro de Pérez Godoy, es decir el mismo pretexto que se agitó en diciembre pasado contra la permanencia de Velasco Alvarado en

la presidencia. En un comunicado de aquella fecha, la junta peruana encabezada por Lindley aseguraba «*su firme determinación de impulsar los planes ya iniciados destinados a obtener el desarrollo económico y social del país, muy especialmente los que se refieren a la vivienda popular, reforma agraria, educación y salud*».

Las palabras, sin embargo, parecieron quedar en eso: palabras, letra muerta. El 31 de julio de 1963, la junta traspasó el poder al arquitecto Fernando Belaúnde Terry, electo presidente en base a un programa sospechosamente similar al hasta entonces promovido por los militares. El 21 de mayo de 1964, Belaúnde promulgó una Ley de Reforma Agraria (No. 15 037) que en dos centenares y medio de artículos anulaba o mediatizaba puntillosamente todos y cada uno de los reclamos más radicales expresados en las «bases» de 1962, a diez años de creado el Centro de Altos Estudios Militares (CAEM). La ley dictada por el gobierno que encabeza el general Velasco Alvarado deroga expresamente la No. 15 037 promulgada por Belaúnde, y, recogiendo en buena medida los postulados de 1962 lleva a aquéllos hasta su expresión más radical dentro del esquema desarrollista planteado por el actual régimen.

Desconfío, empero, y sugiero al lector desconfiar, del calificativo «*desarrollista*», ya que él ha llegado a adquirir en los últimos años ciertas connotaciones que no parecen enteramente aplicables a este caso. En tal sentido, sin perjuicio de volver sobre el punto más adelante, me parece útil comparar los considerandos de la reforma agraria promulgada por Belaúnde en 1964 y de la aplicada ahora por el régimen de Velasco Alvarado; aun con la constancia de que tales oberturas no tienen por cierto carácter definitorio, y a cuenta de una detallada comparación de ambas leyes que excedería los límites de este trabajo, entiendo que esa comparación puede iluminar al menos la diferente entonación que preside cada una de estas propuestas:

«*La Reforma Agraria es un proceso integral, pacífico y democrático destinado a transformar la estructura agraria del país y a facilitar el desarrollo, económico y social de la nación, mediante la sustitución del régimen de latifundio y minifundio por un sistema justo de propiedad, tenencia y explotación de la tierra, que eleve la producción y la productividad de ella, complementando con el crédito adecuado y oportuno, la asistencia técnica y la comercialización y distribución de los productos a fin de que la tierra constituya, para el hombre que la trabaja, base de su estabilidad económica, fundamento de su progresivo bienestar y garantía de su dignidad y libertad*» (Ley de 1964).

«*Considerando: Que es objetivo fundamental del Gobierno Revolucionario de la Fuerza Armada promover a superiores niveles de vida, compatibles con la dignidad de la persona humana, a los sectores menos favorecidos de la población, realizando la transformación de las estructuras económicas, sociales y culturales del país; Que la estructura del ordenamiento agrario acusa profundos desequilibrios que generan condiciones extremas de injusticia social en el campo; Que todos los sectores de la ciudadanía han reclamado la transformación de la estructura agraria del país; Que, a más de constituir un instrumento de realización de la justicia social en el campo, la Reforma Agraria debe contribuir decisivamente a la formación de un amplio mercado y a proporcionar los fondos de capital necesarios para una rápida industrialización del país; Que, por tanto, es imperiosa la necesidad de realizar una auténtica Reforma Agraria que responda al interés unánime del pueblo peruano, a los Objetivos Fundamentales de la Revolución y a las necesidades del desarrollo integral del Perú*» (Ley de 1969).

El primero, como se ve, revela una impronta típica y literalmente «*desarrollista*»; el segundo, en cambio, enfatiza con mayor calor el alcance social de la ley y su inscripción en el contexto de quiebra del *status quo* aunque al mismo tiempo deja entrever (mercado, fondos de capital, industrialización) los esquemas en que se mueve la junta peruana y adivinar las limitaciones que ellos conllevan.

Las haciendas azucareras intervenidas en virtud de la ley de reforma agraria producían en conjunto un 70% del azúcar peruano; de entre ellas, sólo las pertenecientes al consorcio norteamericano Grace & Co. (esfera de influencia del First National City Bank) proveían un 17% del total. Pero esta vez Washington pareció asimilar el golpe con ejemplar discreción; los observadores han encontrado la explicación en dos hechos convergentes, sobre los cuales tal vez valga la pena abundar a la hora de extraer conclusiones: por un lado, la tendencia creciente de parte de los inversionistas norteamericanos de retirarse del campo de producción de materias primas y concentrar sus capitales en industrias de mercado; por el otro, la misma disposición del gobierno peruano que respalda automáticamente con carácter de activo los bonos de expropiación de tierras que sean invertidos en proyectos industriales. La oligarquía nativa, en cambio, parece carecer de esta filosofía de *big-business;* y seguramente siente escalofríos cuando oye a Velasco Alvarado citando a alguien cuyo espectro ronda las pesadillas de los buenos terratenientes desde 1780: «*Al hombre de la tierra ahora le podemos decir en la voz inmortal y libertaria de Tupac Amaru: Campesino: ¡el Patrón ya no comerá más tu pobreza!*»

En rigor, el sueño de los hacendados había comenzado a perder su habitual tranquilidad antes de la mención del Inca rebelde (engarzado, además, con un adjetivo que suena por lo menos

extraño en labios militares: «*libertario*»), antes del fatídico 24 de junio que la junta bautizarían como «*Día del Campesino*». Porque no ha existido observador alguno que dejara de señalar la íntima relación que parece existir entre la promulgación de la ley de reforma agraria y la previa dimisión del general José Benavides como ministro de Agricultura y Pesquería; hijo de un general que llegó a presidente en dos oportunidades (la primera mediante un *putsch*, la segunda por elección directa de la oligarquía), vinculado a los sectores dominantes y a los consorcios internacionales —v. gr. Cerro de Pasco Corporation—, visiblemente conservador Benavides aparecía para el más desprevenido de los analistas como el «hombre de la Rosca» en el *staff* de la junta militar. Su renuncia abrió el cauce para la aprobación de la reforma agraria, pero el episodio conduce inevitablemente a examinar lo que continúa siendo una incógnita sólo parcialmente develada en relación con la situación peruana: la efectiva correlación de fuerzas en el seno del equipo castrense, y su consecuente incidencia sobre el rumbo político que habrá de tomar la junta en las siguientes instancias.

Jorge Fernández Maldonado, coronel en el momento del golpe contra Belaúnde, actualmente general y ministro de Minas y Energía, caracterizado como uno de los elementos «duros» de la junta, ha salido frontalmente al paso de esa interrogante: «*Somos una fuerza indivisible. Nadie podría torcer los propósitos revolucionarios, la rectitud de unos hombres que se sienten comprometidos con la historia. Nos hemos formado en el CAEM y en el Servicio de Inteligencia; otros se están adiestrando allí. Serán más celosos que nosotros. No van a descender los escalones (...) Esta profesión nos enseñó a conocer gente que nada tiene y gente que lo tiene todo. La revolución no es casual; los reclamos de las mayorías populares los conocemos desde pequeños: casi todos nosotros somos pobres*».

¿Hasta dónde la frase puede ser más una expresión de deseos que el recuento de un hecho irreversible? El origen pobre, o cuando menos modesto, de muchos de los oficiales que integran el equipo de la junta peruana parece un lugar común en la literatura oficial u oficiosa del nuevo régimen; no deja por eso de ser un hecho, ciertamente: el propio Velasco Alvarado llegó de soldado a general, itinerario que no es precisamente muy habitual en los ejércitos de América Latina. Esta característica les ha valido a los integrantes del grupo más radical del gobierno militar la denominación de «*los cholos*», por parte de algún cronista con oídos prestos al pintoresquismo o al despectivo racismo de las clases altas. Los mismos círculos militares han bautizado a estos oficiales como «*la promoción Terremoto*», (en alusión al violento sismo que conmovió en 1940,

año en que ellos se graduaron como oficiales); de acuerdo con la mayoría de los analistas, la orientación «*nacionalista-populista*»[3] contaría entre sus filas, además de Fenández Maldonado, influyente «ideólogo» del grupo, a los generales Aníbal Meza Cuadra, ministro de Transporte y Comunicaciones, Francisco Morales Bermúdez, ministro de Economía, Jorge Chamot, ministro de Trabajo, y Jorge Barandiarán Pagador, nombrado en reemplazo de Benavides al frente de la cartera de Agricultura y Pesquería. Tras ellos se encontraría un grupo de «*decididos coroneles*». En la cúspide, Velasco Alvarado, de más edad pero unido a la «*promoción Terremoto*» por afinidad de origen y propósitos, y quizá también gracias a sus asesores, tanto militares (José Graham) como civiles (Alberto Ruiz Eldredge, sobre quien recaen habitualmente las más duras acusaciones de la derecha). De acuerdo con esta interpretación, los «radicales» habrían consolidado su posición en la maquinaria de gobierno, haciéndose con las carteras claves para llevar adelante sus proyectos de transformación.

Para quienes coinciden con esta visión de la situación interna, el «villano» de la historia resulta el premier y ministro de Guerra, general Ernesto Montagne Sánchez: de ascendencia francesa, vinculado como Benavides a la aristocracia nativa, fue el representante peruano a la VIII Conferencia de Ejércitos Americanos (en Río de Janeiro, pocas semanas antes de concretado el *putsch* contra Belaúnde), donde reclamó una mayor participación de los militares en la conducción de políticas de desarrollo y concitó el aplauso del representante norteamericano, William Westmoreland.[4] Quizá significativamente, la firma de Montagne no figura al pie de la ley de reforma agraria: el premier se encontraba entonces de viaje, no oficial (señalan los suspicaces), según el propio Velasco Alvarado se encargó de hacerlo notar (recuerdan los más suspicaces). Al regreso de ese viaje, Montagne visitó Buenos Aires, donde se entrevistó con el comandante en jefe del ejército argentino, general Alejandro Lanusse, connotado gorila, a quien invitó a visitar Lima; pocos días después, Lanusse impuso la dimisión a algunos oficiales argentinos considerados como «radicales» en la «línea peruana». Durante su pasaje por Europa, Montagne parecía practicar un sutil ejercicio de mimetismo, defendiendo enérgicamente la política de la junta y proclamando su acuerdo total con la reforma agraria; quizá —advirtieron algunos observadores— participando de la opinión de Alberto Sacio León, el ya citado presidente de la Sociedad Nacional Agraria: «*No podemos hacer nada. Hay que apoyarlos; si no pueden radicali-*

[3] Expresé mis reservas y mi final opción por este término en el artículo citado en nota (2).

[4] y [5] Ver artículo citado en nota (2).

zarse más.» Ya en Buenos Aires, empero, Montagne revelaría al menos un costado de su pensamiento: «*La reforma agraria* —dijo allí— *es una ley anticomunista*», definición que cuadraba ajustadamente con sus planteamiento en la VIII CEA.[5]

En todo caso, pocos observadores dudan de la sólida ubicación de Montagne dentro de las fuerzas armadas peruanas; y el mismo Benavides (que por cierto aplaudió a la par del resto de la tribuna oficial el discurso del general Velasco el 28 de julio), lejos del «exilio» diplomático que algunos cronistas le profetizaron, ha sido nombrado Director de Logística de las fuerzas armadas, un puesto clave en el esquema militar. Por este camino, las especulaciones podrían multiplicarse hasta el infinito; es lo que deben estar pensando centenares de informadores y evaluadores en las cancillerías de todo el mundo.

Pero tales especulaciones no pueden oscurecer los hechos objetivos que surgen de la política aplicada por la junta peruana. En su discurso del 28 de julio, el presidente Velasco Alvarado pronunció, tal vez por primera vez oficialmente, la palabra «*imperialismo*»; dijo: «*No nos mueve enemistad alguna hacia ningún país de América. Estamos convencidos que dentro de la comunidad americana no deben existir dominaciones. América Latina rechaza toda forma de intervencionismo y se levanta cuando surgen amenazas de enmiendas que constituyen expresión de una actitud imperialista.*» Pero, por encima de estas precisiones (que revelan la conjugación de firmeza y moderación en el lenguaje que viene caracterizando la política internacional de la junta, definida por el canciller Mercado Jarrín con una frase certera: «*Es necesario saber asumir riesgos; la política internacional se construye sobre torbellinos*»), más revelador parece el anuncio de las próximas reformas encaradas por el gobierno militar: de la Constitución (probable ampliación del voto a los analfabetos, que casi duplicaría el electorado peruano), de los regímenes de pesquería (participación del Estado en las exportaciones, «*sin mengua de los intereses de los trabajadores y los empresarios*»), tributario, de crédito y de la empresa, punto vital como pocos en la medida que la junta parece orientada hacia un desarrollo industrial —para el cual la reforma agraria tendería a ampliar el mercado interno y a proveer capitales— con el apoyo de los sectores empresarios de mentalidad «modernizadora».

