

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

CIBERNETICA EN LA
INGENIERIA QUIMICA

H2

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

ENRIQUE A. BRAVO MEDINA

1 9 7 4



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tesis
LAS _____
AÑO 1974
FECHA _____
PROC. Met. 20
S _____



QUIMICA

Jurado asignado originalmente según el tema:

PRESIDENTE Prof. : ROLANDO MONTEMAYOR ESTRADA

VOCAL Prof. : EDUARDO VERGARA CABRERA

SECRETARIO Prof. : LUIS ROMERO CERVANTES

1er. SUPLENTE " : ABELARDO F. PADIN Y DE LIMA

2do. SUPLENTE " : ALEJANDRO LOZADA CÁÑIBE

Sitio donde se desarrolló el tema:

Biblioteca de la Facultad de Química.

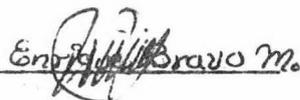
Cd. Universitaria.

Biblioteca del IMP.

Av. de los 100 Metros 152. México 14, D. F.

SUSTENTANTE:

ENRIQUE A. BRAVO LEDINA


Enrique A. Bravo M.

ASESOR DEL TEMA:

ING. ROLANDO MONTEMAYOR E.


Rolando Montemayor E

" SI YO HE TENIDO
UNA VISION MAS AMPLIA ES
PORQUE ME HE SUBIDO
A LOS HOMBROS DE GIGANTES."

ISAAC NEWTON.

DEDICATORIAS

En el corto lapso de mi vida he conocido grandes tesoros, que sin lugar a duda son innmerecidos.

Todos ellos fueron partícipes en ese pequeño aprendizaje mediante el cual comprendía poco a poco el significado de palabras tales como Belleza, Alegría, Bondad, Tristeza, y muchas más; pero sobre todo de Justicia y de Amistad. Y al analizar cada uno de esos valores cruzaban por mi mente nombres y recuerdos de personas que de una manera u otra formaban parte de Mi.

Sin embargo al analizar la Nobleza y la Belleza la primera imagen que cruzó por mi mente fue la de mi Madre, Lolita, que es sin lugar a dudas la mujer más hermosa que he conocido. Al analizar Carácter y Rectitud, la imagen fue de mi Padre, Pedro, hombre de gran corazón. Y la imagen de mis Hermanos también hizo su aparición.

Y al pensar en cada uno de esos valores, mi mente modelaba a muchas personas que forman parte de Mi, unidos todos bajo la palabra Amistad; logrando con esto obtener la imagen más clara y exacta que poseo del ser humano, "Complejo en todos los sentidos pero al final la máxima creación de la Naturaleza".

Por todo lo anteriormente dicho, dedico este pequeño trabajo; el cual esta lleno de Cariño y Gratitude; a toda la gente que ya forma y a la que formará parte de mi Ser.

Enrique Bravo Medina.

A Juan Manuel, mi hermano y amigo,
quien siempre fue la luz en mi camino.

A mi maestro Rolando Montemayor E,
quien como Ing. y Persona ha logrado
tener una visión muy amplia del Universo.

Al Ing. Eduardo Vergara y
al Ing. Alejandro Anaya de
quienes he aprendido tanto.

Al Dr. Angel Mondragón H. Y su
finisima Esposa, excelentes personas
que he tenido oportunidad de conocer.

A Jorge Fidel Menéndez G. mi gran
amigo, por su valiosa y gran ayuda.

Con cariño a quien es de mi alma
la inspiración.

INDICE

Prólogo	
Introducción	1
I.- ¿Qué es la Cibernética?	5
II.- Teoría de la Información	10
III.- Entropía	15
IV.- Prueba y Error	17
a).- Acostumbramiento	18
b).- Resolución Intuitiva	19
V.- Codificación	20
a).- Sistema de Comunicación	21
VI.- Pedagogía Cibernética	24
VII.- La Cibernética y su Dualidad	32
VIII.- Cerebro y Computadora	40
a).- Memoria	43
b).- Pensar	45
c).- Aprender	46
d).- Limitaciones de la Máquina	47
IX.- Información en Ingeniería Química	49
X.- Concepción de un Curso	53
XI.- Aplicaciones Prácticas	56
XII.- Para no concluir	57
Referencias Bibliográficas	

PROLOGO

Una de las grandes creaciones de la naturaleza lo es y lo será por siempre el ser humano. En él se han fundido y -plasmado los más grandes anhelos de la naturaleza, los cuales permanecieron latentes durante muchos miles de años hasta que germinaron poco a poco de acuerdo al transcurso del tiempo. El desarrollo de dicha creación junto a otras tantas fué notable y sorprendente; aunque en cada ser se manifestaban grandes y diferentes comportamientos.

A través de la historia de toda la humanidad fácilmente se puede ver que el hombre ha presentado la facultad de raciocinio que lo ha hecho avanzar poco a poco pero con paso firme, aquilatando a cada momento los grandes tesoros -- que se le habían conferido. De aquí que el desarrollo y avance en todas las ciencias haya sido posible debido a la creciente imaginación e inventiva que presenta desde los -- tiempos más remotos; manifestando una desmedida sed de investigación característica de cada individuo.

Sin olvidar que dicha manifestación se ha presentado -- en cada uno de todos los individuos durante todos los tiempos; también lo ha hecho en mí, manifestándose en el presente trabajo.

Partiendo únicamente del hecho de conocer la palabra -- Cibernética y tratando de buscar el origen de tal ciencia, me encontré con que se le aplicaba en muchas e innumerables disciplinas. A medida que investigaba el origen y su aplicación, la relación se hacía más y más estrecha; ante mi admiración lo que empezó según yo como un estudio de la Cibernética aplicada a la Ingeniería, se ampliaba a la Psicología, Medicina, Computación, Didáctica, Filosofía y muchas otras ciencias aparentemente desligadas de la anterior, y al ana-

lizar cada una de las disciplinas la Cibernética se encontraba más íntimamente relacionada con todas ellas.

Al buscar los trabajos originales de Wiener, Ashby, Shannon y otros más, poco a poco descubría nuevos y más variados horizontes relacionados íntimamente con un tema inmenso y apasionante.

En el presente trabajo trato de plasmar en cada uno de los lectores, de una manera fácil y agradable el fabuloso mundo de la Cibernética.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La investigación sobre la inteligencia sintética debe iniciarse haciendo un estudio sobre el origen de la inteligencia natural; o sea el funcionamiento de nuestro cerebro.

De acuerdo a las teorías de Fournie, uná forma de estudiar el funcionamiento del cerebro humano es por medio del estudio del lenguaje. Dichos estudios fueron realizados por Paul Broca basándose en la afasia (pérdida del habla) la -- cual se debía a la destrucción de una pequeña área de la -- corteza del cerebro humano; que si bien impedía la realización de la facultad de hablar, el individuo podía realizar otras formas de actividad voluntarias.

A partir del descubrimiento de Paul Broca se desarro -- llaron trabajos sobre mecanismos cerebrales del lenguaje; dando como resultado que aunque el cerebro humano en su for ma externa no difiere en mucho al de otros mamíferos, sí lo es en su forma interna debido a una mayor complejidad orga -- nizativa; la cual permite la realización del lenguaje huma -- no.

La habilidad para hablar una lengua tiene como origen dos características biológicas únicas:

- a).- El hombre posee una garganta equipada para produ -- cir una gran cantidad y variedad de símbolos son -- oros arbitrarios, mientras que el resto de las -- criaturas sólo heredan ciertas capacidades instin -- tivas para emitir algunos sonidos.
- b).- Entre todo el reino animal es el único que combi -- na su habilidad laringea con suficientes faculta -- des cerebrales para abstraer pudiendo así correla

cionar cada uno de los sonidos con su significado propio.

Debido a estos dos dones propios y naturales, el hombre nace con una necesidad innata de hablar, aunque genéticamente no hereda ninguna lengua particular, como lo son las sexuales de los carnívoros o los gritos angustiosos de los pájaros.

El hecho de poseer esta capacidad innata de aprender cualquier lengua; en lugar de los modelos transmitidos genéticamente y rígidamente predeterminados de los animales inferiores, es la que señala realmente su humanidad, ya que le permite usar el lenguaje en una forma que ningún otro animal puede hacer ya.

El hombre encuentra una infinidad de posibilidades de comunicación de la que carecen los demás animales; debido a su limitada capacidad de acción laringo-cerebral.

A través de estudios realizados desde los tiempos remotos hasta la actualidad se ha tratado de aclarar las interrelaciones entre el mundo externo y el medio lingüístico -- creado por la mente humana, durante dicho lapso, surgieron teorías, ideas, experimentos tendientes a explicar poco a poco dicho enigma, dando como resultado la creación de una nueva ciencia que pretende dar a la naturaleza y a la base física de la inteligencia humana una explicación tal que permita reproducirla sintéticamente.

Como la inteligencia humana se refleja en la compleja conducta global del hombre, estos sondeos introspectivos deben comenzar con la construcción de mecanismos que muestren una comparable complejidad de comportamiento. Para dicha construcción debemos expresar, de alguna forma, por medio del lenguaje, la complejidad que queremos tenga la máquina. Por desgracia, nuestra capacidad de absorber información; -

cuando empleamos el lenguaje diario, está muy limitada. La única forma de superar esta dificultad es fabricar máquinas que comprendan lenguajes, códigos, con mayor capacidad que la nuestra para recibir y asimilar información codificada.

Existe una relación estrecha y recíproca entre la complejidad de un sistema y la del lenguaje usado para comunicarlo a la máquina de procesar, por eso, el lenguaje y la comunicación, de un lado, y la complejidad de los sistemas de inteligencia artificial del otro, están estrechamente relacionados. En la actualidad ha sido posible diseñar máquinas de comunicación muy complejas y sistemas de control capaces de imitar en cierta medida el comportamiento humano, como ejemplo lo son las máquinas que se comunican entre sí por medio de códigos o lenguajes, en forma muy parecida a los humanos, otras en cambio almacenan los datos que se les dan, mostrando algo parecido a lo que llamamos memoria.

Por tal motivo, la Cibernética constituye, hoy en día, el punto de confluencia de muchas corrientes del conocimiento, como lo son : Neurofisiología, Bioquímica, Computación, Teoría de la información, Automatización, Lógica matemática, Cálculo de probabilidades, Lingüística, Psicología y otras muchas.

Se ha dicho que la Cibernética ha comenzado la segunda revolución industrial.

A través de los trabajos realizados por hombres tales como Porta, Newcomen, Watt y Boulton se logra como resultado el reemplazo del trabajo físico que el hombre o la bestia realizaban, por la máquina de vapor y el motor de combustión interna durante la primera revolución industrial, de la misma forma, hombres tales como Leibnitz, Pascal, Babbage y Boole dan origen a la segunda revolución industrial.

La razón de que la electrónica pudiera hacer avanzar -

tan rápidamente la automatización fue que, durante muchos años, se dedicó casi exclusivamente a la comunicación o transmisión de información de un lugar a otro.

Además de la comunicación por alambres y radio incluyó grabación de sonidos, aparatos para la sordera, televisión, y otros sistemas para el manejo de la información.

En los sistemas de control se opera con poco gasto de energía y su eficiencia mecánica no tiene mayores consecuencias porque su función primordial no es transmitir energía, sino procesar información. Las entradas de tales sistemas son frecuentemente copias electrónicas de órganos sensoriales animales, como los ojos y los oídos: Termostatos, Células fotoeléctrica, Micrófonos o manómetros. Las salidas son los equivalentes a los músculos de los animales o a los órganos de comunicación: Altavoces, Máquinas de escribir eléctricas Motores eléctricos. Internamente la información procesada - toma la forma del paso de señales eléctricas de una parte - de el sistema a otra. De lo cual se deduce que el funcionamiento de los aparatos de control depende principalmente de el flujo apropiado o procesamiento de la información comunicada de una parte del sistema automatizado a otra.

¿QUE ES LA CIBERNETICA?

Tener una definición exacta y de acuerdo a todas las disciplinas que la utilizan es muy difícil; si no es que im posible, ya que cada disciplina evoca una nueva definición en torno a su estudio. No siempre la más concisa es la que mejor evoca su objeto, esto nos lleva a aceptar el hecho de que no se comprenda lo que es la Cibernética hasta que no se conozca la práctica de la misma.

La palabra "CIBERNETICA" proviene de la palabra griega (KYBERNETHES) que significa piloto. (κυβερνήτης) y fué empleada en vez primera por Platón (427 - 347 A. de J. C.) en el sentido de arte del pilotaje (navío, tiro de caballos), pero también de arte de conducir a los hombres, y arte de guía, en general.

En 1834, Ampère utiliza la palabra Cibernética para designar el estudio de los medios de gobierno; pero no es sino hasta 1948 cuando aparece el libro del matemático Norteamericano Norbert Wiener "Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine" en donde se funda una definición que ajusta perfectamente a la naturaleza de dicha ciencia:

"Todo el campo de la teoría del mando y de la comunicación, tanto en la máquina como en el animal"

Dicha definición está superada hoy en día por los desarrollos de la Cibernética y por la extensión del propio Wiener, que dos años después la asignó especialmente al campo de las ciencias humanas.