La cautela al respecto es más que adivinable en las palabras de Velasco: «*El gobierno revolucionario concibe la reforma de la empresa como un proceso gradual y que no implica la desaparición de la propiedad privada (...) Conviene dejar plenamente aclarado que el gobierno revolucionario no cooperativizará la empresa privada, excepto en los casos contemplados en la reciente ley de Reforma Agraria.*» También: «*No se trata de cambiar el actual ordenamiento social y económico del país por otro que obedezca a las orientaciones ideológicas de experiencias foráneas, frente a las cuales la revolución nacional mantiene indeclinable posición de independencia y separación.*»

..No se trata, empero, de un cuadro cristalizado, posible de ser juzgado en retrospectiva sobre palabras y hechos que a la larga pueden resultar meramente incidentales. En momentos de escribir estas líneas, algunos acontecimientos probablemente decisivos aparecen como inminentes:

a) El general Velasco Alvarado debe decidir sobre la apelación personal elevada por la IPC en procura de eludir el pago de la deuda de 690 millones de dólares por explotación ilegal del petróleo de La Brea y Pariñas; este recurso es el último previsto por la justicia peruana para casos como éste.

b) Washington debe decidir sobre la aplicación o no de la Enmienda Hickenlooper contra Perú, que dejó en suspenso a la espera del trámite judicial llevado a cabo por la IPC y cuya culminación es precisamente la apelación al presidente; todos los recursos anteriores han sido denegados.

c) Una nueva ronda de «conversaciones» (según Lima) o «negociaciones» (según Washington) en torno al caso IPC sería iniciada en los próximos días, actuando nuevamente como representante norteamericano el abogado John N. Irwin.

d) Una reunión cuatripartita sobre pesca en aguas del Pacífico se está realizando en Buenos Aires con participación de representantes de Perú, Ecuador, Chile y Estados Unidos; los representantes latinoamerinos se han negado a considerar lo relativo a las doscientas millas de aguas territoriales, punto que consecuentemente no aparece contemplado en la agenda oficial.

e) El ministro de Economía peruano lleva a cabo gestiones para lograr la refinanciación de la deuda externa en Japón y varios países de Europa occidental, que habrían aceptado en principio participar próximamente en una reunión conjunta en Lima a los efectos de negociar dicha refinanciación; de acuerdo con algunos observadores, las gestiones del general Morales Bermúdez se orientan también hacia la obtención de créditos a corto plazo.

Aún con estas instancias abiertas, pueden tal vez arriesgarse algunas primeras reflexiones:

1) La llamada «revolución peruana» obviamente no es marxista. En rigor, aparece como orientada a la búsqueda de un desarrollo de tipo capitalista nacional. Para contrarrestar el estado de postración financiera del país necesita imprescindiblemente respaldo crediticio. La junta procura utilizar también la inversión extranjera; en las palabras de Velasco Al-

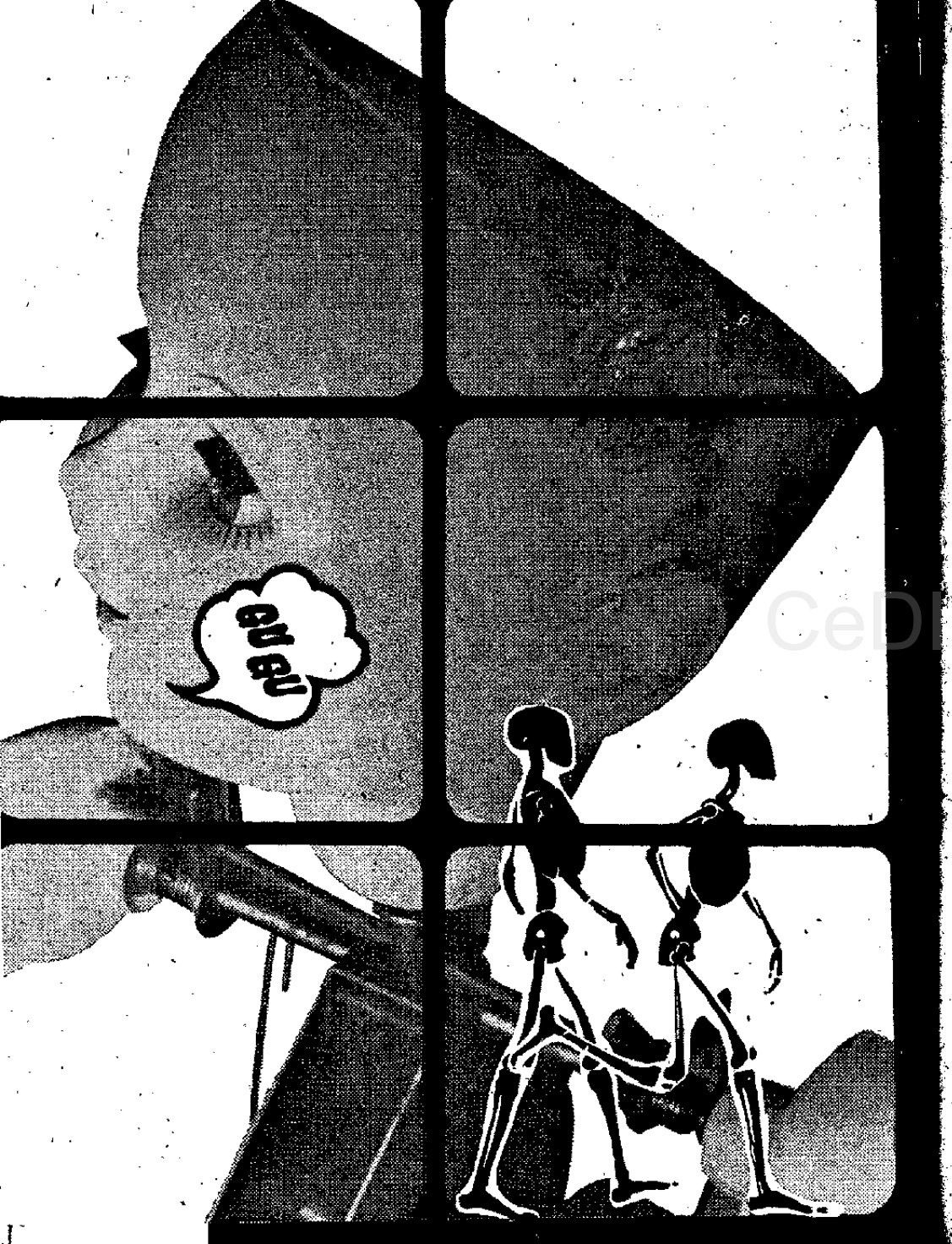
varado: «*América Latina necesita capitales extranjeros, pero éstos no vienen por filantropía. Las conveniencias recíprocas deben ser claras y justamente normadas bajo formas que garanticen la justa participación de nuestros países en las riquezas que ellos producen.*» El peligro más próximo, debiendo atender a la indemnización de las expropiaciones agrarias y a las inversiones de infraestructura requeridas por la superación del subdesarrollo, dentro de un marco capitalista, tiene una definición ominosa: inflación.

2) Aún dentro del marco capitalista, la transformación del *status quo* contemplada por la política de la junta, expresándose a través de medidas revolucionarias como la reforma agraria, implica enfrentamientos con el imperialismo y, en forma crecientemente aguda, con la oligarquía nativa. Procurando un apoyo social y político a su gestión, los militares parecen apelar al campesinado y a las clases medias, pero soslayando un proceso de radicalización ideológica que amenace desbordar sus esquemas; una consecuencia previsible por este camino es que deban pagar pesados tributos en favor del sector empresarial de la industria y el comercio: puede suponerse así que la reforma del régimen de la empresa se constituya finalmente en una medida contemporizadora, quizá tibia. El resultado a mediano plazo es la consolidación de una nueva oligarquía, probablemente más fuerte que la integrada por los sectores terratenientes ahora desplazados. Quebrar esta reacción en cadena y marchar decididamente hacia una transformación en profundidad del *status quo*, es la tarea literalmente revolucionaria, que queda por delante.

3) El peligro de fisura interna parece seguir pendiente sobre los sectores radicales de la junta. La derecha ha arreciado su ofensiva, el APRA ya ni siquiera oculta su política de socavamiento interno, los grandes consorcios no parecen resignarse a aceptar un camino político que tal vez podría implicar una oportunidad de sobrevida para el capitalismo imperialista. Los riesgos se ven aumentados por la todavía escasa vinculación que parece existir entre el gobierno militar y las masas peruanas, cuya organización y fortalecimiento (que exigen ciertamente un ingrediente imprescindible: su *participación* en las decisiones del poder político) constituyen el único camino viable para neutralizar y derrotar a los nemigos del proceso de transformación. «*Los militares quieren hacer una revolución sin que nadie se mueva de su casa*», comentó cáusticamente ante un periodista europeo cierto observador peruano, aludiendo a este riesgoso divorcio, para el cual existen sin embargo puentes de conciliación a través de la inocultable simpatía que ha despertado en algunos sectores populares la voluntad de cambio social evidenciada por la junta. Cabe anotar que desde el seno del mismo régimen se han levantado voces de imperioso alerta en este sentido; comentando una visita realizada a la zona de Trujillo por el general Fernández Maldonado, con el declarado propósito de «*dialogar directamente con los campesinos de las haciendas intervenidas* (por la reforma agraria) *y ordenar la intervención de la Compañía Luz Eléctrica de Trujillo S.A.*», un semanario que ha venido apoyando sensiblemente al gobierno señalaba recientemente: «*La visita de Fernández Maldonado tiene una significación política trascendente. Representa, para muchos observadores, la decisión de los miembros del gobierno revolucionario de entrar en contacto directo con las masas especialmente con los campesinos. Es decir, de corregir un defecto que desde varios sectores se venía criticando al gobierno: el enclaustramiento.*»[6] Falta saber hasta dónde los militares persistirán en este camino.

Más acá de los largos plazos, entre tanto, una pregunta parece cosquillear las inquietudes de los cronistas del minuto siguiente: ¿a todo Pérez Godoy le llega su Lindley?

[6] *Oiga*, número 333, 18 de julio, 1969.



¿quién salvará al APRA?

orlando contreras
de PRENSA LATINA

El último 28 de Julio, fiesta nacional peruana, el APRA lanzó una apelación patética: «(...) el golpe de estado constituyó una maniobra para contener la revolución democrática y genuina que el aprismo debía iniciar hoy! ...

En efecto, de acuerdo al calendario electoral, Fernando Belaúnde Terry debía entregar el poder ese día al candidato electo un mes antes, y el APRA, en alianza con las fuerzas de ultraderecha del general (r) Manuel Odría, se consideraba vencedora de antemano. Pero el pronunciamiento del 3 de octubre de 1968 y el posterior desarrollo de los acontecimientos en el Perú, particularmente la nacionalización de la International Petroleum Company y la ley de reforma agraria, indican que la hora del APRA no ha llegado ni llegará jamás. La vieja jerarquía aprista, que jadea tras el poder desde hace treinta años, se da cuenta que esta vez son otros los militares que se le han adelantado en el Palacio de Pizarro y, lo que es más dramático para ellos, se percatan también que corren peligro de ser sepultados políticamente para siempre. Por eso sus diatribas contra el gobierno militar y ese penoso afán de darse ánimos: «El partido aprista ha superado muchos y duros contrastes. No teme a la adversidad actual porque ha visto desaparecer y hundirse muchos regímenes que se consideraron eternos y poderosos».

Luego, el APRA reclama para sí la paternidad de la reforma agraria y la

recuperación del petróleo y ofrece muestrario de todas sus bondades: partido de la «democracia económica y social», también de la «democracia municipal», «de las clases trabajadoras», de «la enseñanza gratuita» y «del pueblo. Por si algo quedaba en el sombrero, el documento saca a relucir su condición de partido «antimperialista» (¡!) y reclama «elecciones libres» a los que: han arrebatado al pueblo la capacidad de decidir su propio destino».

La rapsodia concluye: «Las usurpaciones pasan, el APRA queda. Leal a su *trayectoria*, el partido del pueblo renueva ante la ciudadanía su promesa de mantener su lucha principista por la democracia y la justicia, por la libertad y el pan».

Pero la *trayectoria* aprista no es santo de sacar en procesión. Fundada en México en 1924 por Víctor Raúl Haya de la Torre, la «Alianza Popular Revolucionaria Americana» trató de inscribirse como una corriente «renovadora» del marxismo. Tres años más tarde, durante el Congreso Antimperialista mundial, celebrado en Bruselas en febrero de 1927, Julio Antonio Mella denunció los verdaderos alcances de esa «renovación». Luego señaló la necesidad de «precisar el caracter de elementos pequeños burgueses y burgueses, divorciados del proletariado que tienen los '*apristas*' y de los cuales es representante su ideología».

En 1931, el APRA corta sus alas latinoamericanas y se inscribe como un partido peruano más, y su «líder» intenta, sin éxito, disputarle electoralmente la presidencia al general Sánchez Cerro, quien había derrocado a Leguía un año antes.

En 1932, se produce en Trujillo, capital del departamento de la Libertad, una verdadera sublevación popular contra Sánchez Cerro, a cuyo frente se pone un dirigente obrero aprista, Manuel Arévalo, actuando por encima de la burocracia del partido, ausente por completo del teatro de las operaciones. Los sublevados, muchos obreros azucareros entre ellos, coparon las posiciones militares y mataron —se afirma que en combate— a toda la oficialidad de la plaza. Se enviaron refuerzos, y los insurrectos, sin apoyo en el resto del país, fueron derrotados: Los militares, brazo armado de la Oligarquía, se tomaron señuda venganza, y en Chan-Chan, centro azucarero, fusilaron a no menos de seis mil trabajadores.

El partido aprista, cuyos dirigentes habían conocido esporádicamente las cárceles, y no pocos militantes honestos las balas, se apropió de los muertos norteños para construir su mito.

Los militares, por su parte, también levantaron el suyo. Se juró el odio eterno al APRA, ritual que año tras año, el 7 de julio se ha renovado ante la tumba de los oficiales caídos en Trujillo.

El APRA se organizó en la clandestinidad y fue prendiendo en vastos sectores populares. Abonaron el éxito su disfraz revolucionario, su encendida demagogia y la incuestionable capacidad organizadora y política de Haya. Otro factor que hay que tener en cuenta es el debilitamiento del Partido Comunista Peruano, luego de la prematura muerte (1930) de su fundador: José Carlos Mariátegui, y la instauración, cada vez con mayores acentos, de algunos métodos erróneos de dirección y trabajo político.

Por otra parte, la oligarquía y los militares no se detuvieron a hacer distingos ideológicos profundos y vieron en el APRA su peor enemigo activo. La acción de las bases apristas justificaba ese encono, y el programa original del partido era, a los ojos de oligarcas y militares, un comunismo disfrazado... tal vez algo peor... Los cinco puntos del APRA —recordemos su gran capacidad confucionista y demagógica— decían: «1). Acción contra el imperialismo yanqui. 2) Por la unidad política de la América Latina. 3) Por la nacionalización de las tierras e industrias. 4) Por la internacionalización del Canal de Panamá. 5) Por la solidaridad con todos los pueblos y clases oprimidas del mundo». Más tarde, Haya, perdidos los primeros ardores, le agregó el punto 6: «Acción conjunta de los pueblos de América para realizar el interamericanismo democrático sin imperio». De paso, le quitó al punto uno su especificación:: «yanqui», porque el APRA «luchaba» ahora contra «todos» los imperios, a la cabeza de los cuales estaba el «imperialismo» comunista... También cambió la «unidad política de América Latina» por «unidad continental», metiendo al imperialismo yanqui y los pueblos de Latinoamérica en el mismo saco. Por último, le quitó filo a la amenaza de nacionalización, agregando la especificación de «progresiva»...

La oligarquía y los militares peruanos, por razones de su nivel de desarrollo y también por las mismas contingencias de la lucha política, combatieron al APRA como al peor azote. El imperialismo por el contrario, comprendió rápidamente las posibilidades que ese partido confusionista ofrecía.

En 1945, llega a la presidencia con apoyo aprista Luis Bustamante y Rivero. Tres años después, presionado por la oligarquía y los militares (el juramento del 7 de julio) desafuera al APRA. El golpe es inminente. La dirigencia aprista organiza uno, pero cuando se produce el alzamiento de un sector de la marinería de El Callao —el principal puerto peruano, contiguo a Lima— ni Haya ni sus adláteres asumen su puesto. Odría, ministro de gobierno de Bustamante y Rivero, se levanta en Arequipa, y gracias a la zozobra de los jerarcas apristas, que traicionaron nuevamente a las bases, se apodera del gobierno. Haya corre a guarecerse a la embajada de Colombia, y allí se queda seis largos años, engordando y agregán-

dole nuevos condimentos a su «teoría». Odría lo reclama como «criminal de guerra», pero en 1954 se le otorga salvoconducto y viaja a México. Durante esos seis años, Haya «radicaliza» sus posiciones, y si antes le hace el juego al imperialismo en forma disfrazada, ahora comprende la «inevitabilidad» de una asociación con Estados Unidos.

Su primera gestión en México es en la ORIT (Organización Regional Interamericana del Trabajo), filial de la AFL-CIO. De ahí nace la estrecha vinculación del APRA con las organizaciones sindicales amarillas y proyanquis. Ahí también coge escuela el aprismo para crear un aparato sindical corrompido y colaboracionista. Cuando el período «constitucional» de Odría finalizaba (se hizo elegir, luego del golpe), y la misma oligarquía estaba saturada por el clima policial, el aprismo ya tenía madura su estrategia: volver a la legalidad a cualquier precio, pagar sus pecados de juventud y lograda la venia de la oligarquía y el perdón de los militares, optar por el poder en el siguiente período. En base a esos cálculos, olvidaron los agravios que desde 1939 al 45 les hiciera Manuel Prado Ugarteche, un oligarca de vieja prosapia a quien acusaron de «corrompido», y le ofrecieron su apoyo electoral a cambio de la ansiada legalidad. Con el voto aprista, Prado ganó las elecciones, logrando 540 mil sufragios. Belaúnde, que emergía como la carta del reformismo, obtuvo 43 mil votos y el candidato de Odría, Hernando de Lavalle, apenas logró 73 mil. Se inauguraba de esta forma el período de la «convivencia». El APRA puso a disposición de la oligarquía y del imperialismo no solamente su fuerza parlamentaria sino toda su maquinaria sindical, a cambio de la legalidad y algunos raquíticos aumentos de sueldos. A esta altura, muchos jerarcas apristas habían devenido en prósperos comerciantes, profesionales liberales e incluso, industriales. Casi al término de su interrumpido mandato, Prado nombró Primer Ministro de su gobierno a Pedro Beltrán, otro viejo enemigo del APRA y magnate algodonero, quien presentó al Congreso un proyecto de... reforma agraria. Todo era posible en la «convivencia».

Los seis años de Prado transcurrieron. Por fin, el 10 de junio de 1962, pareció llegar el día tan ansiado por Víctor Raúl Haya de la Torre, junto con él, se presentaron a las elecciones presidenciales Pedro Beltrán, Fernando Belaúnde y... el general Manuel Odría. A fines de junio, tras un escrutinio increíblemente lento, la ventaja, muy ligera, parecía favorecer al viejo caudillo. La atmósfera se cargó con presiones golpistas. La maldición del 7 de julio se alzaba frente a Haya como un conjuro indestructible. Decididamente los militares en activo lo vetaban. Optó entonces, a cambio de seguir disfrutando de la legalidad, retirarse en beneficio de Odría. Pero, era tarde: el 18 de julio los militares expulsaron al enjuto presidente Prado, más hecho a la vida parisina que a los climas putschistas, y anularon las elecciones.

Sin embargo, esta vez los motivos que tuvieron los militares para vetar a Haya de la Torre fueron mucho más sólidos que un obstinado juramento: en la misma medida en que el APRA se había esclerotizado como un partido de derecha, aires desarrollistas modernos ventilaban los uniformes. El papel pasivo de mero instrumento de la oligarquía no cuadraba a las nuevas promociones, tan interesadas en la economía, la sociología y la estrategia política como en el arte militar. Se habían invertido los términos: el aprismo abandonó su original posición antioligárquica y reformista para instalarse abiertamente junto a la reacción más recalcitrante; el ejército, por el contrario, soltó sus viejas amarras y reclamó para sí un papel activo en la transformación de un país estancado. El CAEM (Centro de Altos Estudios Militares, fundado en 1952) y el Servicio de Inteligencia del Ejército han jugado un papel muy importante en la formación de esa nueva conciencia.

En el plano externo, influye en los militares jóvenes una nueva realidad latinoamericana, convulsa, con un dramático reto: o las anquilosadas estructuras se remozan, o la revolución violenta no puede ser por más tiempo aplazada. 1959, con el triunfo de la rebelión en Cuba, señala el inicio de una nueva época en América, de la cual es muy difícil sustraerse. La Junta, sin embargo, no pasó de realizar los primeros aprontes en un proceso de concientización que sacudía a sectores del ejército, y en 1963 convocó a elecciones, con la certeza del triunfo de Belaúnde Terry, un reformista en la línea de la Alianza para el Progreso que en ese momento parecía interpretar las inquietudes de los militares. (Lo defrocaron, cinco años más tarde, justamente porque no las interpretó.) El APRA volvió a ser postergada, y cerró alianza con la Unión Nacional de Odría, que ya no consideraba al desgastado Haya «criminal de guerra», como en 1948. Los muertos apristas bajo el odriismo fueron mutuamente perdonados...

Durante el gobierno de Belaúnde, el APRA estrechó filas con la oligarquía y los intereses norteamericanos. Se opuso a que en el proyecto de reforma agraria presentado al Congreso se incluyeran los latifundios azucareros, pactó con la IPC, participó en el saqueo público, afinó una aristocracia obrera incondicional y todavía le quedó habilidad para seguir adelante con una demagogia casi sin asidero en la realidad. De todas formas, en parte porque muchos viejos apristas de base siguieron siendo fieles al mito y venerando a un «jefe» que dirigía desde el Olimpo de la vía Venetto, en Roma; en parte porque se atrajo a sectores

de la pequeña burguesía más reaccionaria, y también, por la posibilidad de reparto de puestos públicos o participación en cuanto negocio turbio se presentaba, el APRA siguió siendo un partido mayoritario en el Perú.

Así estaban las cosas cuando Belaúnde Terry salió en pijama rumbo al aéreopuerto para desayunar en Buenos Aires, el 3 de octubre de 1968. Las esperanzas de junio volvieron a convertirse en pompas de jabón. Y ya el «jefe» es septuagenario. Definitivamente, no tendrá una última oportunidad.

Pero parece que el APRA sucumbirá con él.

El general Velasco Alvarado anunció el 28 de julio el proyecto de una nueva constitución, que daría el derecho a voto a los analfabetos. Esto, más la promesa de *abandonar* el poder a mediados de esta década, son señales evidentes de que se piensa institucionalizar el golpe, previa creación de un aparato político —un partido— que garantice la continuidad de la acción emprendida. Pero para crear un partido realmente mayoritario en el Perú, hay que desactivar el APRA, liquidando sus falsos mitos, poniendo al descubierto su complicidad con la oligarquía y los intereses anti-peruanos.

La Junta encamina sus pasos por ese derrotero. En primer término, la nacionalización de la IPC, la reforma agraria, la ley de aguas, la anunciada ley de empresas y toda la gama de reformas que han emprendido o tienen en carpeta los militares peruanos, ha dejado al APRA sin banderas, aunque sólo sirvieran para uso puramente publicitario.

Paralelamente, los militares están asediando los bastiones del sindicalismo amarillo aprista, sobre todo en la Federación Azucarera, cuyo secretario general, Roger Aguilar, dijo el sábado 12 de julio: «Esto, en ninguna parte del mundo es reforma agraria: es una simple estatización en favor de un grupo burocrático». Coincidía así con un pronunciamiento de los dueños de centrales afectados por la reforma y con la Sociedad Nacional Agraria. Pero, fundamentalmente, no hacía sino repetir la declaración de su partido (el aprista) el 7 del mismo mes: «Nos encontramos frente a un proceso no de cooperativización sino de estatización, y, quizá, de militarización».