A partir de entonces no se habla de Cibernética sino hasta 1943, año en que aparece un artículo en "Philosophy of Science" con el título de Behaviour, Purpose and Teleology

gy y cuyos autores eran Wiener, Roseblueth y Bigelow. El -
cual parece ser la cuna de inspiración para todos los demas
autores que la empleaban; en "The Human Use of Human Beings
" Norbert Wiener enfoca la Cibernética hacia una ciencia de
la información expresando:

"Cuando yo controlo las acciones de otra persona, le -
comunico un mensaje, y, aunque ese mensaje sea de natu-
raleza imperativa, la técnica de la comunicación no
difiere de la técnica de transmisión de un hecho. Ade-
más, si quiero que mi control sea eficaz, debo infor-
marme de todos los mensajes procedentes de la persona
capaces de advertirme que la orden ha sido compendi-
da y ejecutada"

En el segundo congreso internacional de Cibernética ce-
lebrado en Namur en 1958, Louis Couffignal propone a la Ci-
bernética como una ciencia de mando:

"El arte de asegurar la eficacia de la acción"

En 1954 Raymond Ruyer insiste sobre el aspecto informa-
cional:

"Ciencia de las máquinas de información ya sean máqui-
nas naturales, como las máquinas orgánicas, ya sean -
artificiales"

Por lo que constituye su unidad profunda más que por -
sus límites u objetivos, A. Moles la define como:

"La Cibernética tiene por objeto propio.....

los sistemas capaces de gobernar o de controlar y, por
lo tanto, los sistemas autorreguladores.

Como los sistemas autorreguladores comportan, en gene-
ral, numerosas retroacciones, y como la autorregula-
ción no es posible más que por retroacción.....pode-
mos decir que la Cibernética es el estudio de los sis-
temas retroactivos simples y compuestos"

Se pueden encontrar una gran cantidad de definiciones como las anteriores, pero todas ellas parten de la establecida por N. Wiener por vez primera.

Por lo anterior es difícil fijar una fecha exacta de la aparición de la Cibernética; si bien es que N. Wiener contribuyó grandemente a su desarrollo, tiene hondas raíces en trabajos anteriores.

La introducción de la noción de la Entropía en Termodinámica por Clausius, en 1865, no permite aún prever la ulterior fecundidad de esta noción en el desarrollo de la teoría de la información; pero Maxwell en 1867, con las mismas bases funda la teoría de la regulación con lazo de retorno, y podría proponerse esta fecha como la del nacimiento de la Cibernética. Aunque no se tratase todavía más que el de nacimiento de la automática, convertida hoy en día en la sección de la Cibernética consagrada sólo a los mecanismos automáticos artificiales.

Con su aplicación se registran grandes progresos en todos los campos del conocimiento:

En 1876 Lord Kelvin resuelve por vez primera el problema de la integración mecánica de una función.

Para el caso de la Biología permite explorar el campo de los procesos de regulación en el ser vivo.

En 1878 la regulación térmica por Voit.

En 1885 la respiración por Miescher.

En 1930 la circulación por Hess.

De 1880 a 1926 el arco reflejo y reflejo condicionado por Pavlov.

En 1934 Carnap aborda los problemas del lenguaje.

En 1935 Kalecki estudia los fenómenos de retroacción en el campo de las ciencias económicas.

En 1936 Louis Couffignal habla sobre el empleo de la -

numeración binaria en la programación.

En 1940 Schmidt piensa en una ciencia absolutamente general de los mecanismos autorreguladores.

En 1948 aparecen tres publicaciones casi simultáneamente:

- 1).- Cibernética o regulación y comunicación en el animal y en la máquina. N. Wiener.
- 2).- Obra que todavía hoy constituye tal vez el pilar central de la nueva ciencia.
- 3).- Proyecto de cerebro. W. Ross Ashby.
En la cual aparece la teoría del homostato.
- 3).- Teoría matemática de la comunicación.

Claude Shannon y Warren

Donde se funda la teoría moderna de la información

En 1950 Grey Walter estudia los servomecanismos jugadores de ajedrez creados por Shannon como modelos de reflejos condicionados.

En 1957 Rosenblatt edita Perceptron.

En 1958 Selfridge edita Pandemonium.

En 1958 Willis edita Plastic Neurons o modelos neurales

En 1960 Steinbuch descubre las matrices de aprendizaje.

En 1962 se funda la sociedad francesa de Cibernética y la comunidad alemana de trabajos sobre la Cibernética.

En 1962 la Cibernética es aplicada a la pedagogía por Helmar Frank.

Se considera que los iniciadores de la moderna ciencia de la Cibernética son W. R. Ashby, W. McCulloch, Grey Walter y Norbert Wiener; de los cuales el más destacado fue, sin lugar a duda, N. Wiener (fallecido en 1964).

A partir de 1962 se le aplica en la mayoría de las ciencias; en las cuales crea nuevos campos de acción, modificando algunos, perfeccionando otros, creando máquinas cada

vez más y más complejas y exactas las cuales nos dan una idea clara y concisa del campo de aplicación que ha tenido y tendrá. Vislumbrando sin lugar a duda en el futuro una completa conquista científica de los sistemas organizados logrados a través de la Cibernética.

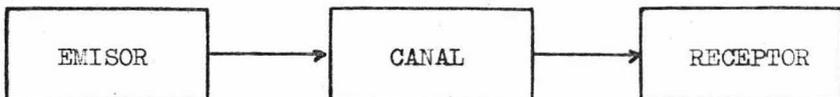
TEORIA DE LA INFORMACION

La teoría de la información podría ser definida como - la ciencia de los mensajes, ya que aspira a una formulación numérica de las leyes que gobiernan la generación, transmisión y recepción de mensajes o información. Se puede tomar a la información como la medida de nuestra libertad de elección al escoger un mensaje del conjunto de mensajes disponibles, aunque muchos de ellos carezcan de significado.

Si se tiene una fuente que produce mensajes seleccionando sucesivamente símbolos discretos de un repertorio dado, como lo son las letras del alfabeto, notas de una escala musical etc. En el mensaje que se transmite se tiene una selección determinada de un conjunto de mensajes posibles, formados por sucesiones de unos símbolos dados. Dicho sistema de comunicaciones está ideado para que pueda transmitir toda posible selección.

La información es por lo tanto una función estadística de las alteraciones dentro de un sistema de comunicación en el que se incluye:

- a).- Un emisor, capaz de seleccionar un conjunto específico de estados de mensajes entre una serie de estados posibles.
- b).- Un canal, a través del cual puede indicarse la selección del emisor.
- c).- Un receptor, capaz de descifrar esta indicación - para determinar los estados de mensaje específico seleccionados por el emisor.



En el lenguaje corriente se usa la palabra información como sinónimo de noticia, conocimiento, inteligencia e in - formación. En un lenguaje Cibernético representa el conjunto de un sustento y una semántica.

Semántica de una información es el efecto de la información sobre la mentalidad.

Sustento o forma de una información es el fenómeno físico asociado a una semántica para constituir una informa - ción.

Desde 1925 ha habido intentos de los científicos por idear una medida cuantitativa de la información; y no es sino hasta 1948 cuando el Dr. Claude E. Shannon quien trabajaba entonces en Bell Telephone Laboratories lo logra en su trabajo The mathematical theory of communication. El interés de Shannon era determinar de alguna manera la relación en - tre la capacidad de canal de un sistema de comunicación y - la transmisión fidedigna de mensajes a través del canal.

Una medida intuitiva y tosca de esto, podría ser, preguntar si el receptor había comprendido lo que quiso decir el emisor, lo que éste quiso transmitir por medio del mensa je.

En la teoría de la información; información se refiere a la probabilidad o incertidumbre de un símbolo o conjunto de símbolos, y no a su significado.

Así, si la información se mide en términos de la incer tidumbre que eliminan los acontecimientos-mensaje, todavía falta elegir una unidad de medida. Esta fue arbitraria, pero convenientemente definida por Shannon, como el logaritmo de base 2 del número de elecciones de mensaje posibles.

La unidad de información es la cantidad transmitida - por un mensaje que es uno de sólo dos mensajes igualmente - posibles, por ejemplo 1 ó 0, si o no. Se define que ese men

saje transmite un bit (palabra formada por la contracción de la frase binary unit) de información. Un ejemplo muy sencillo sería el juego de las 20 preguntas; si pregunto ¿Es mineral? la respuesta me transmitirá un bit de información, puesto que sólo son posibles dos respuestas, y por suposición aquí igualmente probables. Si pregunto ¿Es mineral, vegetal, animal o humano? Suponiendo que es uno de estos cuatro la respuesta producirá 2 bits de información, ya que $4 = 2^2$ y de aquí $\log_2 4 = 2$. Si nombro 8 categorías en la pregunta, todas las cuales sean igualmente probables, la respuesta producirá 3 bits de información ($\log_2 8 = 3$), y así sucesivamente. Siempre que un número de elecciones de mensaje equiprobables se reduce en una mitad, se transmite un bit de información.

Expresándolo por medio de una ecuación matemática, se tiene $I(s)$ que representa la información del símbolo S . Entonces $I(s) = \log_2$ del número de elecciones posibles. Para el caso del último ejemplo $I(s) = \log_2 8 = 3$ bits.

Si se tiene un grupo posible de elecciones y todas son igualmente probables, entonces la probabilidad de cada una será simplemente el inverso del número total. En general si $P(s)$ representa la probabilidad de algún símbolo:

$$I(s) = \log_2 1/P(s) \quad \text{ó} \quad I(s) = -\log_2 P(s)$$

Un mensaje puede estar constituido por muchos símbolos seleccionados del alfabeto-fuente. $S = S_1, S_2, \dots, S_n$. - cada uno de los cuales tiene una probabilidad de ocurrencia fija e independiente.

$P(S_i)$ $I(S_i)$ = probabilidad de que se reciba cualquier - cantidad particular de información $I(S_i)$.

$$\sum_3 P(S_i) I(S_i) = \text{cantidad promedio de información por -}$$

símbolo a partir de esta fuente.

Esta cantidad es el núcleo de la teoría de la información; se le denomina con el nombre de Entropía de la fuente o cantidad promedio de información por símbolo, y se representa mediante la letra H, la cual fue tomada de la termodinámica estadística.

$$H(S) = \sum_i P(S_i) I(S_i) = \sum_i P(S_i) \log_2 1/P(S_i) \quad \text{bits}$$

En el caso del lanzamiento de una moneda, solo puede caer cara o cruz. S = (cara o cruz) son equiprobables, la probabilidad de una de ellas es el inverso del número total 1/2 .

$$I(S_i) = \log_2 1/P(S_i) = \log_2 2 = 1 \text{ bit.}$$

La cantidad promedio por lanzamiento de información (mensaje).

$$H(S) = \sum_i P(S_i) \log 1/P(S_i) = (1/2 \cdot 1) + (1/2 \cdot 1) = 1$$

bit.

Tal vez la parte más sobresaliente de la teoría de Shannon fue su demostración de que todo canal físico tiene una capacidad numérica definida para transmitir información, Shannon demostró que la probabilidad de que el mensaje sea correctamente recibido, puede hacerse, a voluntad, cercana a la unidad.

Si la tasa de la transferencia de la información excede la capacidad del canal, entonces el exceso de información inevitablemente se perderá durante el tránsito.

El teorema de Shannon es enteramente general, se aplica a cualquier canal físico, como lo son: Los canales de ra

dio para comunicarse con vehículos espaciales, y el canal académico entre las mentes del profesor y sus alumnos; siendo más difícil determinar el valor numérico de la capacidad del canal, para canales de este último tipo, que para los primeros.

La manera más obvia de que una fuente disminuya su tasa de información, es "hablar más despacio", esto es, reducir el número de símbolos por segundo, sin reducir la incertidumbre de cada símbolo. Es el caso de una persona que habla con alguien que no domina el idioma; una segunda forma de disminuir la tasa de información es: Generar tantos símbolos como al principio, con menos incertidumbre por símbolo. En este caso los símbolos de la fuente no son inciertos hasta el máximo, sino que cada símbolo está determinado en gran parte por los símbolos que lo han precedido y por los que le seguirán.

Las características sorprendentes de la teoría de E. Shannon son innumerables, pero la más importante es que sólo puede lograrse el objetivo de una comunicación fidedigna a una tasa próxima a la capacidad del canal, mediante el segundo método de reducción de tasa, el cifrado. Cuando se emplea el primer método, una confiabilidad creciente significa siempre una reducción cada vez mayor de la tasa de transmisión de información, y sólo para una tasa cero puede lograrse una transmisión discrecionalmente confiable, mientras que con la cifra puede aumentarse indefinidamente la confiabilidad aumentando la longitud del código, sin ningún otro sacrificio de tasa de información.