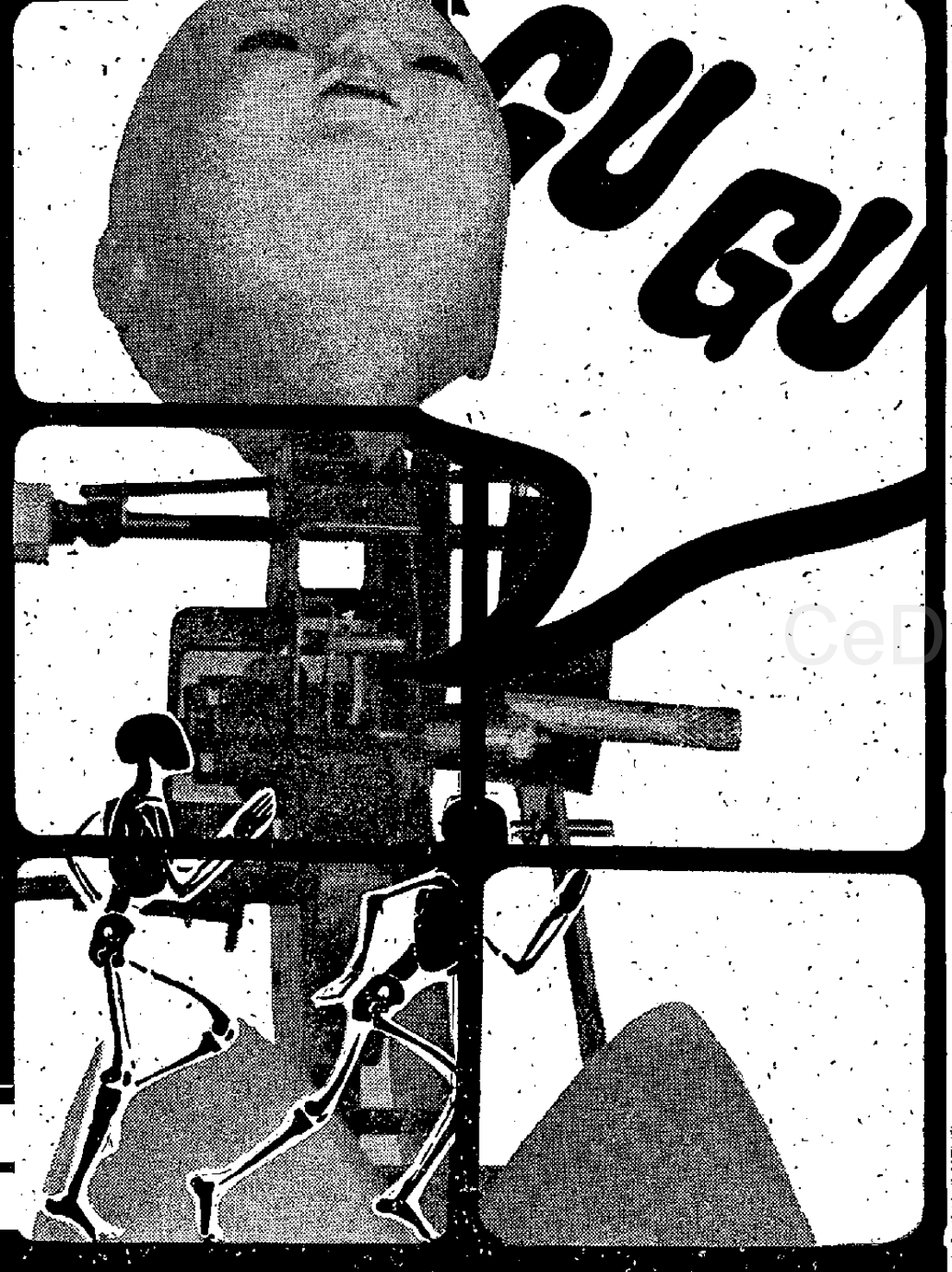
La dirigencia aprista se ha dado cuenta de los riesgos que corre cuando se desbaraten sus redes sindicales y el campesino comience a participar en la vida económica del país. Por eso, el 19 de julio, el Secretario General del partido, Armando Villanueva —un asiduo de la embajada yanqui— dijo que contra el APRA se había lanzado «la ofensiva más fuerte de su historia». Y tiene razón.

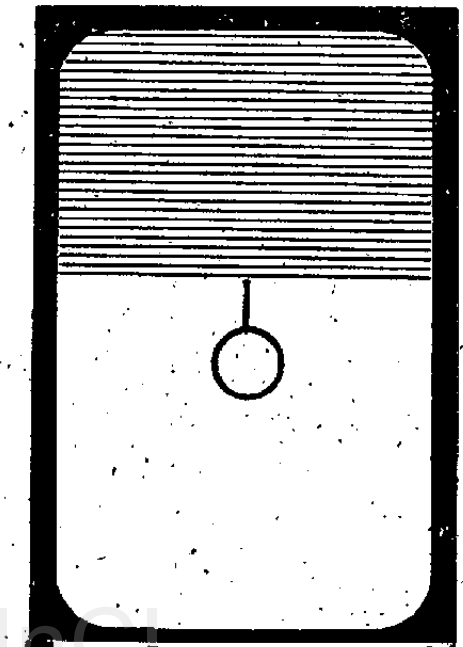
Reducidas al mínimo sus posibilidades de maniobra, el APRA parece estar buscando una salida desesperada: la persecución, el destierro, tal vez un par de víctimas que pudieran apuntalar el mito que se viene abajo sin estruendo ni gloria. Pero los militares no caen en la trampa a pesar del tono subido de las provocaciones: «comunistas y agentes extranjeros así como sectores radicales y oportunistas han desatado una campaña contra el APRA que sus miembros *no permitirán que continúe*» (Armando Villanueva, el 19-7-69).

Mientras el APRA vocifera, partidos con mejores perspectivas, como el Demócrata-Cristiano y el ala seoanista de Acción Popular —que abandonaron a Belaúnde en vísperas del golpe— han dado su apoyo a los militares, sin pedir nada por ahora. Tal vez, se les tenga ésto en cuenta cuando se vertebre una nueva organización política que corresponda a los cambios estructurales que se están poniendo en práctica, y conjugue estos con el funcionamiento de una *«democracia económica que tiende al máximo de equilibrio entre las clases sociales»* (general Morales Bermúdez, ministro de economía y finanzas, la última semana de julio en Roma).

El último timonazo de Haya de la Torre en busca del camino salvador, ha sido un anuncio de purga en la dirección del partido y la próxima incorporación de «promociones juveniles». Pero este empeño tardío produciría el mismo efecto de una anciana con minifalda.

Un *slogan* aprista repetido desde los años treinta dice: «Sólo el APRA salvará al Perú.» Cabría preguntarse ahora quien va a salvar al APRA. Y si no se salva, los militares peruanos pasarían a la historia por haber nacionalizado la IPC, por haber promulgado una ley de reforma agraria radical y por haber liquidado al APRA.





luchamos contra el sistema, no por un racismo negro*

boby seale

LOS ASESINATOS DE LOS ANGELES

P ● Recientemente en Los Angeles el Partido Pantera Negra fue atacado por otros grupos que no eran de la policía oficial, asesinando a dos dirigentes importantes, John Huggins Vice-Ministro de Información de California del Sur; y Alprentice «Bunchy» Carter, Vice-Ministro de Defensa de California del Sur. ¿Podría hacer algunos comentarios sobre estos asesinatos?

B.S ● Los asesinatos políticos están por supuesto, directamente relacionados con este atroz y sanguinario sistema. Como el hermano Massia, uno de los nuevos dirigentes de la sección de Los Angeles dice, «Hay un marrano (los políticos demagogos), hay un puerco (las fuerzas policíacas racistas), y hay un verraco (los avariciosos comerciantes). Los que cometieron los asesinatos en Los Angeles son las costillas del puerco, que de hecho son lo mismo que el puerco. Ahora nosotros sabemos de hecho, que las costillas del puerco; los nacionalistas culturales en este país, son un eco utilizado por la es-

* Entrevista aparecida en el periódico *The Movement*, marzo de 1969.

tructura de poder de los puercos[1]. En Los Angeles fueron las costillas de la organización US, dirigida por Ron Karenga, las responsables de los asesinatos políticos de dos de nuestros principales dirigentes, John Huggins y Alprentice «Bunchy» Carter.

Este no es el primer conflicto entre las Panteras y la US. Anteriormente han sido protegidos por los puercos. Hace un año, dos miembros de la US trabaron una discusión con un miembro de Pantera Negra y lo siguieron hasta su casa y cuando iba a entrar a la misma comenzaron a dispararle. El pantera sacó su revólver y comenzó a disparar mientras se refugiaba en su casa. Allí continuó disparando por una ventana. Algunos vecinos llamaron a la policía cuando oyeron los disparos. Ahí estaban esos negros calvos de US escondidos detrás de un auto disparando a la casa y el Pantera y dos amigos suyos dentro de la casa respondiendo a los disparos, defendiéndose, cuando llegaron los puercos. La fuerza policíaca tan justa llegó al lugar, se parapetó detrás de los autos, ayudando a los negros US a dispararle al hombre que se encontraba dentro de su casa. Por último atacaron la casa y arrestaron a dos de las tres personas que se encontraban dentro, habiendo escapado la otra. Esto demuestra que las costillas de puerco tienen una protección directa y verdadera del departamento puerco racista, que ha estado asesinando a los negros en las calles.

Se sabe que la organización US utiliza la coerción contra otras personas negras, específicamente contra los miembros del Congreso Negro y del BSU en Los Angeles. Mientras yo no tengo ninguna información definitiva, pero podría apostar 10 contra 1 que ellos mataron a algunos de los miembros de esas organizaciones allí y eso es absurdo. La estructura de poder de los puercos está decidida a tratar de aplastar al Partido Pantera Negra, ya que el mismo tiene una vinculación significativa con los deseos básicos políticos y las necesidades de los negros de una forma revolucionaria y política. Siendo una parte del puerco, las costillas nacionalistas, lo han estado ayudando en ese intento.

NACIONALISMO CULTURAL

¿Qué piensa sobre el nacionalismo cultural, independientemente de los agentes de sus grupos, que los hacen los enemigos de los revolucionarios?

Bueno, yo entiendo el nacionalismo cultural de esta forma. Fundamentalmente ellos provienen de la clase media burguesa. Tienen una tendencia a practicar una forma de racismo negro, inicialmente mediante la retórica.

[1] *Pig Power structure* se traduce como Estructura de poder de los Puercos, pero también podría traducirse como Estructura del poder racista, como recientemente apareció en la prensa nacional. Hemos traducido literalmente la palabra «pig» porque con la explicación que se da en el propio artículo, creemos, trasmite mejor el sentido que el autor quiere dar. (N. de la R.)

Frànz Fànnon, que escribió el libro «Los Condenados de la Tierra», expone que muchas veces nuestros hermanos negros, que están en esas instituciones y que se relacionan con la clase burguesa, todavía tienen empeñadas sus posiciones intelectuales al sistema del *Hombre* en tal grado que comienzan a odiar a una persona blanca simplemente por el color de su piel. Realmente eso es practicar el mismo racismo que existe en el sistema al que estamos tratando de destruir. Eso es tratar de combatir al fuego con fuego. Esto no es funcional porque cada persona práctica en la comunidad negra sabe, que si en su casa se origina un fuego no corre a buscar fuego para apagarlo, ellos buscan agua para apagarlo, porque todo el mundo sabe que los fuegos se apagan con agua.

El Partido Pantera Negra ha llegado a este análisis y a esta comprensión al tener una perspectiva más amplia de lo que es el sistema de clases. Nosotros pensamos que la ideología cultural nacionalista es muy limitada. De la primera cosa que comienzan a hablar es de su cultura. Están tratando de identificar, que son los que han estado perdidos, que han estado más desconectados de la cultura africana o de cualquier otra o de lo que piensen ellos puedan necesitar para apoyarse. La estructura de poder de los puercos los utiliza a ellos con más facilidad que a las masas los negros comunes. Literalmente, la estructura de poder de los puercos roba a los negros comunes y éstos piensan, en alguna forma, salir adelante y recuperar algo de lo que les ha sido robado como un individuo que no es capaz de expresarlo por sí mismo.

Ahora bien, se supone que este nacionalista cultural puede expresarse y lo hace, pero lo hace de tal forma que proyecta a este mismo sistema capitalista, racista. Esto es muy importante porqué el sistema capitalista es un sistema de clases. El Partido Pantera Negra está empeñado en exterminar y eliminar al sistema de clases. Hablamos del socialismo. Los nacionalistas culturales dicen que el socialismo no solucionará nuestros problemas. Existe la contradicción entre lo viejo y lo nuevo. Los negros no tienen tiempo de practicar el racismo negro, y las masas de los negros no odian a los blancos simplemente por el color de su piel. Lo que verdaderamente despierta el odio en las masas negras (y esto es algo que he repetido una y otra vez; Huey lo ha dicho una y otra vez) es lo que nos hacen a nosotros y es el sistema que da origen a lo que nos hacen a nosotros.

Las masas negras creen que hay unos cuantos John Browns por ahí, que van a ayudar a eliminar a esos explotadores racistas y capitalistas de este país. Y nosotros no vamos a hacer tonterías, diciendo que no hay posibilidades de unirse a algunos revolucionarios blancos honrados, o revolucionarios mejicanos-americanos o personas pobres y oprimidas de este país, que puedan llegar a comprender,

que hay que eliminar el sistema capitalista.

El nacionalista cultural es un tonto. La estructura del poder racista gritará «Capitalismo Negro» y sólo porque la palabra negro se encuentra delante de capitalismo, detrás se relaciona al mismo. Pero el Partido Pantera Negra es más inteligente que eso porque nosotros preguntamos ¿y qué hay con relación al capitalismo judío? ¿Y con el capitalismo irlandés? ¿Y con el capitalismo anglo-sajón? La única cosa que han hecho por nosotros, si estudiamos la historia, especialmente el capitalismo anglo-sajón e irlandés, es perpetuar la explotación. El capitalista anglo-sajón mantuvo al negro en la esclavitud, le robó tierras a los indios, oprimió a los mejicano-americanos, oprimió a los chino-americanos. De modo que el capitalismo no nos ofrece ninguna ventaja a nosotros y eso es lo que estos nacionalistas culturales no comprenden. Ellos no saben cómo considerar eso. De manera que se nos presentan y nos dicen cosas como esta: «Estoy sacando dinero al *Hombre*»[2]. El *Hombre* es el mayor embaucador en este condenado mundo. Ha embaucado a los pueblos de todos los países, a continentes enteros y aquí, es tonto, este asno ignorante nos dice que él le está sacando algo al hombre con sus trucos. Y nosotros decimos que ya que nosotros sabemos lo que son las clases, vamos a tener que demostrarles a estos tontos que van a tener que buscarse una ideología más amplia.

EL PUNTO DE TENSION

Quisiéramos ahondar un poco más sobre esto. Hace unos 6 ó 9 meses Eldridge predijo que se produciría este tipo de asesinato por los grupos culturales nacionalistas que trabajaban con el Hombre. *Siempre hemos pensado que uno de los principales puntos de tensión entre los nacionalis-culturales y los nacionalistas revolucionarios ,dirigidos por el Partido, Pantera Negra, reside en algunas de las cuestiones ideológicas que usted acaba de mencionar. Específicamente la ideología de las Panteras, fundamentalmente expresada por Huey, como la necesidad de un nacionalismo revolucionario aparejado con la necesidad de la revolución en la madre patria blanca*[3]. *¿Quisiera hacer algunos comentarios sobre este aspecto?*

Los nacionalistas culturales han acusado al Partido Pantera Negra de ser, y tengo que reirme de esto, un «para frente de los radicales blancos» y por supuesto, nosotros no somos un «para frente de los radicales blancos». Somos una organización que representa a los negros y muchos radicales blancos tienen relación con la misma y entienden que el Partido Pantera Negra es un frente revolucionario

[2] Nombre genérico que se designa a los miembros de la comunidad blanca. Por extensión El Blanco.

[3] Ver Newton, Huey. Para ser un nacionalista revolucionario se debe necesariamente ser socialista, en *Pensamiento Crítico* No. 17, Junio 1968.



honesto, contra este sistema racista decadente. Ahora nuestra organización no tiene ningún miembro blanco. Si un blanco perteneciente a un grupo radical me da algunas armas, yo las cojo. No voy a rechazarlas porque él sea blanco.

El dirigente habló sobre la necesidad de liberación en las colonias y de una revolución en la madre patria. Quisiera explicar esto más, de un modo práctico. Lo que aquí ocurre es que es imposible, como dice Huey, que nosotros tengamos el control de las instituciones en nuestra comunidad, cuando existe un sistema capitalista fuera de ellas, independientemente de ellas. Cuando en realidad, el sistema capitalista, fue el mismo sistema que nos esclavizó y es el responsable de nuestra continua explotación. De modo que si nosotros queremos crear un sistema socialista dentro de la comunidad negra, decimos que también va a existir en la comunidad blanca. Estamos diciendo que la comunidad blanca, la madre patria, es el padre del capitalismo racista y explotador, y el mismo explota a los negros en la comunidad negra. Cuando Nixon divulga la idea del capitalismo negro lo que hace es que fortalece al sistema capitalista, sistema que nos ha mantenido en la esclavitud.

CAPITALISMO NEGRO

Los nacionalistas culturales tienen una gran tendencia a relacionarse al capitalismo negro. Nosotros decimos que eso es incorrecto. Nosotros ha-

blamos del socialismo en general, y no sólo del socialismo negro. Sería absurdo ir a Cuba y comenzar a hablar sobre el socialismo negro. Los nacionalistas culturales hablan sobre el tercer mundo. Nosotros hablamos de la gente de color del mundo, pero al mismo tiempo va a haber muchas personas blancas que van a querer cambiar el sistema, porque ellos forman parte esencial de la evolución de la humanidad. Si el tercer mundo y la mayoría de los pobres y oprimidos son gente de color, y hacen un profundo impacto en las masas blancas sobre un nuevo y mejor sistema, donde el hombre no explota al hombre, entonces esto es realmente positivo y no negativo.

Los nacionalistas culturales no comprenden que cuando el Partido Pantera Negra hace alianzas o coaliciones con los blancos, las hace con aquellos que básicamente se oponen al sistema racista capitalista. Los nacionalistas culturales no tienen suficiente sentido para ver esto. Estos mismos nacionalistas culturales quieren trabajar en el centro de la ciudad con los capitalistas. Ellos quieren los trabajos de los programas contra la pobreza. Ellos alegan que están embaucando al *Hombre*. Ellos trabajan con los puercos verdaderamente avariciosos, que los han estado oprimiendo durante 400 años. Estamos tratando de hacer un profundo impacto en gran cantidad de personas blancas en este país, y especialmente en los liberales, izquierdistas y radicales en la comunidad blanca, a fin de que comprendan lo que decimos nosotros realmente. Los blancos van a tener que regresar y matar a sus madres y padres que están a todo lo largo y ancho de este país y en todo el mundo. Eso es exactamente lo que va a suceder y nosotros no queremos defraudar a nadie. Si vemos a un policía negro atropellando o matando a un blanco en la calle o cometiendo abusos, no es por el color de su piel, sino por sus acciones y por las cosas que hace, que estamos en contra de él, de modo que tendremos que matarlo a él también. No importa el color de la piel de la persona, lo que importa es lo que le hace a las demás personas.

Fundamentalmente, los nacionalistas culturales se convierten en Papá Docs. Papá Doc gobierna a Haití y oprime al pueblo. No podemos tener a ningún nacionalista cultural en este país que vaya por las calles, cometiendo asesinatos, abusos e intimidando a la gente, sólo por un insignificante cambio de porquería. Y si ellos piensan que son malos, bueno, todavía no han visto nada.

¿Han tenido algún problema con los nacionalistas culturales sobre el ingreso al Partido Pantera Negra?

Si cualquier negro entra en el partido y es un racista negro nosotros decimos que él tiene derecho a ser un racista negro, pero no tiene derecho a obstaculizar el programa revolucionario. Y el programa revolucionario no se ajusta a una filosofía de racismo negro. El mismo se adapta a la filosofía del cambio revolucionario.

PURGAS

Nosotros enfatizamos esta pregunta porque en números recientes del Periódico Pantera Negra se ha hablado de purgas internas en el Partido. ¿Quisiera hacer algún comentario sobre esto?

Las purgas internas en el Partido son fundamentalmente para eliminar a algunos individuos que están tratando de practicar la escisión —una forma de faccionalismo. La base de este faccionalismo es el oportunismo. Esta gente han estado haciendo análisis subjetivos. Este análisis subjetivo no permite tener una idea científica probada sobre la lucha revolucionaria, sobre la lucha de clases. Fundamentalmente son oportunistas. Un oportunista es uno que trata de crear facciones dentro del Partido. Esto puede realizarse de muchas formas; un ejemplo de ello es la espontaneidad abierta: Nosotros tenemos una organización, una organización revolucionaria y esta organización tiene sus reglas, tiene principios revolucionarios y la misma adopta tácticas revolucionarias. La organización hace sus análisis objetivamente *y no subjetivamente*. Nosotros hacemos análisis de la teoría política, de cómo marchan las cosas, cómo se desenvuelven y qué debemos hacer para destruir el sistema capitalista. A fin de mantener esto, nosotros tenemos una forma de crítica y autocrítica dentro del funcionamiento interno del partido. Esto es muy importante para cada individuo en este partido. Algunos de los que no han aceptado la autocrítica son básicamente oportunistas y harán cosas que son negativas para el Partido. EN CONJUNTO LOS NACIONALISTAS CULTURALES NO ACEPTAN LAS AUTOCRÍTICAS, pero las mismas son esenciales para nuestro partido, con el fin de que sigamos siendo honestos. Con el fin de dedicarse realmente a los cambios revolucionarios para los hombres negros y oprimidos de este país.

¿Ha habido otros aspectos de las purgas, como la intensificación de la educación política?

En este momento nosotros hemos tenido una intensificación de la educación política. A muchos de los hermanos que salen de nuestro bloque no les gusta leer algunas veces, pero nosotros descubrimos que los hermanos comienzan a relacionarse más cuando leen el Libro Rojo, o cuando leen los Ensayos del Ministro de Defensa. Después, ellos comienzan a relacionarse con lo que realmente es el Partido. Adquieren una comprensión del Partido, trabajando para el pueblo.

Esta educación política intensiva es muy necesaria para que ellos aprendan, para que conozcan las teorías, la teoría revolucionaria. Ellos deben comprender la teoría y la teoría les dice cómo obrar en la práctica y al actuar en la práctica ellos aprenden muchas, muchas cosas. Esto es muy necesario para nosotros.

En el presente, el partido no va a dar más ingresos a nuevos miembros. En los siguientes tres o seis meses estaremos enfrascados en elevar el conocimiento político dentro del partido a un nivel más alto. Al mismo tiempo nosotros avanzaremos con nuestros programas de la comunidad.

PROGRAMAS PARA LA COMUNIDAD

¿En qué programas de la comunidad están ustedes enfrascados ahora?

Los cuatro programas importantes que estamos tratando de realizar son: el desayuno para los niños, que ya está funcionando; la campaña para el control de la comunidad sobre la policía; clínicas de salud gratuitas en la comunidad negra; y las escuelas de liberación negra en la comunidad negra. Algunas personas nos van a decir que estos programas son reformistas, pero nosotros somos revolucionarios y a lo que ellos llaman un programa reformista es una cosa cuando los capitalistas lo ejecutan y es otra cosa cuando un partido revolucionario lo lleva a cabo. Siempre los revolucionarios deben ir adelante y resolver los deseos y necesidades momentáneas del pueblo, de los pobres y oprimidos, al mismo tiempo que llevan a cabo la lucha revolucionaria. Esto es muy importante porque fortalece el campo revolucionario del pueblo mientras que debilita el campo de la estructura capitalista de poder. La lucha es larga y dura y nosotros hemos descubierto que los puercos nos atacarán y tratarán de dispararnos y de matarnos. Ellos utilizarán a los nacionalistas culturales para que los ayuden. Ellos tratarán de detener estos programas porque la estructura de poder de los puercos es más inteligente que los nacionalistas culturales. Esta sabe que los programas revolucionarios que nosotros llevamos a cabo están debilitando su campo. De modo que trata de fortalecer su campo utilizando a los «negros», utilizando a los niggers (forma despectiva de llamar a los negros).

¿Podría hablarnos concretamente sobre la forma en que un programa de desayuno para los niños debilita la estructura de los puercos en el poder?

Sí. Primero, permítame explicarle en que consiste el programa. Nosotros tenemos miembros del Partido Pantera Negra que se levantan a las 6:30 de la mañana, para estar en las iglesias de la comunidad negra a las 7 en punto, a fin de preparar el alimento que ha de servirse a los niños de la escuela a las 7:30.

Esto debilita la estructura de poder porque los comerciantes en la comunidad negra son los que hacen las donaciones para este programa. Nosotros esperamos que esto se extienda por todo el país —que de cada dólar que obtenga un capitalista racista (o cualquier tipo de negociante, sea negro o blanco) un centavo de cada uno irá a parar de nuevo a la comunidad. El mismo negociante que explota a la comunidad, debe comenzar a devolver por lo menos, un centavo. Y se organiza de tal forma que esos centavos suman gran cantidad de alimento por cada dólar y ese alimento va a parar a los estómagos de los niños en la comunidad negra.

SOCIALISMO

Este es un programa socialista. Nosotros se lo quitamos a los grandes negociantes. Los políticos, si realmente fueran honestos, hubieran instituido esto hace mucho tiempo como un medio para fortalecer su esfera y quizás hubieran tratado de someter a votación este proyecto y probablemente hubieran utilizado algunos nacionalistas culturales para que los ayudasen. Pero, nosotros vamos a dejarlo a elección de la gente.

Nosotros estamos utilizando las iglesias en la comunidad negra que no se utilizan por las mañanas temprano. Este programa también contribuye a que más cantidad de personas en la comunidad tengan relación con el partido. Ellos ven que el partido no es un puñado de necios avariciosos. Nosotros hemos excluido a la gente que robaba bancos y robaba en las tabernas y establecimientos de bebidas por 200, 300 y 80 dólares. A nosotros nos preocupan los deseos del pueblo y naturalmente, el pueblo entabla sus relaciones con lo que el Partido trata de darle. Ellos se darán cuenta que el Partido está tratando verdaderamente de servirlos. Nosotros bajamos para trabajar, para realizar este programa. Ellos están involucrados porque son gente de la comunidad y no hay un solo predicador de cualquier iglesia (los predicadores siempre han hecho lavados de cerebro a los negros) que pueda negarle un desayuno para los niños. No hay un negociante, ni un político demagogo que pueda negar un desayuno para el programa infantil, y salir del paso.

En el caso del primer comerciante que diga que no va a donar nada, le diremos a la gente en la comunidad negra: «No le compren a él». ¿Por qué? porque ellos no quieren donar un centavo de cada dólar para el desayuno de algunos niños antes de ir a la escuela por la mañana. Ese es un programa socialista. Nosotros estamos educando a la gente mediante una operación práctica funcional de un proyecto socialista. Una vez que la gente vea que un programa socialista es valioso para ellos, no lo

rechazarán. Practicando el socialismo, lo aprenden mejor.

SERVIR AL PUEBLO

Una organización revolucionaria tiene que guardar y servir honradamente al pueblo y no simplemente engañarlo. Y cuando la gente vea que nosotros no la estamos engañando, va a tener más relaciones con nosotros. Porque ese es su programa. Nosotros le damos cada centavo que obtenemos. Es de ellos, nosotros decimos que es el dinero del pueblo.