ENTROPIA

Debido a que existe una tendencia estadística de la naturaleza hacia el desorden, hacia el aumento de la entropía y ya que todos nosotros no somos un sistema aislado, cualquier tipo de actividad estará sujeta a tal principio. La actividad en este caso es la posible realización de un flujo perfecto de información, el cual pueda ser captado totalmente; cosa que nunca sucede.

En 1871 Clerk Maxwell con su teoría del calor creó un diminuto personaje, al cual bautizó con el nombre de "demonio" y da un excelente ejemplo del papel de la información.

Supóngase que se cuenta con un recipiente lleno de un gas cuya temperatura es uniforme; en donde algunas moléculas se moverán con mayor velocidad que otras. Dentro existe una puerta por donde pasa el gas a una tubería que conduce a una máquina térmica; después de atravesar ésta, el gas vuelve al recipiente a través de otra puerta. En cada una de ellas se encuentra un diminuto ser capaz de vigilar las moléculas que llegan a ellos y abrir o cerrar el paso, según la velocidad que poseen.

El demonio de la primera puerta la abre sólo a las moléculas de alta velocidad y la cierra a las que tienen baja velocidad. El demonio de la segunda puerta hace exactamente lo contrario, la abre para las moléculas de baja velocidad y la cierra para las de alta velocidad. Dando como resultado que la temperatura aumente en un extremo y disminuya en el otro, creando un movimiento continuo que no viola la primera ley de la termodinámica (La energía total de un sistema aislado es constante) pero que sí viola la segunda (La tem-

peratura tiende espontáneamente a disminuir). Tal parece que el demonio de Maxwell puede superar la tendencia de la Entropía a aumentar. Pero de acuerdo a la segunda ley, ésta nos niega la posibilidad de esas ganancias sin ningún esfuerzo. Lo cual está de acuerdo a lo que expresará D. Gabor. "No podemos obtener alguna cosa si no damos nada a cambio, ni aún una observación".

Si se encontrara un dispositivo físico capaz de desempeñar el papel del demonio de Maxwell (Que creara una diferencia de temperatura y presión entre los dos compartimientos, dicha diferencia podría utilizarse para producir trabajo) se lograría el movimiento continuo.

Como se recordará, el contenido informativo de un mensaje dentro de cualquier conjunto de mensajes se mide mediante el logaritmo de su probabilidad de aparición. Esta forma de definir la información se basa en la mecánica estadística y en la cual la medida de la Entropía es de la misma forma a la de la información.

De aquí se puede deducir que la entropía es una medida de nuestra ignorancia en el conocimiento de la estructura ultramicroscópica, o dicho de otra forma, la Entropía es el negativo de la información o Neguentropía, término creado por L. Brillouin.

El extraordinario parecido entre la información y la entropía fue advertido por vez primera por L. Szilard al resolver la paradoja del demonio de Maxwell.

PRUEBA Y ERROR

En numerosas situaciones los problemas se resuelven en forma manifiesta por prueba y error; tal es el caso de las habilidades manuales, las cuales con la práctica conducen a la eliminación de los movimientos erróneos y grabar o mejorar aquellos que producen los efectos deseados.

Un observador de la conducta de prueba y error se ve obligado a suponer que, para poner en movimiento tal conducta, debe existir tras ella un mecanismo de realimentación - negativa. La información acerca de los errores se transmite a los centros de control de movimiento, por lo que los movimientos subsiguientes son, por así decirlo, intentos de com pensar los errores. En general, cuando mayor es el error, - más radical es el cambio que le sigue. Por otra parte cuando un movimiento tiene éxito, cuando beneficia al organismo cuando contribuye a una mejor adaptación Homeostática al medio exterior, no se necesita actividad compensatoria alguna, pues se ha alcanzado el equilibrio.

La teoría del aprendizaje por prueba y error fue utilizada por vez primera, a fines del siglo pasado, por Lloyd Morgan en la Gran Bretaña, y por E. L. Thorndike en los Estados Unidos, para el estudio de la conducta animal en la resolución de laberintos. Se puso de manifiesto que para que dicha conducta se presentara debería existir la privación - de una necesidad (alimento, bebida, compañero sexual etc) - es decir una tendencia volitiva.

Esto no quiere decir que no tenga lugar un aprendizaje latente, según se le ha denominado, sin la privación de una necesidad, a menudo así sucede, pero ningún aprendizaje manifiesto por el método de prueba y error comienza mientras

no exista una necesidad insatisfecha; la cual va acompañada de un aumento del nivel de actividad general, excitabilidad o irritabilidad. No podría asegurarse la supervivencia del organismo a menos que la privación le incitara a la actividad.

En el comportamiento por prueba y error existe abundante variabilidad en la actividad de la criatura, unas veces más y otras veces menos, tarde o temprano se descubre que uno de los numerosos movimientos es el adecuado; se distingue de todos los demás el que conduce a la satisfacción o a la reducción de la necesidad; en las siguientes ocasiones - este movimiento resulta más y más facilitado mientras se eliminan todas las respuestas erróneas, en todos estos casos los movimientos no son del todo casuales o desordenados; en la mayoría depende de la constitución física y mental de la criatura o individuo que la realice.

ACOSTUMBRAMIENTO

El acostumbramiento parece ser la forma más primitiva de aprendizaje; se dice que se presenta cuando dejan de ponerse de manifiesto determinadas respuestas innatas normalmente asociadas a la satisfacción de alguna necesidad o al peligro. Esto puede suceder cuando los estímulos correspondientes continúan durante un lapso prolongado sin ser seguidos por un efecto positivo, ya sea favorable o desfavorable.

En la terminología Pauloviana el acostumbramiento se conoce como "Extinción del reflejo de orientación" o como "Adaptación negativa". Puede considerarse el acostumbramiento como un caso especial del aprendizaje por la prueba y el error; pero en ocasiones es imposible distinguir entre el acostumbramiento y lo que se puede denominar comportamiento

de la prueba y el error.

Los animales aprenden llegando de alguna manera a asociar estímulos, ya sea un estímulo particular el cual produce un reflejo particular, que constituye una respuesta natural al estímulo, presentándose en un corto lapso un acondicionamiento al cual reacciona invariablemente.

RESOLUCION INTUITIVA

Puede considerarse la conducta intuitiva como un caso especial de la prueba y el error; que se produce cuando el primer intento tiene un buen éxito. Si el primer intento no da resultado, no se puede decir que se ha demostrado intuición; sino que el fracaso fue indicio de una intuición incorrecta.

Tanto el fracaso como la conquista de una solución puede implicar un examen de la situación, reflexión y deliberación. Al primer intento infructuoso puede seguir el éxito, o bien nuevos fracasos, ya que el éxito en un solo intento puede ser más o menos accidental.

En el comportamiento por prueba y error, los intentos nunca son totalmente casuales: Tienen mayor o menor relación con el problema y dependen de las respuestas heredadas y aprendidas por la criatura o individuo para situaciones de esa especie.

Ahora bien, si el comportamiento a base de la prueba y el error puede describirse en función de la realimentación negativa, por consiguiente, también puede describirse en la misma forma a la conducta intuitiva.

CODIFICACION

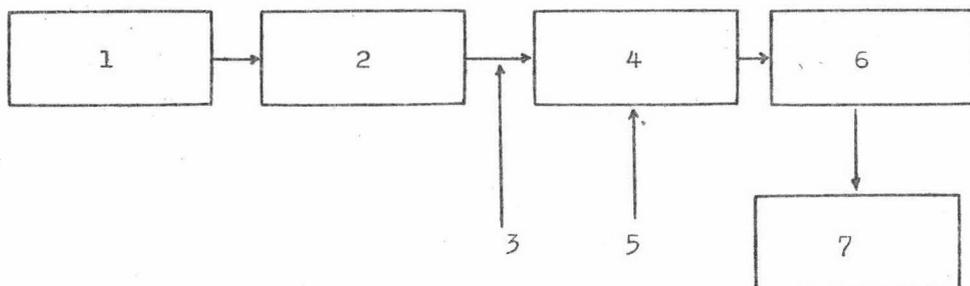
Código.- Es el repertorio de los estados distinguibles de la entrada o salida de información, o también el conjunto de todas las señales compuestas que se pueden construir, conforme a ciertas reglas determinadas, con el repertorio o repertorios dados de señales elementales. En la práctica los códigos más importantes son los formados por dos señales elementales; llamados binarios o bit (binary unit).

En todo sistema de comunicación se encuentran presentes una serie de elementos fundamentales de los cuales el codificador es el medio de mejorar la eficiencia de la acción. El transmisor o fuente del mensaje envía dicho mensaje a un codificador antes de la transmisión y posteriormente el descodificador lo vuelve a su forma original en cuanto llega al receptor. Es evidente que, dado un sistema de comunicaciones y el tipo de símbolos que puede manejar, puede escogerse cualquier tipo de código arbitrariamente, construido con ellos para cifrar el mensaje, aunque no todos los códigos permitirán la misma cantidad de flujo de información por el canal. Algunos serán más rápidos que otros, el problema de utilización máxima de la capacidad del canal consistirá esencialmente en adaptar el código al canal, de tal forma que haga máxima la cantidad de información transmitida por unidad de tiempo.

En el caso de la telegrafía, el canal puede transmitir sólo impulsos de corriente de dos duraciones: uno corto (punto) y uno largo (raya). Para tener una mejor cantidad de flujo de información, es necesario asegurarse de que las señales más frecuentes o las más probables, sean las cortas y las menos frecuentes las largas.

Los códigos que no tienen en cuenta este principio, disminuyen la cantidad de flujo de información. Las características del canal exigen muchas veces la codificación al ser ésta la única forma en que la señal puede viajar por él.

Sistema de Comunicación.



- 1).- Información o fuente del mensaje.
- 2).- Codificador.
- 3).- Señal exterior.
- 4).- Canal.
- 5).- Ruido, Interferencia.
- 6).- Decodificador.
- 7).- Receptor.

La información o fuente del mensaje selecciona el mensaje deseado de una serie de posibles mensajes, éste puede

consistir de palabras, escritas o habladas, en dibujos, música etc.

El codificador codifica el mensaje o lo transforma en la señal que es enviada desde el codificador a través del canal de comunicación hasta el decodificador.

En el caso de la telefonía, el canal es un alambre que lleva la señal, una corriente eléctrica variable, producida por el codificador (aparato que transforma la presión del sonido de la voz en corriente eléctrica variable). En el caso del ideoma oral la fuente de información es el cerebro, el codificador es el mecanismo de la voz que produce los sonidos de distinta presión (la señal) que es transmitida por el aire, que vendría a ser el canal.

Mientras el codificador transforma la información en una nueva forma, el decodificador hace la operación inversa devolviendo el producto codificado a su estado de pureza original. En la práctica, sin embargo, no es posible tener una recuperación pura; ya que la interferencia del ruido -- causa en los sistemas físicos una obstaculización para la realización de la comunicación perfecta. Un ejemplo muy común en la telefonía lo sería la distorsión del sonido.

En todos estos sistemas de comunicación el problema -- fundamental es crear una medida apropiada de la información que se maneja o procesa, para así usarla en mejorar la eficiencia por distintos medios, tales como aumentar al máximo la capacidad del canal para llevar información o minimizar los efectos adversos del ruido que vicia la transmisión.

Una medida natural sería la razón entre la cantidad real del flujo de información y su capacidad de transmisión óptima.

Ya que la información fluye a través del canal, suele definirsele como un medio físico (como el caso del alambre)

el cable, el contacto por radio o por televisión, o la cinta magnetofónica a través del cual se puede, transmitir información o almacenarla en un dispositivo de memoria, como una cinta. La transmisión y el almacenaje se producen por un código de símbolos que pueden ser impulsos de corriente de distinta duración como en la telegrafía, relámpagos de luz como en la navegación o señales de radio de diferente intensidad etc.

PEDAGOGIA CIBERNETICA

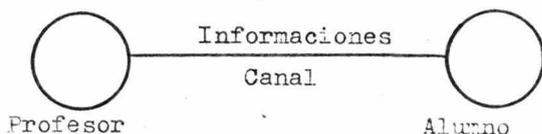
De todas las aplicaciones que se han hecho de la Cibernética probablemente una de las más audaces es la tendiente a la aplicación de la pedagogía; ya que desde tiempos remotos la única fuente de aprendizaje se lograba mediante la acción que el adulto ejercía sobre el niño.

En el aspecto pedagógico la Cibernética comprende dos finalidades fundamentales:

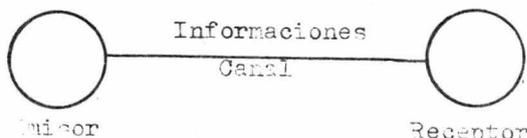
- a).- Crear el mecanismo mediante el cual un niño adquirirá los conocimientos.
- b).- Dar el análisis crítico de las finalidades por las que ese mecanismo se pone en funcionamiento.

Dando por resultado que la pedagogía sea todo mecanismo mediante el cual un ser humano reciba informaciones con el propósito de fijarlas en su memoria.

El mecanismo más antiguo y empleado aún en nuestros días en muchos países, es el de cadena directa; en el cual el profesor habla y el alumno escucha, y es semejante a un mecanismo mecánico de información, en donde el profesor es el emisor, el alumno el receptor y el canal son las vibraciones acústicas del aire entre el profesor y el alumno.



Cadena directa pedagógica.

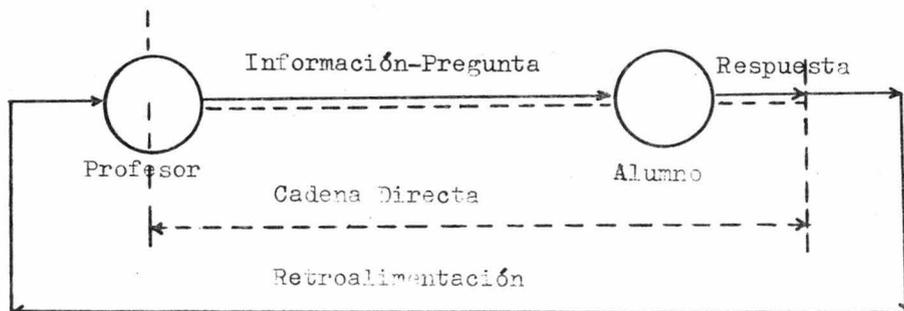


Cadena directa de radio.

Dicho mecanismo generalmente no logra plenamente su objetivo, ya que debido a la presencia de posibles interferencias, las informaciones recibidas por el alumno no se fijan en su memoria, dando como resultado la necesidad de posibles repeticiones, ya sean de parte del maestro, de una segunda persona o un libro.

Una segunda forma de transmitir información es la de cadena refleja, denominada así por la analogía existente -- con la expresión "Máquina Refleja" con la que Georges R. Boulanger ha denominado a las máquinas cuyo movimiento se encuentra regulado por retroalimentación; en el cual se manifiesta una posible serie de interrupciones debidas a preguntas de control planteadas a los alumnos y seguidas de una respuesta inmediata, en las cuales, de acuerdo a las -- respuestas el profesor puede modificar el resto de la lección para hacerla más adecuada a dichas respuestas; procurando siempre que los alumnos puedan aprender los conocimientos que se les trata de transmitir.

El posible problema que se presenta, es el caso de grupos numerosos, en los cuales no es posible plantear preguntas a cada uno de los participantes, obteniendo una muestra muy reducida a no ser que dichas preguntas y respuestas sean de tal magnitud que representen una muestra del conocimiento de todos los alumnos.



Actualmente es posible lograr la sustitución del profesor como emisor de información, mediante diversos órganos - mecánicos, como lo son los discos, cintas magnéticas, fotografías, películas cinematográficas, televisión etc, los -- cuales son designados con el nombre de medios Audiovisuales.

Las informaciones que el alumno fija en su memoria las volverá a tomar de ella, con frecuencia después de mucho -- tiempo, para hacerlas intervenir en algunas combinaciones -- de informaciones y formar así nuevos criterios.

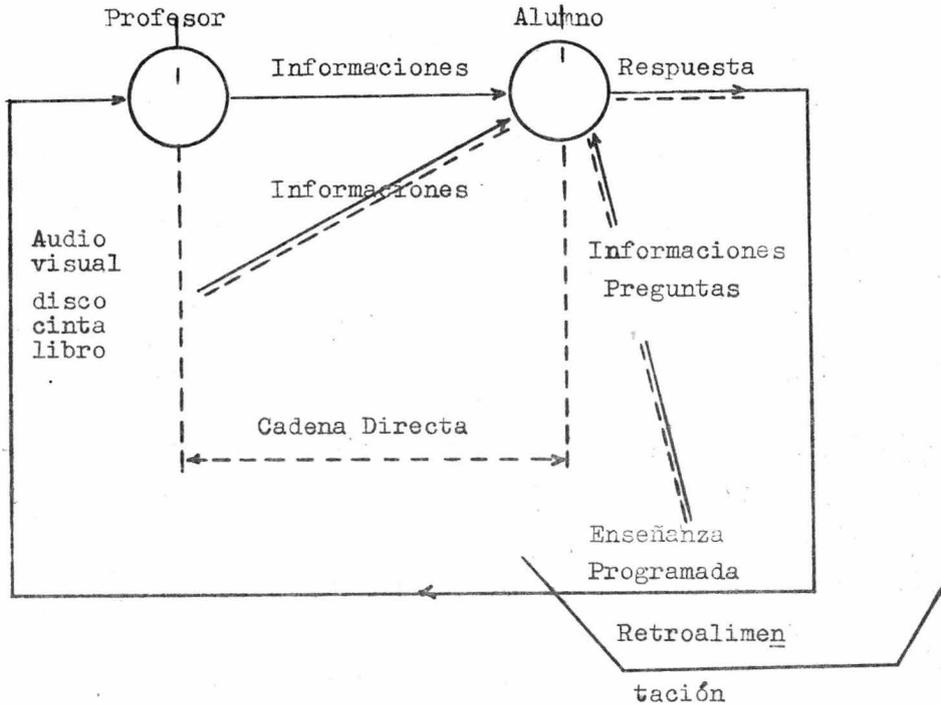
El individuo puede extraer información de libros, diccionarios, enciclopedias y memorias de las máquinas de in-- formación en el momento en que las necesite. Sin olvidar, -- que debe saber como servirse de dichos instrumentos.

La cadena refleja comprende los elementos de la cadena directa y la retroalimentación, es decir, la acción de la -- respuesta del alumno sobre la mentalidad del profesor.

Todos los mecanismos que sustituyen al profesor en la retroalimentación de la cadena refleja son designados con el nombre genérico de Enseñanza Programada.

La enseñanza programada ha surgido esencialmente de la Cibernética; por lo cual, se explica que la pedagogía Ciber-- nética se encuentre asociada, desde luego, a la realización de la enseñanza programada. Debido a que toda acción se en-- cuentra limitada en el tiempo, la pedagogía se realiza por una serie de acciones Didácticas distintas, a las que se de-- nominan lecciones; cada una de las cuales toma el medio so-- bre el cual debe actuar en un estado inicial, dejándolo en un estado final; el estado inicial corresponde a los conoci-- mientos que posee el alumno antes de la lección y el estado final a los conocimientos que se quiere que posea al final de dicha lección.

En la acción de un buen profesor sobre sus alumnos se

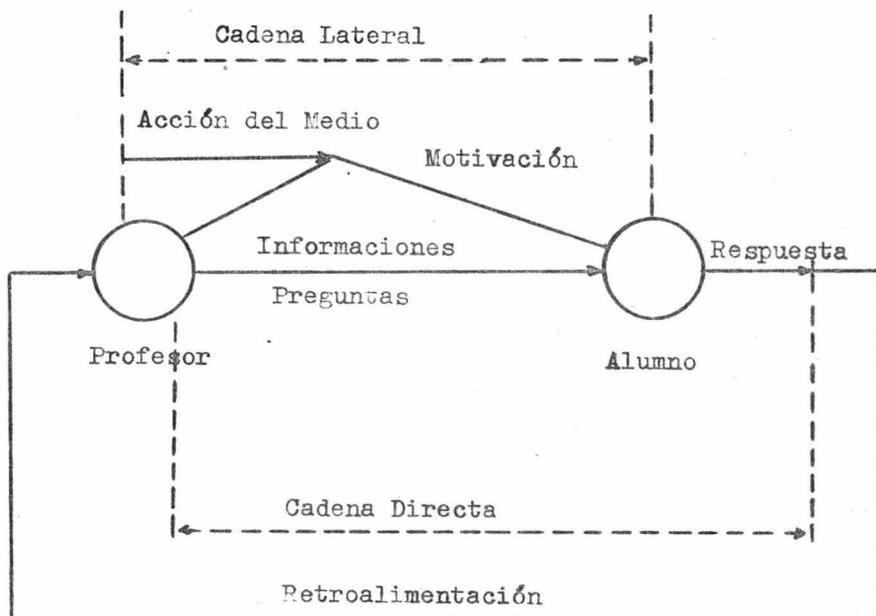


reconocen ciertas cualidades, casi todas de ellas de orden afectivo, que suscitan y mantienen el interés y la atención de los alumnos hacia lo que se les dice o muestra. A dicho estímulo del aprendizaje se le denomina Motivación; y está constituida por un sistema de informaciones auxiliares destinadas a facilitar la memorización de los nuevos conocimientos; dicha motivación constituye lo que se llama cadena lateral.

Sin embargo lo que para una persona es una motivación, no lo es para otra, por lo cual la Cibernética se ve limitada en este sentido, ya que no puede generalizar, dando como

resultado una aplicación específica en cada caso.

Independientemente del tipo de emisor, ya sea humano o mecánico, el receptor en todos los casos es un alumno.



Las funciones que intervienen en la recepción de las - informaciones, desempeñan evidentemente un papel muy importante, tanto en la mecanización pedagógica como en los órga nos correspondientes; a dicho sistema Biológico se le deno- mina Cadena de Información Interna.

El canal de alimentación de las informaciones está cons tituido por vibraciones, principalmente auditivas o visuales las vibraciones auditivas son percibidas por los órganos de

el oído y las vibraciones visuales por los órganos de la vista. Dichos órganos las transforman en vibraciones eléctricas que luego avanzan a través de los nervios; dichas vibraciones eléctricas están constituidas por un portador modulado de trenes de impulsos.

Los trenes de impulso que recorren el nervio auditivo o el nervio óptico son los "sustentos" de las informaciones recibidas.

En el estado en que se encuentran actualmente los conocimientos Biológicos, se debe considerar que en la memoria sólo se conservan las "semánticas" de las informaciones recibidas. Por lo que es necesaria otra función mental que efectúe la separación de la semántica de sus sustento; el caso más frecuente es aquel en que las informaciones están formuladas en un lenguaje, denominando esa operación desciframiento.

Recordando que la información es el conjunto de un sustento y una semántica. Semántica de una información es el efecto de la información sobre la mentalidad; y sustento de una información es el fenómeno físico asociado a una semántica para constituir una información.

Por lo que la semántica es el elemento esencial de una información y sustento usual de una información es un lenguaje.

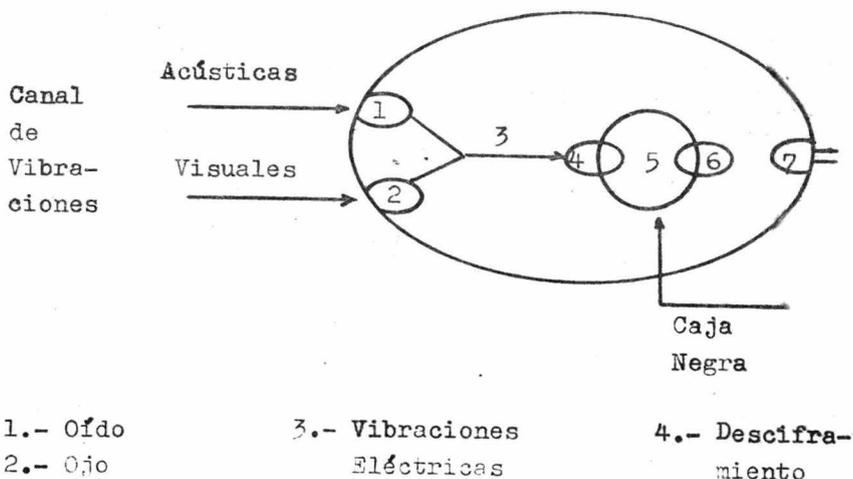
El órgano del desciframiento, al igual que el de la memoria, sólo se conoce parcialmente; cada uno de esos órganos se puede representar por medio de lo que se llama caja negra.

El alumno a su vez tiene que emitir respuestas por medio de informaciones. Las cuales son el resultado de una combinación de anteriores informaciones. Las semánticas de esas informaciones son combinadas por la imaginación en una pauta particular y provistas de un sustento mediante la co-

respondiente codificación, convirtiéndose así en las informaciones que el sistema de los nervios motores transmite al medio exterior; por ejemplo, bajo la forma de vibraciones - de los órganos fonativos o de los gestos coordinados de la escritura.

La transmisión de la información a lo largo de cada uno de los órganos de la cadena de información interna requiere de un cierto tiempo, específico para cada alumno, llamado - tiempo de respuesta.

En la enseñanza programada se tiene la ventaja de que por dirigirse a cada alumno individualmente, el ritmo del desarrollo de la lección se puede adaptar automáticamente al tiempo de respuesta del alumno, por parte del propio alumno.



5.- Memoria Repertorio

7.- Emisión

6.- Codificación

Este tiempo de respuesta es la suma de las duraciones de la ejecución de las operaciones que efectúan los órganos de la cadena de información interna y la medición de esas duraciones, por separado, suministrará informaciones acerca de las cualidades pedagógicas de los alumnos.