Como Huey ha dicho, «Nosotros sólo somos los bueyes que han de ser guiados por el pueblo. Un fuerte destacamento que el pueblo siempre puede utilizar para que lo sirva, o para cuando se originan las crisis. El Partido les ayuda a resolver sus problemas, asiste al pueblo y vela porque sus deseos políticos básicos sean resueltos».

Estos son los proyectos en los que estamos trabajando. Las clínicas de salud gratis en la comunidad negra se harán cuando empecemos los otros proyectos. Nosotros vamos a instituir las clínicas de salud gratis. Clínicas de salud gratis. La palabra «gratis». Ellos hablan de la libertad en una retórica abstracta y superficial. Desayuno GRATIS para los niños. Ahora nosotros tenemos alguna libertad para trabajar. Clínicas de salud gratis, vean lo que quiero decir, eso es la libertad. Ahí hay algo materialmente valioso, algo para la supervivencia de nuestra gente. Libres para vivir. Como dice Huey P. Newton, «todo hombre en la faz de la tierra tiene el derecho a vivir, por lo tanto tiene derecho a trabajar». Eso es fundamental.

Esa es la razón de ser de las clínicas de salud gratis, el control de la comunidad sobre la policía, los desayunos gratis para los niños. Eso es libertad, mucha, mucha más habrá en el futuro. La misma tiene que ser materialmente valiosa; tiene que formarse y organizarse y tiene que estar relacionada a las necesidades políticas y los deseos del pueblo.

ESCUELAS DE LIBERACION

¿Díganos algunas de sus ideas sobre las escuelas de liberación y cómo van a funcionar?

Hemos proyectado dar instrucción a los escolares desde la escuela secundaria (high school) hasta la primaria.

Estamos tratando de que algunos de nuestros hermanos en la universidad (college) trabajen en esto y algunos han respondido. Nosotros pensábamos que lo primero que habría de realizarse sería el programa de desayuno para los niños. Pero al mismo tiempo sabemos que los muchachos en las escuelas tienen que aprender cosas sobre ellos mismos, sobre su historia negra, el sistema de clases y sobre quién engaña a quien y no la misma porquería que ahora les enseñan. De modo que las clases de la liberación negra comenzarán muy pronto, utilizando las mismas iglesias, por las tardes, después que los muchachos salen de la escuela.

Planeamos tener diferentes programas para los diferentes niveles. En el nivel de enseñanza secundaria probablemente enseñaremos más sobre los principios revolucionarios. En el nivel de la escuela primaria probablemente enseñaremos más la historia negra, sobre los avariciosos puercos. Vamos a enseñarles a los niños negros cómo identificar no sólo a un puerco blanco, sino también a los puercos negros. Nosotros queremos librarnos de los tíos Tom y de los nacionalistas, las costillas. Eso es muy importante. Nosotros vamos a hablar sobre cómo echar por tierra al sistema de clases, a los nacionalistas y a los capitalistas, tanto blancos como negros, que son una misma cosa: explotadores.

Los puercos utilizaron a la burguesía negra y gran parte de falsos liberales blancos para perpetuar y fortalecer su campo capitalista y racista. Ellos dicen que el gobierno «es bueno», que ellos libran una «guerra contra la pobreza» y que realmente «no son ladrones ni asaltantes». Ahora el nuevo presidente ha comenzado a vociferar «capitalismo negro». El piensa que mientras más negros él pueda convertir en capitalistas negros, puede embaucar mejor al resto de ellos, fuera de ese campo. Pero ahí hay un Partido Pantera Negra y nosotros estamos fortaleciendo el campo revolucionario del pueblo. Cada capitalista que se encuentre en en la comunidad negra, y a nosotros no nos importa del color que sea, va a hacer alguna donación para los negros. Los mejicanos-americanos pueden hacer lo mismo. Los blancos pobres también, si ellos abrieran más los ojos, podrían hacer la misma cosa. De modo que, estos programas no son sólo limitados para los negros. Todo el mundo se pregunta por qué nosotros no cogemos el fondo federal. No. Nosotros no pedimos eso. Nosotros podemos sacar más del comerciante, del capitalista en la comunidad, que nos ha estado robando. Y de ahí es de donde tiene que venir.

¿Cómo piensan ustedes obligar a estos capitalistas en la comunidad negra a costear estos programas?

Mediante el uso del poder de la gente. El poder de la comunidad negra representada por el Partido. El comerciante en nuestra comunidad está sujeto a la comunidad negra y lo podemos arruinar durante la noche, si él no accede a ello.

AGOTAR TODOS LOS MEDIOS POLITICOS

Ustedes han hecho una campaña donde piden un programa por el que la comunidad controle a la policía.

¿Expliquenos cómo esta campaña se ajusta a la estrategia de agotar todos los medios políticos en el curso de la lucha?

Nosotros nos adentramos en la comunidad negra y la conciencia de la gente se eleva por los ataques que la estructura del poder de los puercos le ha hecho al Partido Pantera Negra y en general, a la comunidad negra, aún antes de ser creado el Partido Pantera Negra. Esto ha llegado a tal nivel que ellos gritan: «Abajo los puercos». ¿Cómo? Eso es muy importante.

¿Cómo continuamos elevando su conciencia a otro nivel? Agotando todos los medios políticos. En este país utilizaremos el aparato de las votaciones. El control de la comunidad sobre la policía no es más que una operación por la que nosotros montamos las elecciones para que el pueblo en general, las masas voten. Decir que el actual departamento de policía debe ser abolido, y que se debe instituir uno nuevo, que esté formado, sea controlado y establecido directamente por la comunidad.

Si la votación no gana, o si ellos realizan un fraude, entonces la estructura de poder de los puercos será descubierta. Entonces dirá «Nosotros no vamos a ser eliminados. A nosotros no nos importa el derecho del pueblo a votar». El pueblo elevará la conciencia. Y dirá: «Nosotros los elegimos a ustedes y ahora ustedes dicen que no tenemos derecho a eliminarlos con el voto». La gente dirá: «Ya ustedes no son más policías, si ustedes le disparan a alguien en esta comunidad estarán cometiendo un asesinato, según nuestro criterio» Si no ganamos, si obtenemos menos del 50% de la votación, entonces tenemos una fuerza que trabaja. Esa es una fuerza revolucionaria. Ese es un fortalecimiento del área revolucionaria. Si sólo obtenemos una cuarta parte de los votos esa es una base en la que el área revolucionaria tiene que descansar para poder realizar sus planes. Podemos ir más allá y obtener firmas y hacer otra elección y continuar tratando de educar más al pueblo.

Mientras tanto, ¿qué va a suceder? La estructura de poder de los puercos va a estar atacando a aquellos que tratan de iniciar la lucha. Eso es muy importante. Cada vez que ataque, la gente se va a molestar más y van a ver muy claramente la forma en que nosotros somos atacados, muertos y asesinados, sólo porque utilizamos lo que ellos llaman «un proceso legal», que se supone es para el pueblo. Eso eleva la conciencia de la gente.

Utilizando todos los medios, hasta que se agoten, el pueblo va entendiendo mejor lo que él tiene que hacer. A la larga, el propio pueblo, apoyará y derrocará a la estructura de poder de los puercos, y cambiará el sistema; cambiará el sistema por uno mejor.

AMPLIACION DE LA ORGANIZACION

¿Podría hacernos algunos comentarios sobre la ampliación de la Organización en lo nacional y algunos de los problemas que la misma ha causado?

Los ataques que nos han hecho han tenido algunos resultados positivos, por decirlo así. Nosotros dedicamos todo el año de 1968 a los puercos, y les agradecemos la organización de nuestro partido. Por supuesto, estos ataques también han causado pérdidas y problemas considerables. En Seattle, tres hermanos fueron asesinados, pero dos puercos han muerto y nueve han resultado heridos. En Denver invadieron nuestro local y en Newark pusieron una bomba en la oficina. En New York ha habido bastantes problemas porque los puercos le han caído a los hermanos.

Ellos han tratado de intimidarnos. Cada una de nuestras secciones ha tenido los mismos problemas que la sede central ha tenido. Pero nosotros nos hemos enfrentado a ellos y la organización sigue creciendo. Uno de los principales problemas es suministrar a las secciones nuestro órgano, LA PANTERA NEGRA, del servicio noticioso de la Comunidad Negra. Esto es muy importante porque nosotros sabemos por el estudio de los principios revolucionarios, que el órgano de prensa es un instrumento organizativo, en lo que respecta al contacto directo de las masas y que se relaciona con la creación de su conciencia.

Hasta cierto punto, hemos tenido también problemas con unos cuantos miembros, que son en primer lugar muy oportunistas. Cada vez que somos atacados vienen a nosotros cientos de nuevos miembros. A la gente no le gusta que seamos atacados. De vez en cuando dentro de esos nuevos miembros viene algún nacionalista cultural. Nosotros tratamos de enseñarlos que la única cultura es la cultura revolucionaria. Con el fin de que comprendan esto en un sentido muy amplio. Nosotros queremos que los hermanos que son nacionalistas negros, sean a la vez internacionalistas. Ellos tienen que entender que deben ser internacionalistas, porque esta es una lucha de todo el pueblo, en conjunto. Y los negros, precisamente son la fuerza de vanguardia en desarrollo dentro de la América racista, que está llevando esta lucha revolucionaria y contribuyendo a la lucha internacional.

Desde que los ataques de los puercos en todo el año 1968, contribuyeron tanto a formar nuestra organización, le estructura de poder está utilizando otra técnica la cual es tratar de utilizar a los nacionalistas culturales a fin de tratar de destruir a nuestra organización, para dar la impresión de que ellos no son los que quieren esa destrucción. Pero el Par-

tido sabe y nosotros entendemos que es la propia estructura títere del poder de los puercos, desde el FBI y Nixon, hasta los alcaldes locales y los puercos locales, que están utilizando a los nacionalistas culturales. De modo que nosotros nos vamos a deshacer de los nacionalistas culturales y todo eso es parte esencial del cambio del sistema en total.

notas de lecturas

francisco: el héroe bueno y el abolicionismo reformista

eduardo castañeda

Reformismo con esclavitud fue, utilizando términos de Moreno Fraginals, la opción política realista de la sacarocracia cubana en las primeras décadas del siglo XIX. Esa fórmula debía engendrar una literatura que, sin embargo, no cristalizó sino en el imperativo de la difusión y fundamentación del primer reformismo como movimiento político y económico.

La narrativa —especialmente la novela— no pudo expresar totalmente esta época: emergió, cronológicamente, después del primer fracaso reformista.

Si la expulsión de los diputados cubanos de las Cortes españolas se había producido en febrero de 1837, las primeras novelas aparecerán entre 1838 y 1840, mostrando, eso sí, la coherencia y unidad que, según asegura Alejo Carpentier, reclama toda novelística. No fue, efectivamente, un grupo disperso de obras, sino todo un movimiento orgánico. Léase si no: *El Espetón de Oro*, *Excursión a Vuelta Abajo*, o la primera parte de *Cecilia Váldes* de Cirilo Villaverde; *Una pascua en San Marcos*, y *El cólera en la Habana* de Ramón Palma;

Una nube en el cielo y *Amor y dinero* de José Z. González del Valle; *Antoncelli* de José Antonio Echeverría y *Francisco* de Anselmo Suárez y Romero; todas, aparecidas en un término de dos años, van conformando una corriente literaria que, aún cuando no va más allá —en su época— del círculo reducido de las tertulias literarias, son, vistas en una perspectiva histórica, un buen arranque para una literatura por entonces tan incipiente como la cubana.

Si de ese grupo se escogiera a *Francisco*, habría que remitirla de inmediato a su contexto ideológico: *Francisco*, en tal disyuntiva, alcanza la particularidad de ser una novela, no ya del *reformismo con esclavitud*, sino *del abolicionismo reformista*.

Los mejores argumentos en favor de esta definición se remitirían al tema de la novela misma; pero se precisa, además y en primer término, reconocer que *Francisco* es escrita en un momento en que la literatura —o más bien los escritores— se sienten obligados —y más que ello, y hasta cierto punto, posibilitados— de *hacer conciencia* sobre una problemática moral que no coincide *exactamente* con los intereses de las jerarquías económicas, e incluso con el lugar de clase que a ellos puede corresponderles. Es una literatura que asume hasta cierto grado el rol de denuncia antiesclavista en un momento en que puede pensarse en el *blanqueamiento*, o virar con horror los ojos a la experiencia haitiana, como justificaciones para una toma de posición.

Si se piensa que entre 1790 y 1865 entraron en Cuba 467,288 esclavos africanos, a pesar que desde 1820 la *trata* era un comercio ilegal, se comprende —con la evidencia de *Francisco* en 1838— que la literatura no marche exactamente del lado de los imperativos económicos de los productores: porque objetivamente, la posición ética que la literatura expresa se va por encima de dichos imperativos.

No hay que olvidar que la literatura económica de los principales jefes reformistas —Arango y Parreño primero y José A. Saco más tarde —cuestionó de una forma tímida pero realista la productividad del trabajo esclavo. Su veredicto final, sin embargo, prescindió de molestas valoraciones éticas: defendieron la esclavitud porque ella era, según sus opiniones, más que inevitable, necesaria. No obstante, el reformismo había sumado la literatura a su cruzada por la regeneración y sanidad de las costumbres; en tal sentido, la muestra descollante es quizás la *Memoria sobre la vagancia en Cuba* (1832) de José A. Saco.