La memorización implica una operación de integración de la nueva información, dentro del cuadro de conocimientos ya memorizados en la forma de clasificaciones; y las respuestas a una pregunta implican la combinación de varias informaciones extraídas de la memoria.

Una de las características más importantes descubiertas hasta ahora en la cadena de información interna es la "Retroalimentación" que da al sistema auditivo el control y la regulación de la emisión de informaciones, principalmente por la vía oral. En todos los casos es necesario que en la transmisión pedagógica de informaciones, el emisor se ponga en concordancia con el receptor.

Todas las informaciones deben de ser presentadas en un orden determinado y creciente de complejidad, de acuerdo a una progresión predeterminada para poder obtener el máximo de resultados.

LA CIBERNETICA Y SU DUALIDAD

De acuerdo al segundo principio de la Termodinámica, su explicación es fácilmente comprendida si se hace mención a la reversibilidad de una transformación. Las transformaciones reversibles son aquellas que pueden efectuarse o llevarse a cabo sin la intervención energética exterior, tanto en un sentido como en otro, como por ejemplo la compresión de un resorte, en el cual la energía que se empleó para comprimir el resorte vuelva a encontrarse igualmente en la distensión.

La transformación es reversible, si el sistema sobre el cual se ha ejercido puede volver, sin aportación exterior, a su estado primitivo. En la realidad, la experiencia demuestra que en el mundo no existen transformaciones absolutamente reversibles. Existiendo un acercamiento a ese ideal. Las palabras citadas por Lord Kelvin en 1874 nos dan una idea exacta de lo que sería la naturaleza, si pudiera existir una reversibilidad absoluta.

" La pompa de espuma que estalla al pie de una cascada se reuniría y volvería a caer al agua; los movimientos térmicos reconcentrarían su energía y arrojarían la masa hacia lo alto de la cascada y las gotas volverían a formar una columna continua de agua ascendente. El calor provocado por el frotamiento de objetos sólidos y disipado por la conducción y la radiación con absorción volvería al lugar de contacto y volvería a impulsar el objeto móvil en sentido inverso de la fuerza de frotamiento que precedentemente la había detenido. Las rocas volverían a tomar del barro los materiales necesarios para recuperar su forma denta-

das originales y se reunirían en la cumbre de la montaña, de la cual se habían desprendido. Y, de igual modo, si la hipótesis materialista de la vida fuese verdadera, las criaturas vivas crecerían al revés, en posesión de un conocimiento consciente del futuro pero sin recuerdo del pasado, y volverían a nacer".

En el caso de las películas que se proyectan a la inversa, las cuales muestran un aspecto puramente cómico y fantástico, nos demuestran la profunda habituación a un mundo irreversible.

Dentro de los dos principios considerados por el polaco Henryk Greniewski; en el primero de ellos, el caso de la reversibilidad es aplicado como uno de sus fundamentos; para aclarar dicha relación en la cual si se invierte el sentido del tiempo, se invertirá toda entrada por salida y a su vez toda salida por entrada; citaré dos ejemplos expuestos por él, los cuales nos dan una visión clara y concisa.

" El relato que sigue se desarrolla en nuestro viejo planeta al rededor del año 2000. Para entonces se ha organizado la cooperación cultural entre la tierra y algunos otros planetas. Para los habitantes de la tierra, dicha cooperación consiste esencialmente en enviar a esos otros planetas películas cinematográficas sonoras, realizadas especialmente con ese propósito. De esta manera se ha filmado una película sobre un tema que a nosotros puede parecernos trivial: Se trata simplemente de la vida de un hombre, en la que se exponen su fisiología y sus costumbres. La película empieza por la concepción y termina con el sepelio del héroe escogido.

El personaje va apareciendo sucesivamente con los rasgos de un recién nacido, de un lactante, de un niño, de un adolescente, de un joven, de un hombre en la flor de la --

edad, hasta que empieza a envejecer, después llega a la senilidad y, por último, se presenta en el aspecto de un cadáver.

Así podemos ver, con toda la precisión deseada (ya que la película ha sido concebida justamente con esa idea), las diversas maneras en que los estímulos actúan sobre el héroe, determinando sus reacciones (o respuestas). Como resulta evidente, ni siquiera sus reacciones más simples se encuentran determinadas por estímulos simples y aislados, sino más bien por una concurrencia de estímulos (simultáneos o sucesivos), de tal modo que los estímulos simples y aislados constituyen solamente una parte de los factores que participan en la determinación de una respuesta dada.

La película en cuestión es enviada a varios planetas, a uno de los cuales le daremos el nombre de Paragea. Pues bien, resulta que el contacto con dicho planeta es particularmente difícil desde el punto de vista técnico. Y, por diversas circunstancias, ocurre que después de haber enviado la película y haber sido recibida venturosamente, se pierde por completo el contacto entre la tierra y Paragea.

Debido a un mal entendimiento, la película ha sido proyectada a la inversa en los cinematógrafos de Paragea, o sea comenzando por el final. Con la respiración suspendida, los Paragianos han visto desarrollarse en la pantalla una serie de imágenes extraordinarias. La acción ha comenzado en el cementerio: en primer lugar, ha aparecido la extracción del ataúd conteniendo el cuerpo venerado; luego, sus compañeros y sus amigos íntimos, en un movimiento de retroceso impregnado de solemnidad, han sacado el ataúd de la tumba y lo han colocado sobre la carroza fúnebre. " Atención " En ese momento se ha escuchado una serie de sonidos extraordinarios y difícilmente soportables para el oído; se trata de la marcha fúnebre de Chopin registrada sobre la banda de sonido,

que está pasando en sentido inverso. La carroza-automóvil - translada el ataúd al domicilio del héroe. De acuerdo con - las costumbres terrestres (ésta es por lo menos la opinión de los espectadores de Paragea), la carroza se dirige del cementerio a la residencia del muerto en reversa, mientras el chofer mantiene su atención obstinadamente fija en el camino que ya ha recorrido. En el interior de la residencia - del muerto, la familia saca el cuerpo del ataúd y lo dispone sobre la cama. Y en ese momento se produce la resurrección del héroe (o bien dicho de otra manera, su nacimiento, según la opinión de los sabios más autorizados de Paragea).

Una información de primera importancia acerca de las costumbres de los habitantes de la tierra: el comer y el beber son considerados por los terrícolas como actividades - vergonzosas y se realizan en locales cerrados e individuales construidos especialmente con ese propósito. En cambio, las funciones excrementicias se efectúan en público y colectivamente. Hasta llegar a suceder, a veces, que dichas funciones den lugar a ceremonias especiales, en donde esas actividades colectivas se realizan en medio de diversas clases de celebraciones.

Una segunda información de naturaleza fisiológica se - viene a agregar a la primera, ya sumamente interesantes de suyo: los habitantes de la tierra tienen órganos diferentes para comer y para beber (evidentemente, se trata del ano y del conducto urinario). Mientras que, por lo contrario la e vacuación de los excrementos sólidos y líquidos se efectúa por un solo orificio (la boca).

En cambio, los sabios Paragianos han descifrado de manera perfectamente correcta la función de los ojos. Han encontrado una explicación genial al hecho de que los ojos se encuentren situados "hacia atrás": ésta en una consecuencia

de las condiciones reinantes sobre la superficie de la tierra, en donde un golpe aplicado sobre los hombros desde tiempos inmemoriales, ha tenido como resultado que sea posible avanzar con relativa seguridad a ciegas, con tal de cumplir la condición de mantenerse constantemente volteado hacia atrás.

La película tiene un colorido francamente optimista: - nuestro héroe se muestra cada vez más ágil, cada vez más inquieto, y su salud mejora con la edad, por lo tanto, al acercarse al final de la película el personaje comienza a encogerse y atontarse con creciente rapidez. " Considerandolo bien, ¡Que triste en la vejez sobre la tierra! ", escribió uno de los sabios de Paragea. " El encogimiento del organismo y la desaparición del habla son las manifestaciones de la vejez terrestre, que, de una manera inexorable y trágica, termina con la muerte, o sea, con la desaparición en el seno de la mujer ".

Escena final de la película: el venerable padre de nuestro héroe retira su modesto instrumento.

En el ejemplo anterior; probablemente muy exagerado, puede verse que un razonamiento basado en una secuencia de estímulos y respuestas, en el cual existe una entrada y una salida; posee un análogo en la forma de razonamiento "en retroceso" que tiene como respuesta a los estímulos, y viceversa, y por lo tanto, se invierte la entrada por la salida y la salida por la entrada.

La práctica nos ha enseñado a conocer razonamientos de la forma siguiente: Cuando en la entrada del sistema actúan ciertos estímulos en los tiempos X; entonces en la salida de el mismo sistema se producirán respuestas determinadas (con una certeza absoluta o, al menos, con una probabilidad sumamente grande).

En el ejemplo anterior se invierte el transcurso del tiempo; ya que en el primer esquema lo que se le denominaba primeramente "antes" pasa a ser una expresión del tipo "después".

Para el caso del segundo principio H. Greniewski hace mención al siguiente relato:

"Hace mucho tiempo, antes de la primera guerra mundial, vivía en un pueblo una judía pobre. Era la víspera del sábado y necesitaba comprar los cirios para decir las oraciones ante su llama. La pobre judía sólo tenía una moneda y no podía comprar más que un solo cirio, pero era indispensable encender dos cirios por lo menos al decir las oraciones.

Nuestra heroína fue a ver a sus vecinos para pedirles su ayuda. Ninguno de ellos le prestó ni la más pequeña moneda, pero uno de ellos le dio un buen consejo: "Pon tu único cirio frente a un espejo, Sara, y así tendrás dos cirios, contando el reflejado en el espejo" Sara acogió agradecida el "luminoso" consejo de su vecino y lo puso en práctica; sólo que al día siguiente se sintió presa de la duda y fue a consultar al rabino, para saber si sus oraciones habían tenido algún valor. Después de escucharla, el rabino le dio una respuesta negativa: Las oraciones no tenían valor alguno. La razón que adujo fue cortante y categórica: "Si de ese modo había dos cirios, también había dos judías".

Para el caso de las informaciones y sus reflejos; el relato anterior da como resultado la formulación de las siguientes definiciones las cuales se cumplen en todo sistema de información:

- 1.- Todo espejo refleja los fenómenos solamente cuando el rayo de la luz requerido cae sobre el propio espejo. "Existen informaciones que reflejan alguna alimentación".

- 2.- No todo fenómeno es reflejado en un espejo. "No para toda alimentación existe una información que la refleje".
- 3.- Existen espejos en los cuales percibimos reflejos no deformados de los fenómenos. "Existen informaciones que reflejan fielmente alguna alimentación".
- 4.- Existen espejos en los cuales los reflejos son una deformación de la realidad. "Existen informaciones que reflejan infielmente alguna información".

De uno de los relatos anteriores se puede ver que la mayoría de todos nosotros estamos habituados al desarrollo de una naturaleza puramente irreversible.

Olvidando que lo que para una persona puede ser; para otra puede significar exactamente lo contrario. Todo lo cual depende de la habitualidad a que hemos estado sometidos desde los tiempos remotos, sometiendo nuestra capacidad mental a lo pre-establecido y a lo que en muchas ocasiones le hemos llamado "Sentido Común"; limitando así, infinitamente la gran creación de la naturaleza; que es el poder de la mente humana.

La Cibernética puede ser tan sencilla, compleja e abstracta como se quiera, dependiendo de la aplicación y profundidad con que se le estudie. En muchos de los documentos que he consultado se le ve en una forma simple y sencilla en el principio, pero tal vez árida y abstracta al final; en donde es difícil de comprender y en ocasiones de asimilar debido a que no presentan relación alguna con lo ya pre-establecido. Dicha capacitación y asimilación está en la mayoría de los casos en función de la habitualidad a los nuevos conceptos; los cuales desde luego han sido producto de grandes científicos que han aplicado la capacidad de raciocinio que brinda la mente humana.

Para todo aquel lector que quiera profundizar en aspectos más abstractos de la aplicación de la Cibernética que los tratados en el presente trabajo; podrá dirigirse a la lista Bibliográfica que se presenta al final; la cual si no es un compendio muy completo de la gran cantidad de los títulos publicados, si le servirá para iniciarse o profundizar en el fabuloso mundo de la Cibernética.

CEREBRO Y COMPUTADORA

En la mayoría de las aplicaciones hechas en Cibernética surgen similitudes y semejanzas; que dependiendo de la disciplina que la use, busca un origen independiente para relacionar la fisiología del cerebro humano con uno de sus más grandes productos, que es el uso de las computadoras.

El nivel de perfección alcanzado hoy en día por las computadoras en los campos de control y comunicación les ha valido el sobrenombre de "Cerebros Gigantes" y si bien se lo merecen por su capacidad para imitar, con una velocidad, destreza y exactitud superiores a los de cualquier genio vivo, ciertos procesos del pensamiento aunque sean rutinarios repetitivos y rudimentarios; con respecto a su modelo original, el cerebro vivo, se puede ver que los "Gigantes" aún son, en muchos aspectos, juguetes al lado de los "Enanos" a los que pretenden imitar.

A partir de dichas semejanzas Mc Culloch y Pitts desarrollan un modelo formal de redes nerviosas basado en la estructura lógica de los autómatas finitos, modelo que aspira a unificar la teoría neorológica y la teoría de los autómatas, y a orientar el trabajo de los tecnólogos de las computadoras sobre la simulación mecánica de las funciones cerebrales. Un ejemplo sería el componente básico del sistema nervioso humano, la célula nerviosa o neurona, que es al cerebro lo que un tubo de vacío o un transistor es a la computadora.

Existe además un modelo conceptual de las funciones que se investigan o se simulan, y mediante el análisis de esas funciones, diseñar con precisión de la estructura de

lo que se está modelando.

Sin embargo es necesario conocer el funcionamiento del cerebro humano antes de poder hacer una comparación. Comprender el cerebro humano, su estructura y su funcionamiento ha sido, y es todavía, una de las mayores ambiciones de la humanidad.

Partiendo de las palabras de Hipócrates escritas hace 2500 años podemos conocer su estructura y funcionamiento:

"El hombre debería saber que del cerebro, y no de otro lugar vienen las alegrías, los placeres, la risa y la broma y también las tristezas, la aflicción, el abatimiento, y los lamentos. Y con el mismo órgano, de una manera especial adquirimos el juicio y el saber, la vista y el oído y sabemos lo que esta bien y esta mal, lo que es trampa y lo que es justo, lo que es dulce y lo que es insípido, algunas de estas cosas las percibimos por costumbre, y otras por su utilidad..... Y a través del mismo órgano nos volvemos locos y deliramos, y el miedo y los terrores nos asaltan, algunos de noche y otros de día, así como los sueños y los delirios indeseables, las preocupaciones que no tienen razón de ser, la ignorancia de las circunstancias presentes, el desasosiego y la torpeza. Todas estas cosas las sufrimos desde el cerebro".

Dos milenios y medio después tenemos que asignar al cerebro, un papel igual o quizás superior. El científico de hoy, como Descartes en el siglo diecisiete, basa su trabajo en la hipótesis de que el cerebro es una máquina, sin duda extremadamente sutil, pero máquina, sin embargo.

Un cerebro adulto corriente pesa unos 1350 g y esta formado por unas 30 000 000 000 células nerviosas, de las cuales se destruyen más de 1000 al día durante toda la vida del adulto y las cuales ya no se reproducen. Aun así, el cerebro

de un anciano de 90 años puede tener las dos terceras partes de las células de un joven de 20 años. Es una especulación interesante, considerar el porqué las células nerviosas no se reproducen; quizá sea por que la experiencia del cerebro, o sea, su memoria queda almacenada en forma de circuitos de células nerviosas. Si éste fuera el caso, la producción de nuevas células nerviosas interferiría seguramente con la ordenación pre-establecida, y por lo tanto alteraría la memoria.

La gran mayoría de los investigadores cree hoy que el sistema nervioso central está formado por células, lo mismo que las otras partes del cuerpo. Estas células son de dos tipos principales: Primero están las células nerviosas o neuronas; éstas tienen todas las ~~actividades~~ características del sistema nervioso central: La conducción de los impulsos nerviosos, la elaboración de la información sensitiva, computan y señalan los patrones de respuesta apropiados etc. En segundo lugar tenemos las células neurogliales o gliales, estas células aunque aventajan en número a las neuronas en el sistema nervioso de los vertebrados, tienen un papel mucho más pasivo. Se cree que sirven de soporte de las células nerviosas y que quizá tengan algún papel en su nutrición.

Charles Sherrington define a la célula nerviosa o neurona como aquella célula que se caracteriza a diferencia de las otras células por tener una o varias prolongaciones bastante largas, las cuales emergen de un cuerpo celular (axitrón o pericarión) metabólicamente muy activo, a lo largo de estas se transmiten los mensajes nerviosos, los cuales se mandan en forma de potenciales de acción, que normalmente se conducen en un solo sentido, a lo largo de las excrecencias de la célula nerviosa.

Las neuronas se encuentran unidas por contactos funcio

nales llamados "Sinapsis". Cada una de las neurinas puede establecer 60 000 contactos sinápticos, y están dispuestos de tal manera que forman un complicado sistema de masas celulares y de fascículos de fibras presentando así unas características arquitectónicas inimaginables.

El cerebro puede considerarse, según J. Z. Young, como el computador de este homeostato, como el órgano que garantiza que las características físico-químicas del medio interno no varien mucho, cualesquiera que sean las circunstancias en las que se encuentre el animal o individuo.

Memoria.-

Se cree que toda experiencia deja una minúscula pero duradera modificación en el cerebro; es decir un resto mnémico.

Recientemente se sostiene que estos restos mnémicos toman la forma de alteraciones en las moléculas proteínicas. La capacidad de recordar la experiencia pasada es posible debido a la persistencia de la huella dejada por esa experiencia.

Para el caso de la memoria, un modelo conceptual sería un intento de especificar las condiciones lógicas (más bien que las materiales) para llamar "Rememoración" a ciertos casos de comportamiento. Se cree que el almacenamiento o la retención son una condición común de la memoria, los Psicólogos distinguen regularmente entre recuperación, reconocimiento, aprendizaje y recordación entre otras categorías; los Cibernéticos se refieren regularmente a la memoria en una forma unívoca cuando hablan de la simulación. Sin duda esta clase de referencia es inducida por el hecho de que en los autómatas y en las computadoras de hoy en día, la llamada -

memoria se refiere al almacenamiento uniforme en una operación.

El almacenamiento o retención, como capacidad de reproducir información a solicitud está incluido en las computadoras actuales; una forma más elaborada de esto, es una computadora programada para responder a una diversidad de preguntas relativas a hechos. El reconocimiento en forma de - muchos tipos de máquinas de reconocimiento de patrones; y el cambio en la probabilidad de una respuesta dada, lo es el aprendizaje, el cual queda ejemplificado en mecanismos autoadaptadores.

En el caso del recuerdo o reintegración, la capacidad de referirse en alguna forma a acontecimientos pasados, no se ha hecho ningún intento hasta hoy para simularlo.

Vale la pena hacer notar que el verbo conocer significa una capacidad o disposición para actuar, y sin embargo se presenta muy a menudo que el individuo utilice alguna o las tres clasificaciones que existen: Conociendo que; Conociendo como; Reconociendo.

Por lo cual cuando alguna persona recuerda en uno de estos tres sentidos, no está "Recobrando el pasado" sino mostrando que conoce.

Si puede decirse que una computadora conoce, entonces el conocer y el reconocer o recordar parecerían coincidir en ella: Cualquiera cosa que conozca, la recuerda; y cualquier cosa que recuerde, la conoce (puede reproducir cualquier cosa que esté en el banco de su memoria).

Sin embargo para los seres humanos, el rango del conocer y del recordar se sobreponen, pero también por así decirlo desborda a ambos lados.

El siguiente esquema representa esta situación:

	
	• 1.- Retención perdurable.
	• 2.- Retención intermitente.	•
Conocer.....	• a).- Conocer que.	•
	• b).- Conocer como.	•••••Recordar
	• c).- Reconocer.	•
	••••• d).- Rememorar.	•
		•••••

De los anteriores, Rememorar representa una pretensión de haber tenido una experiencia directa del acontecimiento, y de tener ahora cierta clase de acceso a aquella experiencia que no es ni un reaprendizaje ni un reconocimiento.

A semejanza de una máquina de calcular digital en la cual se usa una serie de tarjetas perforadas para almacenar información; cada vez que es necesaria una información se recorren todas las tarjetas sucesivamente hasta llegar a la información buscada; por lo anterior a este tipo de almacenaje se le conoce como "Memoria de sucesiones". Lo mismo sucede en aparatos más modernos en donde la información esta dada mediante cinta magnética.

Pensar.-

Pensar o razonar es esencialmente "Lo que tiene lugar en la experiencia cuando el organismo afronta, reconoce y resuelve un problema". La conducta tendiente a la solución de problemas puede ser aparente y observable, mas también puede ser encubierta cuando tiene lugar en el pensamiento. La conducta tendiente a la solución de problemas está implícita en el pensar. Si el pensamiento simboliza o es un modelo de la realidad, sus mecanismos podrían ser análogos

a los usados para resolver problemas en situaciones reales observables.

La sucesión de nuestros pensamientos, por supuesto, no consisten en soluciones complejas de problemas. Muchos procesos del pensar se interrumpen a medida que aparecen nuevos interrogantes.

Un proceso de pensamiento puede comenzar con una frustración de algún tipo. Se plantea una pregunta, o bien alguna interrogante adquiere importancia; surge un problema; existe tensión y actividad; se elige un objetivo, que constituye una respuesta a la pregunta. Se emite una respuesta preliminar, se hace una suposición, se postula una hipótesis. Luego, se desarrolla esa respuesta hipotética, deduciéndose sus consecuencias. Ahora la respuesta puede ser puesta a prueba refiriéndola a lo que se conoce por otros conductos. Una respuesta exitosa señala el fin de un proceso del pensar; por supuesto, aquella puede contener en sí el germen de otro problema y de otro proceso de pensar, tal como la resolución explícita de problemas, en donde en el pensar se presenta una continua realimentación de información acerca del fracaso de sucesivas respuestas provisionales o supuestas. Esta realimentación mantiene en marcha el proceso pensante, regulando la actividad mental y manteniendo la tensión. El equilibrio mental, sólo se logra una vez completada con éxito la tarea de encontrar la respuesta a la pregunta inicial.

Aprender.-

En términos amplios aprender significa adquirir habilidades, hábitos e ideas. Aprendemos lo correcto cuando resolvemos problemas y aprendemos lo incorrecto cuando fracasamos.

mos en la resolución.

Haber resuelto un problema aumenta la probabilidad de lograr en el futuro un éxito más fácil y más rápido en una situación análoga. Al adquirir un hábito, vamos desperdiciando menos y menos esfuerzo a medida que eliminamos incipientes movimientos erróneos, hasta que el hábito llega a convertirse en nuestra segunda naturaleza.

A fines del siglo pasado E. L. Thorndike formulo la ley del efecto, la cual afirma que los rasgos exitosos de la conducta se imprimen en la misma, eliminándose los infructuosos. Cada éxito modifica la actividad subsiguiente, incrementando la probabilidad de volver a dar ese paso, mientras cada fracaso disminuye la probabilidad de un paso análogo en el futuro.

Lo que la máquina es incapaz de reproducir.-

- 1.- La máquina no puede salir del camino predeterminado sin programa, sin operador la máquina funciona en vacío o no funciona; una vez puesta en marcha por el operador, no puede (salvo avería) rehusar a trabajar para él. Programada para trabajar según un programa definido, no podría ir más allá. Sólo puede resolver los problemas para los cuales ha sido construida.
- 2.- La máquina no puede aprender.
- 3.- La máquina no puede ejercer una función crítica. Demos a la máquina de calcular un problema absurdo, pero correctamente codificado, funciona y da la solución sin el mayor impedimento.
- 4.- La máquina no puede pasar de lo concreto a lo abstracto.

5.- La máquina no puede inventar. Por que está estrictamente encerrada en su programa.

Construida por el hombre, la máquina no puede hacer nada sin su ayuda. Permanece siendo exactamente como él ha querido que sea: Una maravillosa herramienta, pero solo una herramienta. En ella no existe el pensamiento, sino únicamente el reflejo del pensamiento de su creador, puesto que en ella no existe la conciencia.

INFORMACION EN ING. QUIMICA

En la mayoría de los casos, la información recibida para la resolución de problemas es de una forma concreta; sin olvidar que en otras tantas lo es en una forma mucho muy completa haciendo mención de una serie de equipos anexos al del problema original. En el primer caso la información es tan concreta como valiosa, ya que en la resolución de problemas de Ing. - Química por ejemplo, en donde la solución de un diseño puede durar varias horas, el dar un valor o varios, de coeficientes áreas, número de tubos determinados etc. Simplifica notablemente dichos cálculos; por lo que solo es necesario visualizar el problema para poderlo resolver. Es muy frecuente que el alumno olvidándose de todos los datos, identifique el tipo de equipo, problema etc, y calcule por medio de una serie de pasos uno o varios valores que se presentan como datos; sin llegar a ningún resultado. Con lo anterior el profesor fácilmente se da cuenta de la falta de análisis que presenta el alumno.

En el segundo caso, cuando la información es muy completa, hablando de los equipos anexos al sistema, suele influir de tal manera sobre la mentalidad del alumno; que el simple hecho de ver el nombre de un equipo anexo que no fue estudiado, le hace imposible dicha resolución.