El sentido crítico que apunta Saco lo hereda e incrementa la narrativa que aparece a partir de 1838, ofreciéndole alternativas mucho más desarrolladas. Si esa narrativa, y en particular *Francisco*, es vocero de un *reformismo* que incorpora un elemento nuevo en la crítica a la esclavitud como institución, sería unilateral afirmar que se trata de una condición privativa de los narradores. Hay ya en ese momento una corriente de opinión no sólo antitratista, sino inclusive abolicionista que está movida en el mundo colonial por el auge de capitalismo británico, y a la que no escapa la avanzada ideológica del reformismo local. Richard Madden es, de cierta forma, la representación intelectual de una intención política y sobre todo una corriente económica, de la que luego David Turnbull será conspirador y ejecutor activo. La presencia de Madden en Cuba (1836-40) es, como se ha afirmado, la justificación de *Francisco*. Sin embargo, sería muy simple aceptar una justificación como causa.

Francisco es el producto de una corriente de opinión que abarca la casi totalidad de los escritores en activo. Quizás la presencia y la solicitud de Madden resulta importante, porque le hace revestir un carácter de literatura *por encargo* que, al tiempo que se encamina a la demostración de una realidad sin esconder su filiación e intenciones, demuestra que, como encargo, resulta una expresión literaria de primera categoría para su tiempo hispanoamericano.

Es cierto que a otro escritor que no fuera Suárez Romero le hubiera resultado difícil lograr un cuadro tan real y exacto como el que muestra *Francisco*. Ahora bien, si el realismo de la novela está de cierta forma —por tratarse de Suárez Romero— afianzado en una óptica que sólo su situación particular podía darle, al mismo tiempo el revestimiento que surge de la subjetivación política que le imprime el autor, escapa en muchas ocasiones a la realidad misma.

Es la propia condición social y la autoformación de Suárez Romero, que, a pesar de sus intenciones iniciales, muchas veces lo invalida para identificarse totalmente con sus personajes esclavos. Lo que podría ser una traición a su clase resulta atemperado, y su pretendida identificación con los esclavos resulta en gran medida arquetípica.

Los esclavos, en *Francisco*, sufren una mutación en la buena conciencia de Suárez Romero, que ha tratado de trasladarlos a su propio ambiente, desproveyéndolos de lo que por sí mismos pudieran representar, dotándolos de los hábitos morales y las conductas y reacciones sociales de los blancos libres.

Aquí se demuestra la limitación de Suárez Romero: no es capaz, como Balzac, de salvar su ideología, en este caso el reformismo.

Tanto Francisco como Dorotea o el taita Pedro son, o han sido, esclavos domésticos, cercanos a los conflictos y a las reacciones de los amos blancos. Incluso en el caso de Dorotea se trata de un personaje que ha de reiterarse en la literatura y que es la mulata esclava, que por lo visto resulta más atractiva que la negra esclava. Los otros, los esclavos del central, aparecen como un fondo inexplorado, como una sucesión de sombras que se mueven despersonalizadas y a las que el autor no puede ver sino desde un ángulo lejano, dando la impresión de que sólo puede compenetrarse con Francisco o Dorotea, o incluso con el taita Pedro, pero no con los demás negros, que son mostrados desde la perspectiva de una ventana o un balcón.

Sin proponérselo quizás, Suárez Romero expone un estado de co-

CeDInCI

sas que parece aceptar imparcialmente: las gradaciones de la esclavitud. Por eso alcanza carácter de tragedia el hecho de que Francisco, el héroe bueno, tenga que compartir la suerte de los esclavos de barracón. El, por su parte, se conduce y actúa a imagen y semejanza de un blanco libre, pero con el servilismo de un esclavo, objeto de uso doméstico, en la presencia de los amos.

Suárez Romero idealiza a Francisco, lo extrae de su contexto social y trata de convertirlo a un estoicismo cristiano, aceptando con tal racionalidad que evidencia un anacronismo, y que no escapa siquiera a las percepciones de sus contemporáneos. González del Valle, copista y redactor de *Francisco*, en una de sus cartas a Suárez Romero, le describía de esta forma la revisión de una parte del texto en la que había participado Domingo del Monte:

> «...él me manifestó su opinión conforme en todo a la que yo te expuse cuando lo leíamos, a saber, que dejas correr la pluma en el diálogo colocándote tú en lugar de Francisco, en tales términos que entra en pensamientos demasiado sutiles y filosóficos, que descubren la mente del novelista más que el carácter del personaje».

Sin embargo, y a pesar de todo ello, *Francisco* se puede convertir en la muestra descollante de una búsqueda que la narrativa contribuye a inaugurar en el terreno del pensamiento, porque Suárez Romero es quizás el escritor que más en contacto pudo estar con la realidad brutal de la esclavitud.

En este sentido, Suárez Romero no es totalmente un producto de la tertulia de Del Monte, a pesar de que a través de ella se había dado a conocer con su *Carlota Valdés* (1838). Es su estancia en Puentes Grandes durante casi todo el año treinta y ocho, y en el ingenio Surinam (Güines) durante todo el año treinta y nueve, lo que lo hacen convertirse en un verdadero paisajista de la vida rural.

Entre 1838 y 1840 —*Francisco* fue escrita entre septiembre de 1838 y julio de 1839 aproximadamente— Suárez Romero escribió también varias descripciones del ambiente del ingenio y el campo, que luego recopiló en su *Colección de Artículos* publicada en 1859. Estos relatos son una confirmación de *Francisco* y, en algunos casos, tantos temas como expresiones se reiteran en éste con una fidelidad asombrosa. En la última parte del capítulo III, Suárez Romero hace la descripción de un baile de los esclavos y comienza de esta forma:

> *Dos negros mozos cogieron los tambores y, sin calentarlo siquiera, comenzaron a llamar, como ellos dicen, mientras los demás, o encendían en el suelo una fogata con paja seca, o bailaban cada cual por su lado.*

Un año después, en su artículo «Ingenios», repite casi textualmente la descripción, sólo que en la primera persona:

> Cuando llegué —dice— ya se habían sacado los tambores a un pequeño limpio circular y pelado de yerba, ciertamente con el roce continuo de los pies; me escondí detrás de un árbol, porque en habiendo algún blanco delante, los negros se avergüenzan y ni cantan ni bailan; y desde allí pude observarlos a mi sabor. *Dos negros mozos cogieron los tambores, y sin calentarlos siquiera comenzaron a llamar, interin los demás encendían en el suelo una candelada con paja seca o bailaba cada cual por su lado.*

Aquí hay, además, una muestra palpable de estilo realista de la novela, que sólo podía lograrlo alguien que tuviera el dudoso privilegio de conocer la esclavitud desde dentro. El autor de *Francisco* es, según apunta Moreno Fraginals en *El Ingenio*, un dueño de esclavos.[1] Sin embargo, él es ya en este tiempo miembro de una familia que económicamente ha venido a menos y que se refugia en el ingenio como salida a una situación casi trágica en su economía doméstica.

De ellos dan fe las variadas solicitudes de Suárez Romero a González del Valle para que trate de vender algunos de sus artículos a las publicaciones de la capital. El 26 de enero de 1839, González del Valle le responde una carta y sobre el tema le dice:

> «...advierto que no me parece en ninguna suerte mezquino, ni deshonroso el plan que te propones de granjear algo en la situación que te hallas por medio de las letras. Lo que yo dificulto es no sólo que el provecho sea grande, sino hasta que sea fácil conseguir compradores para tus producciones».

Efectivamente, González del Valle tenía razón, porque no fue afortunado Suárez Romero en esta intención. El mismo, un año después, se quejaba de que en La Habana tenía que vivir bajo el amparo de un tío porque los escasos ingresos de la madre no le permitían asignarle pensión y, finalmente trabajando ya como profesor, algún tiempo más tarde manifestó su satisfacción de poder mantenerse por sí mismo:

> Con mis sueldos, no sólo me mantuve olvidándome de los bienes que poseía en común con mi madre y hermanos, sino gocé también de inefable satisfacción cuando ponía en manos de aquélla todo lo que podía ahorrar. *Me sustraje así, en cuanto es dable que suceda en un país gangrenado por la esclavitud, de vivir con el pan por otros, sin ninguna recompensa producido.*[2]

Pero, además, el ambiente y la intención que se admira, tanto en *Francisco* como en la *Colección de Artículos* de Suárez Romero, no son en medida alguna

---

[1] Moreno Fraginals cita en la página 163 el artículo de Suárez Romero, «Ingenios» y la cataloga como «el dueño del ingenio Surinam que dejó en pocas palabras el ritmo de trabajo de sus negros».

[2] De estas consideraciones puede verse un amplio resumen en el trabajo de Cabrera Saqui incluido como apéndice en esta edición.

CeDInCI

los de un amo de esclavos, sino el de un opuesto a la esclavitud que está conectado ideológicamente con las aspiraciones del reformismo, pero que va más allá de las mismas. Esto se expresa de forma palpable en la identificación del autor con los sufrimientos de los personajes negros que ha creado, quienes por curiosa comparación, resultan mucho más sensibles y profundos que los blancos, aun cuando como según ya se ha señalado, reciben en sus meditaciones y reacciones los hábitos morales de éstos. En ello quizás radique la explicación de que cuando Suárez Romero trata de dibujarnos a un blanco cruel —como es el caso del mayoral— lo hace mucho mejor que cuando se propone ser ambiguo, como en el caso de la señora Mendizábal. De cualquier manera, es evidente que Suárez Romero trató de poner de manifiesto por oposición la situación social derivada de la esclavitud y, en tal sentido, la novela alcanza sus mejores momentos exactamente cuando los contrastes son más fuertes. Esta tendencia al maniqueísmo llevó a Suárez Romero a discusiones importantes con Domingo del Monte, quien pensaba que el autor de *Francisco* exageraba en su lenguaje subversivo; Del Monte hacía la salvedad —así lo hace saber González del Valle a Suárez Romero— de que no se trataba de quitarle a la novela sus aristas en cuanto a la crítica de la esclavitud sino que pensaba que el novelista no debía poner arengas en boca de sus personajes.

El autor de *Francisco*, sin embargo, estaba ya sumamente comprometido con su intención para interpretar el sentido de la observación, de ahí que insistiera en que él trataba efectivamente de que el contraste fuera lo más evidente posible. En carta a Domingo del Monte justificaba de esta forma su posición: «Yo dije en mi tristeza —blancos, señores, vosotros sois tiranos con los negros, pues avergonzáos de ver aquí a uno de esos infelices mejor hombre que vosotros».[3]

Pero en la oposición es donde Suárez Romero pone claramente de manifiesto, que lo que está en discusión es el grado de reformismo que podía implicar la opción antiesclavista.

La resistencia religiosa de Francisco y su «salida» a través del suicidio son propios de la buena conciencia de Anselmo Suárez Romero y de los ecos del romanticismo que comenzaban a llegar de Europa. De esta forma, Suárez Romero convierte a Francisco en un héroe bueno. González del Valle le escribía a propósito de ello: «Disculpo tanto más el único defecto que en cuanto al plan de la composición se te dirige, cuanto que le es imposible al novelista que trata horrores no acogerse a un personaje, hacerlo bueno e idealizarlo para que sea una protesta contra los demás y lleve el sello de sus pensamientos. A eso se debe el bueno concepto que te ha merecido».

El, Suárez Romero, ve en ello la mejor contribución a la defensa de los esclavos y, cuando trata de humanizarlos lo consigue, pero al tratar de evidenciar su sumisión pasiva logra, de cierta manera, una deformación.

[3] Un extracto de esta carta aparece en el apéndice de esta edición.

Claro que las soluciones del reformismo son válidas a la literatura del realismo, porque aquél es, como corriente política e ideológica, una suma de realidades. Válido es también que el suicidio sea una solución del drama no sólo del novelista, sino incluso del esclavo mismo. Hay centenares de ejemplos de suicidios en toda la historia de la esclavitud en Cuba.

Otras soluciones hubieran tenido que desgajarse de una óptica diferente de la realidad y si habitual resultó ser; para el esclavo desesperado, el suicidio, mucho más común era su huida al monte. Exactamente los primeros años de la primera mitad del siglo XIX son pródigos por la enorme cantidad de cimarrones y de palenques organizados en forma sorprendente en múltiples zonas del país.