La falta de visión que se presenta en ambos casos generalmente radica en el hecho de que el alumno resuelve una serie de problemas esperando que alguno coincida o sea semejante al que se le pregunta; tratándolos cada uno por separado y mecánicamente sin tratar de obtener un criterio en cada uno de ellos que lo impulse a resolver cualquier tipo de problema.

La manera en que hemos estado habituados a analizar cualquier objeto; pero aisladamente, puede ser una de las grandes causas. Pero el tratar de dar una serie de causas, sería casi imposible ya que para cada alumno son específicas. Por lo cual sólo trataré de dar una serie de normas o pasos que nos pueden ayudar a resolver un problema de una forma eficiente, en un mínimo de tiempo.

- 1.- Si una persona presenta o resuelve un problema por ejemplo de Ing. Química, olvida que lo que le preguntarán será exactamente de Ing. Química, y si existe alguna otra disciplina mediante la cual sea posible dicha solución, ésta debe de utilizarse como medio para la resolución.
- 2.- Cuando se cuenta con toda la información, es necesario traducirla a la serie de literales que se emplean en las ecuaciones usadas. Ya que en caso de problemas cuyo enunciado es extenso gran cantidad de información quedará contenida en cada párrafo. Sin olvidar que pocos son los casos (pero pueden presentarse) en los que se de una serie de informaciones que no se utilicen en la resolución.
- 3.- Ver cuál o cuáles son las preguntas e incógnitas, con esto se logra fijar objetivos, eliminando una serie de pasos innecesarios.
- 4.- Fijar el problema primitivo. Es muy común que para poder llegar a uno o varios de los resultados deseados se tengan que resolver problemas específicos a los cuales corresponden muchos de los datos, y con dichos problemas específicos poder llegar a los resultados deseados.
- 5.- Ver cuál o cuáles son las fórmulas que se pueden usar debido a que coinciden al tipo de problema analizado.

Ya que es común que un mismo problema bajo ciertas condiciones se resuelva utilizando unas ecuaciones y bajo otras utilice otras muy distintas; olvidándose de esto el alumno utiliza la primera que encuentra independientemente de las condiciones a las que se le aplique.

- 6.- Cuando se ha identificado el problema primitivo y se han fijado las metas, es necesario seguir una serie de soluciones (mentalmente) ya que elimina pérdidas de tiempo, y de acuerdo a los datos sustituir en alguna expresión mediante la cual se obtenga una incognita, sustituir la nueva variable, encontrar un nuevo valor etc, hasta llegar o no a la solución. Con lo cual se logra seguir la secuencia más viable y fácil.
- 7.- Cuando se tiene el mejor de los caminos para la resolución del problema, el hacer un diagrama de flujo - facilita notablemente la solución; ya que con esto, lo único que hace falta es una serie de pasos matemáticos y el uso de determinadas fuentes de información (tablas, gráficas etc) para llegar a la solución correcta.
- 8.- Cuando se cuenta con todo lo anterior el diagrama - de flujo da la secuencia a seguir evitando que el - alumno se pierda en una serie de cálculos matemáticos de los que en un momento dado no sabe para qué los está realizando; además con el criterio adquirido de clase y de soluciones a problemas anteriores darse cuenta si los resultados que está obteniendo tienen sentido físico.
- 9.- Si además de la secuencia lógica se toma en cuenta la limpieza y presentación, se logrará un objetivo

muy eficaz.

Es muy probable que al lector le parezca largo y tedioso todo este razonamiento, pero conforme se aplica se logra una gran facilidad y visión en la resolución de cualquier tipo de problemas.

Lo anterior no es sino una similitud con respecto a lo que hace una computadora en la resolución de un problema; pero algo increíble que se puede apreciar es que aún cuando el alumno cuenta con la misma información que se le da a la máquina, ésta llega a un resultado y el alumno debido a ciertas interferencias existentes, en muchas de las ocasiones no lo logra.

Los principales problemas que se presentan cuando se programa son los siguientes:

- 1.- Es necesario convertir todos los datos a una forma en que puedan ser procesados por la máquina.
- 2.- Se debe de considerar todas las posibles alternativas que la máquina pueda seguir.

Con lo anterior la secuencia lógica que se necesita para la resolución de un problema en una máquina es la siguiente:

- 1.- Identificar el problema primitivo y fijar las metas.
- 2.- Descripción matemática.
- 3.- Análisis numérico.
- 4.- Programación.
- 5.- Diagrama de flujo.
- 6.- Codificación.
- 7.- Procesamiento.
- 8.- Prueba del programa.
- 9.- Interpretación de los resultados.

CONCEPCION DE UN CURSO

En la realización de un curso de Ingeniería Química, Química, o de cualquier otra disciplina se debe permitir la aplicación de muchos otros conocimientos, ya que se debe desarrollar dentro de una perspectiva muy amplia.

Con el propósito de mantener la atención y obtener una participación del alumno, cualquier curso se puede dividir en partes, las cuales representan de 20 a 30 horas de trabajo, y cada parte en lecciones de 2 horas cada una. Sin olvidar que 30 horas de trabajo constituyen para el alumno un plazo a su medida.

Con el desarrollo del curso cada alumno va acumulando una serie de puntos que corresponde a la participación y aprendizaje, dando como resultado que al final de dicho curso el alumno haya acreditado cada una de las partes componentes; eliminando con esto un posible examen final, el cual en la mayoría de los casos no es representativo de la cantidad y menos de la calidad de los conocimientos adquiridos.

En la resolución de un problema es en donde se logra, en la mayoría de los casos, haber que el alumno se vuelva perezoso; ya que se le enfrenta a una dificultad, sin haber comprobado de antemano que posee ya los medios necesarios para resolverlo.

Considerando que el alumno al principio carece de habilidad y algunos conocimientos para resolver un problema, y además los pobres resultados que se obtienen, desaniman al alumno e irritan con frecuencia al maestro.

¿Por qué no aconsejar sistemáticamente la resolución de los primeros problemas de cada capítulo e inclusive problemas

ya resueltos antes de llegar al deseado?. Ya que la resolución del problema deseado es más fácil debido a que en la mayoría de los casos es una recopilación de los anteriores. Con lo cual se logrará un buen resultado sin que el alumno - resienta el fracaso.

El número de los problemas dependerá esencialmente del nivel de los alumnos; porque no importa tanto el número de ejercicios, sino la manera como son tratados.

Al quedar planteado un problema, una resolución por tanteo permitirá considerar el problema como resuelto. A través de preguntas y respuestas el alumno deberá encontrar por sí mismo la solución racional; las correcciones del maestro lo llevarán de nuevo al buen camino cada vez que corra el riesgo de equivocarse. Y por último un ejercicio global servirá para reafirmar los conocimientos.

Es utópico considerar que existen clases homogéneas, por lo cual con el uso de posibles máquinas didácticas se lograría que un curso tuviera un desarrollo científico, - eliminando muchos de los tanteos por parte del profesor para lograr dicha homogeneidad y cuyas consecuencias recaen sobre los alumnos. Al tratar de encontrar una eficiencia - máxima, nos encontramos con la necesidad de plantear una reforma en la manera de enseñar, en los horarios de clase, en los locales etc; así como en la Etica de la enseñanza, la cual sólo puede ser personal. Por lo que es necesario - suministrar al alumno la mayor cantidad de medios que le - permitan "Trabajar Solo", a la velocidad que le convenga. Abandonando la idea de que sea el maestro quien obligue al alumno a trabajar logrando con esto que el alumno sea responsable de su trabajo escolar, como lo será de su trabajo en la edad adulta. Recordando que no es el maestro el que debe llevar al alumno, sino que el alumno es el que debe - consultar al maestro cuando tropiece. Aun cuando el alumno pueda trabajar solo, el maestro no desaparece, sino que és te dispondrá de programas formulados científicamente, de - máquinas didácticas, etc. Logrando en cambio establecer un contacto más humano con el alumno. Bajo estas condiciones, el maestro se convierte realmente en la persona "Que educa y que forma", en lugar de ser quien instruye; y esto último en una época en la que muchos estudiantes fracasan, es sufi ciente para justificar la implantación de dicha forma de en señanza.

APLICACION PRACTICA

PARA NO CONCLUIR

Al recorrer muy brevemente el fabuloso campo de la Cibernética, estoy seguro que en cada lector, tal como sucedió en mí, germinará la semilla del interés hacia una ciencia nueva y sorprendente. Y tal vez al finalizar dicho bosquejo, el enfoque y aplicación de cada uno, será particular.

Cada uno de acuerdo a su especialidad e imaginación - la enfocará y aplicará a muchos y diversos campos y disciplinas, logrando con esto uno de mis deseos al realizar dicho trabajo, que fué desde un principio el de plasmar en cada lector una imagen libre y diferente; que si bien surgiría de mi trabajo, cada quien lo enfocará a su manera, - sin restringirlos a la mía.

Estoy seguro que de acuerdo a muchos y diversos factores, para algunos lectores dicho trabajo les parecerá una novela, tal vez interesante, para otros tal vez un informe, pero sin faltar aquellos quienes consideren que se trata - de algo importante encaminado a lograr la resolución razonada de cualquier tipo de problema.

En cualquier caso, creo haber logrado mi objetivo, -- que fué como lo dije anteriormente, sembrar en cada uno de los lectores la semilla del interés hacia una ciencia inmensa y apasionante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Ashby W. Ross. "Design for a Brain".
Chapman and Hall, Londres 1960.
- 2.- Bertalanffy L. Von. "Robots, Men and Minds".
Colección Universitaria, Madrid 1971.
- 3.- Couffignal Louis. "La Cibernética en la Enseñanza".
Ed. Grijalbo, México 1968.
- 4.- Crosson Frederick J. "Filosofía y Cibernética".
Fondo de Cultura Económica, México 1971.
- 5.- Greniewski Henryk. "Cibernética sin Matemáticas".
Fondo de Cultura Económica, México 1965.
- 6.- Guillaumaud Jacques. "Cibernética y Lógica Dialéctica".
Ed. Artiaach, Madrid 1971.
- 7.- Shannon Claude. "The Mathematical Theory of
Communication".
The University of Illinois Pres, Urbana 1948.
- 8.- Singh Jagjit. "Teoría de la Información, del
Lenguaje y de la Cibernética".
Alianza Editorial, Madrid 1972.

- 9.- Sluckin Wladislaw. "La Cibernética (Cerebros y Máquinas)".
Ed. Nueva Visión, Buenos Aires 1971.
- 10.- Smith C. U. M. "El Cerebro".
Alianza Editorial, Madrid 1972.
- 11.- Wiener Norbert. "The Human Use of Human Beings".
The University Press. Cambridge, Massachusetts,
USA. 1949.
- 12.- Wiener Norbert. "Cybernetics".
John Wiley and Sons, New York 1948.
- 13.- Walshe F. M. R. "The Hypothesis of Cybernetics".
British Journal for the Philosophy of Science,
Vol. 2, 1952.
- 14.- Wisdom J. O. "Mentality in Machines".
Proceedings of the Aristotelian Society, 1952.
- 15.- Wiener Norbert. "God and Golem".
Inc. Cambridge, Press. 1964.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CENTRO DE SERVICIOS DE COMPUTO