Mientras Suárez Romero escribía su novela, circulaba por la Isla una noticia que habría de mover de júbilo, pánico o compasión. Así la da a conocer Gerardo Castellanos en su *Panorama Histórico:*

> Gobernaba en Trinidad el brigadier Pedro Carrillo de Albornoz (habanero). Supo que varias dotaciones de ingenios urdían una conspiración para el Viernes Santo. La dirigían los negros Juan José Armenteros, Baltasar Fernández y Bartolo Bastida. El proyecto era aprovechar el momento de la procesión, asaltar los cuarteles y apoderarse de las armas, secuestrando al gobernador; y ya posesionados de los edificios públicos, dar fuego a la ciudad y, colocándose los negros esclavos rebeldes en las salidas del pueblo, no dejar escapar con vida a un solo blanco. Carrillo de Albornoz actuó con diligencia y sigilo por la ciudad y la comarca; y con la cooperación de vecinos y las milicias blancas, realizó un copo completo, y anticipado, de más de cien principales conspiradores. La Comisión Militar —creada el 4 de marzo de 1825—, actuó con toda la fiereza característica de ella y condenó a muerte a los destacados promotores. Se llevaron a cabo feroces ejecuciones en la sabana que se halla al Este de la ciudad por el conocido *Camino de los ingenios*. Armenteros, Fernández y Bastida fueron condenados a la horca; pero, además, después al primero se le cercenó la cabeza, que fue cocida en brea y expuesta en una jaula, y a los cuerpos de Baltasar y Bartolo les cortaron las manos derechas, que también fueron cocidas con brea.

Desde entonces el lugar es llamado *La mano del negro.*

De la «crueldad» del negro quería salvar Suárez Romero a Francisco, sin que esto negara lo injusto de la institución de la esclavitud, ni incluso, la justificación de la actitud de los esclavos. Por eso se ha propuesto una contraposición maniquea que logra en la medida que expresa para los esclavos la posibilidad cristiana de sufrir pasivamente

CeDInCI

en este caso por valores que además le son ajenos.

Francisco es, además, tanto conceptual como formalmente, una novela que tiene toda la ingenuidad de la época, y la propia del autor, quien no rebasa al terminarla —Julio de 1839— la primera juventud.

Sin embargo, Anselmo Suárez Romero, que tenía veinte años cuando escribió *Francisco*, no logró luego superar su literatura de la adolescencia y sus trabajos posteriores —sólo con pocas excepciones— están ya cargados de un didactismo que no añade nada formalmente, y exentos de la espontaneidad y la riqueza temática de su primera novela. En su contexto, *Francisco* resulta una obra descollante. Hay que pensar que está de moda lo que se llamó en la época la novela corta. Significativamente, uno de los más jóvenes escritores del grupo de Del Monte, es de los primeros en lograr una muestra tal de coherencia y estructura. *Francisco*, que se iguala y en algunos aspectos supera a la *Excursión a Vuelta Abajo* y que únicamente es superada más tarde por *Cecilia Valdés*, de la que sólo había escrito Villaverde en ese momento la primera parte.[4]

Pudiera afirmarse que *Francisco* es, en 1839, el resumen de realismo naturalista de la época que está notablemente influido por las novelas de Balzac. Precisamente refiriéndose a una novela corta de Suárez Romero escrita al mismo tiempo que *Francisco*, González del Valle le refería:

> Domingo me observó al leérsela, que ya se notaba en tu estilo y en el modo de tratar el asunto la influencia de la lectura de Balzac, no por faltas en la dicción que al contrario es castiza, ni por copias más o menos bien hechas de este autor, sino por la fina observación de las costumbres llevadas a cuantos pormenores se escapan a muchos novelistas por insignificantes, y que constituyen sin embargo la mejor parte del retrato y vida de los personajes.

Habría que añadir que incluso resulta útil, en esa proyección, no ta útil, en esa proyección, no sólo para comprender los detalles del trabajo esclavo y del ambiente rural del ingenio, sino incluso de los elementos manufactureros en la producción de azúcar.

El hecho de que su edición fuera póstuma (1880) no impidió que *Francisco* —manuscrita— fuera ampliamente conocida en los ambientes literarios, principalmente de La Habana y Matanzas.

La novela cumplió la misión para la que fue inicialmente encargada cuando Madden, el comisionado inglés, después de mil felicitaciones llevó su original a Gran Bretaña. Sin embargo, quizás Suárez Romero no pudo preveer en su momento que *Francisco* sería, además, una de las novelas cubanas más significativas del Siglo XIX.

[4] La fecha de nacimiento de los principales narradores de esta época son: Cirilo Villaverde (1812), Ramón de Palma (1812), José A. Echeverría (1815), Anselmo Suárez Romero (1818) y José Z. González del Valle (1820).

CeDInCI

pluma en ristre

Acaban de salir los cuatro primeros títulos[1] de la nueva colección del Instituto del Libro, *Pluma en Ristre*. La colección se ha creado pensando en los nuevos escritores inéditos que hasta ahora sólo contaban, para dar a conocer sus obras, con los concursos nacionales y/o eventuales oportunidades de publicación.

Editar primeras obras supone riesgos, por supuesto: no todos los principiantes llegan a cuajar como verdaderos escritores; sin embargo, aun cuando sólo una parte de los que se den a conocer en *Pluma en Ristre* continúen su desarrollo literario, se cumplirían plenamente los objetivos de la nueva colección.

Apenas hace falta decir que *Pluma en Ristre* evoca, en primer lugar, el nombre de Pablo de la Torriente Brau, el de Mella, el de Villena: hombres para quienes la pluma fue, también, lanza, *mauser*, dinamita: arma, en suma.

Así, la nueva colección, repetimos, abre posibilidades editoriales a los nuevos escritores, al tiempo que los vincula con esos hombres, cuyo ejemplo combativo debe ser inspiración de las búsquedas literarias de los más jóvenes, que han de marchar, exactamente como hicieron ellos, *Pluma en Ristre*.

[1] *Santiago'57* (teatro) de Estevan Estevanell, *Escambray en sombras* (cuento) de Arturo Chinea, *Usted sí puede tener un Buick* (cuento) de Sergio Chaple, *El movimiento obrero cubano en 1914* (ensayo) de Carlos del Toro.

Próximos títulos de Pluma en Ristre

El movimiento obrero cubano en 1920 (ensayo) de Olga Cabrera.

Que levante la mano la guitarra (canciones) de Silvio Rodríguez.

Ensayo sobre el entendimiento humano (poesía) Eduardo López.

Bloque de arrancada (antología de poesía y de cuento) de Germán Piniella y Raúl Rivero.

Punto de partida (antología de ensayos) de José Bell Lara.

autores

Aleksei A. Liapunov	Redactor de los "Problemy Kibernetiki", publicación que se edita bajo la dirección general del Consejo Científico de Cibernética de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S.
Serguei Ysiebolobich Yablonski	Profesor de la Facultad de Matemáticas de la Universidad M. V. Lomonósov de Moscú. Colaborador de los "Problemy Kibernetiki". Yablonski es conocido tanto por sus trabajos de Cibernética como por los de Lógica Matemática, entre los que se destaca las "Funitsionaln'nye Postroeniya v k-znachnoi logiki".
E. A. Feigenbaum y J. Feldman	Investigadores norteamericanos en inteligencia artificial, editores de una colección "Computers and Thought" (Mc Graw-Hill, 1963) que acoge artículos fundamentales sobre inteligencia artificial y simulación de procesos cognoscitivos. La exposición de preguntas y respuestas debida a ellos trata de situar al lector en la temática de la inteligencia artificial.
Paul Amer	Investigador norteamericano en inteligencia artificial. Su trabajo es una enumeración y un intento de crítica de diversas opiniones lanzadas contra el tema de la inteligencia artificial.

CeDInCI

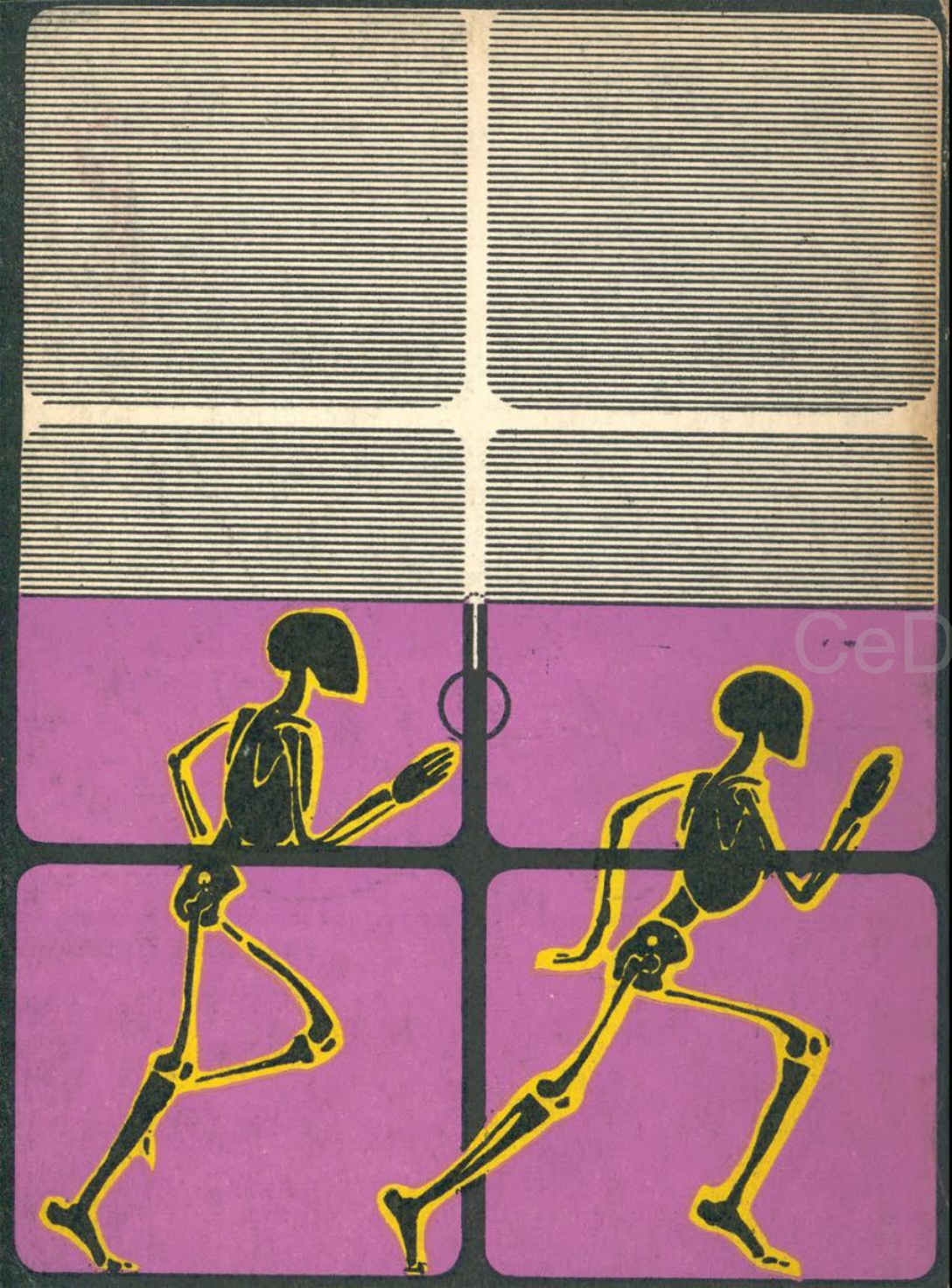
Ramon Rubio	Doctor en Ciencias Físico-matemáticas, profesor de la Academia de Ciencias de Cuba. Su artículo explora las posibilidades de una definición n-dimensional de la inteligencia humana y sus relaciones con la inteligencia artificial.
Eramis Bueno	Candidato en Ciencias Filosóficas en la especialidad de Lógica Matemática. Profesor de Lógica Matemática del Departamento de Filosofía de la Universidad de Occidente. Cuba. Su artículo presenta el tema de la simulación alrededor de la utilización del aparato lógico-matemático en la construcción de modelos de varios tipos de autómatas finitos.
Luciano García	Doctor en Filosofía y Letras, profesor del Departamento de Filosofía de la Universidad de Occidente. Cuba. Su artículo hace un balance del empleo de algunos desarrollos de la lógica matemática en la programación de máquinas computadoras.
Boby Seale	Presidente del Partido Panteras Negras. En esta entrevista, centro de su concepción anticapitalista, trata las relaciones del Partido con los nacionalistas culturales, las tácticas de la comunidad negra y los problemas del reformismo y sus correspondientes formas de lucha.
Lee Russell	Estudioso de los problemas teóricos de la cinematografía contemporánea. Recientemente ha terminado un ensayo titulado *Signs and Meaning in the Cinema* (Signos y significación del Cine). El artículo que publicamos es una contribución a su fundamentación teórica.

Oscar Lewis	Profesor del Departamento de Antropología de la Universidad de Illinois. Ha publicado varios libros producto de sus investigaciones sobre el tema de la subcultura de la pobreza. El artículo que nos envía, relaciona los objetos de consumo y bienes durables con los diferentes status de pobreza.
Carlos Núñez	Nuestro colaborador, continúa en esta nota el análisis de la situación peruana que inició en el número 27.
Orlando Contreras	Comentarista de *Prensa Latina*, aborda en su colaboración las relaciones entre el APRA y la Junta Militar del Perú.
Eduardo Castañeda	Fallecido mientras se encontraba en prensa esta edición, nos había enviado su prólogo a la novela *Francisco*, en que analiza la expresión literaria del abolicionismo reformista.

Unidad Productora 08 «Mario Reguera», La Habana, Cuba.

CeDInCI





CeDInCI