COMPILADOR FORTRAN, NIVEL 2.5.010, RUMFUGHS B6700

VIERNES 22 DE MARZO DE 1974

05153 PM.

NOMBRE DEL PROGRAMA = RJEDECK/047/RUN/REYNOLDS/PANHANDLE/WEYMOUTH/BABCOCK.

```

C   CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS Y EL GASTO PARA TUBERIAS QUE MANEJAN GASES.
C   READ 1,D1,V,DENS,VISC,P1,P2,SG,DISTMI,TEMP,EFIC,AP,VOLESP,DISTPI
C   ECUACION DE REYNOLDS
C   RE=D1*V*DENS/(VISC*P2*.42)
C   ECUACION DE PANHANDLE PARA GAS NATURAL EN TUBERIAS DE 6 A 24 PULGAS,
C   DE DIAMETRO Y REYNOLDS DE 5 A 14 MILLONES.
C   D=DIAMETRO EN PULGADAS,EFIC=EFICIENCIA=0.92,P1=PRESION EN PSIA,
C   P2=PRESION EN PSIA,DISTPI=DISTANCIA EN MILLAS,QH=GASTO VOLUMETRICO
C   EN PIES CUBICOS
C   QH1=36.8*EFIC*P1**2.61R2*((P1**2)-(P2**2))/DISTMI**5394
C   ECUACION DE WEYMOUTH PARA UN GAS A ALTAS PRESIONES
C   QH2=28.*P1**2.657*(((P1**2)-(P2**2))**.520.1)/(SG*DISTMI*TEMP**0.5
C   ECUACION DE BABCOCK PARA FLUJO DE VAPOR
C   AP=CAIDA DE PRESION EN PSI,D=DIAMETRO INTERNO EN PULGADAS,L=LONGITUD EN
C   PIES,*GASTO EN MASA EN LIBRAS SOBRE SEGUNDO,VOLESP=VOLUMEN ESPECIFICO
C   EN PIES CUBICOS SOBRE LIBRA.
C   W=(AP/(0.470*((D1+.36)/D1)*DISTPI*VOLESP))**.5
C   PRINT 2,RE,QH1,QH2,W
C   FORMAT(1F10.4)
C   2 FORMAT(//////,10X,"EL NUMERO DE REYNOLDS ES =",1PE15.7/,10X,"EL
C   GASTO VOLUMETRICO ES =",1PE15.7/,10X,"EL GASTO VOLUMETRICO ES =",
C   11PE15.7/,10X,"GASTO EN MASA,LIBRAS SOBRE SEGUNDO =",1PE15.7)
C   CALL EXIT
C   END
C   00010000:5
C   START OF SEGMENT 002
C   00210000:0
C   FIB IS 0006 LONG
C   0021001F:2
C   0021001F:2
C   00210023:5
C   0021002D:4
C   0021007D:4
C   00210037:4
C   00210037:4
C   00210037:4
C   00210037:4
C   00210037:4
C   00210041:3
C   FIB IS 0006 LONG
C   0021004C:2
C   0021004C:2
C   0021004C:2
C   0021004C:2
C   0021004C:2
C   0021004C:2
C   0021004D:1
C   0021004D:1
C   FORMAT SEGMENT 003 IS 0003 LONG.
C   FORMAT SEGMENT 002 IS 0028 LONG.
C   SEGMENT 002 IS 0057 LONG
    
```



```

16.VGAT7*VGAT8*VC1*VC2*VC3*VF1*VF2*VB.C1*C2*C3.F1.F2.F3.F4.F5.F6.F
C 002:0080:1
17.F8.F9.N
C 002:0081:1
10 FORMAT(33I2)
C 002:0088:2
A(1)=VG1*240.A(2)=VG2*450.A(3)=VG3*175.A(4)=VG4*165.A(5)=VA1*91
C 002:0088:2
145.A(6)=VA2*200.A(7)=VGAT1*13.A(8)=VGAT2*35.A(9)=VGAT3*160.A(
C 002:00C3:5
110)=VGAT4*900.A(11)=VGAT5*87.A(12)=VGAT6*950.A(13)=VGAT7*260.A(
C 002:00C3:5
114)=VGAT8*1200.A(15)=VC1*135.A(16)=VC2*90.A(17)=VC3*150.A(18)=
C 002:00D3:3
VF1*25.A(19)=VE2*75.A(20)=VRS*5.A(21)=C1*18.A(22)=C2*4.A(23
C 002:00D8:5
1)=C*140.A(24)=F1*30.A(25)=F2*16.A(26)=F3*20.A(27)=F4*50.A(28
C 002:00E4:2
1)=F5*26.A(29)=F6*57.A(30)=F7*20.A(31)=F8*60.A(32)=F9*50.
C 002:00ED:3
B=0
C 002:00F6:4
DO 5 I=1,N
C 002:00F7:2
B=R+A(I)
C 002:00F8:0
5 CONTINUE
C 002:00FA:1
READ 6,D,DENS,VISC,GASTO,TUBLON
C 002:00FC:2
6 FORMAT(4F10.4,F10.2)
C 002:0108:2
EQLONG=B*D
C 002:0108:2
VEL=GASTO/(3.1416*D*D/A.)
C 002:010C:4
RE=D*VEL*DENS/(VISC*2.42)
C 002:0111:1
EED=0.00015/D
C 002:0114:5
CALL INTERP(EED,RE,EEDTAB,RETAB,FTAB,M,F,JE,N)
C 002:0117:0
IF(M=0)50,50,9
C 002:011C:4
9 APT=F*(EQLONG+TUBLON)*VEL*VEL/(64.4)
C 002:011D:5
PRINT 7,EQLONG,RE,EED,E,APT
C 002:0122:4
7 FORMAT(//////,10X,"LA LONGITUD EQUIVALENTE ES =",1PE14.7,"10X,"RE
C 002:012F:2
1MERO DE REYNOLDS ="1PE14.7,"10X,"EPSILON EN DIAMETRO ="1PE14.7,
C 002:012F:2
2"/10X,"FACTOR DE FRICCION ="1PE14.7,"10X,"CAIDA DE PRESTON TOTAL"
C 002:012F:2
3 DEL SISTEMA ="1PE14.7)
C 002:012F:2
50 CALL EXIT
C 002:012F:2
END
C 002:0130:1

```

```

FORMAT SEGMENT 003 IS 001F LONG.
SERMENT 002 IS 015A LONG

```

CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO

TABLA DEL FACTOR DE FRICCIÓN

FED RE	3000	4000	6000	8000	10000	20000	30000	40000	60000	80000	100000	200000	300000
.00005	.04350000	.03980000	.03300000	.03200000	.03020000	.02570000	.02330000	.02790000	.01980000	.01870000	.01810000	.01600000	.01490000
.00010	.04350000	.03980000	.03300000	.03200000	.03020000	.02570000	.02330000	.02790000	.01980000	.01870000	.01810000	.01600000	.01490000
.00020	.04350000	.03980000	.03300000	.03200000	.03020000	.02570000	.02330000	.02790000	.01980000	.01870000	.01810000	.01600000	.01490000
.00040	.04350000	.03980000	.03440000	.03280000	.03110000	.02470000	.02460000	.02320000	.02170000	.02070000	.02000000	.01830000	.01780000
.00060	.04350000	.03980000	.03440000	.03400000	.03110000	.02720000	.02500000	.02370000	.02220000	.02130000	.02070000	.01940000	.01880000
.00080	.04400000	.03980000	.03440000	.03400000	.03380000	.02800000	.02560000	.02430000	.02290000	.02210000	.02160000	.02090000	.01980000
.00100	.04400000	.04090000	.03780000	.03400000	.03380000	.02800000	.02610000	.02490000	.02340000	.02270000	.02210000	.02100000	.02060000
.00200	.04500000	.04180000	.03880000	.03550000	.03380000	.02980000	.02820000	.02720000	.02610000	.02570000	.02510000	.02450000	.02400000

FED RE	400000	600000	800000	1000000	2000000	4000000	6000000	8000000	10000000
.00005	.01430000	.01340000	.01300000	.01270000	.01180000	.01120000	.01100000	.01080000	.01050000
.00010	.01480000	.01400000	.01370000	.01340000	.01280000	.01240000	.01220000	.01200000	.01200000
.00020	.01580000	.01520000	.01490000	.01480000	.01420000	.01390000	.01380000	.01370000	.01360000
.00040	.01730000	.01680000	.01670000	.01640000	.01610000	.01600000	.01600000	.01600000	.01600000
.00060	.01830000	.01800000	.01780000	.01780000	.01750000	.01750000	.01750000	.01750000	.01750000
.00080	.01950000	.01920000	.01900000	.01900000	.01890000	.01890000	.01890000	.01880000	.01880000
.00100	.02020000	.02010000	.02000000	.02000000	.02000000	.02000000	.02000000	.02000000	.01990000
.00200	.02390000	.02370000	.02370000	.02370000	.02360000	.02360000	.02360000	.02350000	.02350000

LA LONGITUD EQUIVALENTE ES = $1.3162280E+04$ SERVICIO DE COMPUTO
 NUMERO DE REYNOLDS = $3.1717583E+03$
 EPSILON EN DIAMETRO = $1.4763780E-04$
 FACTOR DE FRICCIÓN = $4.2864494E-02$
 CAIDA DE PRESION TOTAL DEL SISTEMA = $8.6814617E+05$


```

98 FORMAT(1,13) C 002:0120:2
PRINT 100,(DNOM(J),J=1,13) C 002:0120:2
FIR IS 0006 LONG
100 FORMAT(1H1,///,40X,"TABLA DE CAIDA DE PRESION EN TUBERIA DE CEDULA " C 002:0139:2
1 40M,///,2X,"GASTO DIAM",1X,13(F6.3,3X),/) C 002:0139:2
DO 3 I=1,77 C 002:0139:2
PRINT 6,0(I),V1E8(I),V1E4(I),V3E8(I),V1E2(I),V3E4(I),V1(I),V1E4(I) C 002:013A:0
1),V1P5(I),V24(I),V2P5(I),V3(I),V3P5(I),V4(I) C 002:014D:3
3 CONTINUE C 002:0160:2
4 FORMAT(2X,F7.1,4X,F7.3,12(3X,F7.3)) C 002:0162:3
PRINT 101,(DNOM(J),J=14,23) C 002:0167:3
101 FORMAT(///,2X,"GASTO DIAM",1X,F6.3,9(3X,F6.3),/) C 002:016F:2
DO 5 I=1,77 C 002:016F:2
PRINT 6,0(I),V5(I),V6(I),V8(I),V10(I),V12(I),V14(I),V16(I),V18(I), C 002:0170:0
1V20(I),V24(I) C 002:0187:4
5 CONTINUE C 002:018E:2
6 FORMAT(2X,F7.1,4X,10(F7.3,2X)) C 002:0191:3
PRINT 7 C 002:0191:3
7 FORMAT(1H1,///,50X,"DATOS PARA TUBERIA COMERCIAL CEDULA 40",///,52X C 002:0195:2
1,"DIA NOM",1X,"DIA EXT",1X,"DIA INT",4X,"AREA" C 002:0195:2
DO 8 I=1,23 C 002:0195:2
PRINT 9, DNOM(I),DEX(I),DIN(I),AREA(I) C 002:0196:0
8 CONTINUE C 002:01A4:2
9 FORMAT(52X,F6.3,2X,F6.3,2X,F6.3,2X,F7.3) C 002:01A6:3
DO 10 I=12,31 C 002:01A6:3
HT3(I)=Y(P2,1.0,Z2,V2(I),D3,1.0) C 002:01A8:0
HT4(I)=Y(P3,1.0,Z3,V2(I),D4,1.0) C 002:01AD:1
HT5(I)=Y(P4,1.0,Z4,V2(I),D5,1.0) C 002:01B2:2
10 CONTINUE C 002:01B7:3
DO 11 I=12,31 C 002:01B9:4
HT1(I)=Y(P1,1.0,Z1,V4(I),D1,-1.0) C 002:01BB:0
HT2(I)=Y(P0,0.0,D0,0.0,V4(I),D2,1.0) C 002:01CC:2
11 CONTINUE C 002:01C4:5
DO 12 I=12,31 C 002:01C7:0
CALL INTERP(HT5(I),HT3,0,M,01(I),31) C 002:01C8:0
IF(M.EQ.0)GO TO 50 C 002:01CD:3
CALL INTERP(HT5(I),HT4,0,M,02(I),31) C 002:01CE:4
IF(M.EQ.0)GO TO 50 C 002:01DA:3
CALL INTERP(HT5(I),HT5,0,M,03(I),31) C 002:01D5:2
IF(M.EQ.0)GO TO 50 C 002:01DA:3
Q145(I)=Q1(I)+02(I)+03(I) C 002:01DC:0
12 CONTINUE C 002:01E1:1
DO 13 I=12,27 C 002:01E3:2
CALL INTERP(Q345(I),Q,HT1,M,HT1(I),31) C 002:01E5:0
IF(M.EQ.0)GO TO 50 C 002:01EA:3
CALL INTERP(Q345(I),Q,HT2,M,HT2(I),31) C 002:01EB:4
IF(M.EQ.0)GO TO 50 C 002:01F1:1
HT(I)=HT5(I)+HT1(I)+HT2(I) C 002:01F2:2
13 CONTINUE C 002:01F7:3
PRINT 14 C 002:01F9:4
14 FORMAT(///,55X,"DATOS DE LA GRAFICA TOTAL",///,57X,"GASTO",10X, C 002:01FD:2
1,"CABEZA",/) C 002:01FD:2
DO 15 I=12,27 C 002:01FD:2
PRINT 16,Q345(I),HT(I) C 002:01FF:0
15 CONTINUE C 002:0209:2
16 FORMAT(55X,1PE10,4,5X,1PE10,4) C 002:020B:3
50 CALL EXIT C 002:020H:3
END C 002:020C:2

```


200.0	0.323	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
225.0	0.401	0.162	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250.0	0.495	0.195	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
275.0	0.583	0.234	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300.0	0.683	0.275	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
325.0	0.797	0.320	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
350.0	0.919	0.367	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
375.0	1.050	0.416	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
400.0	1.190	0.471	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
425.0	1.330	0.529	0.136	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
450.0	1.480	0.590	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
475.0	1.640	0.653	0.166	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
500.0	1.810	0.720	0.182	0.059	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
550.0	2.170	0.861	0.219	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
600.0	2.550	1.020	0.258	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
650.0	2.960	1.180	0.301	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
700.0	3.430	1.350	0.343	0.112	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
750.0	3.920	1.550	0.392	0.127	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
800.0	4.430	1.750	0.443	0.143	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
850.0	5.000	1.960	0.497	0.160	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
900.0	5.580	2.180	0.554	0.179	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
950.0	6.210	2.420	0.613	0.198	0.083	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1000.0	6.840	2.680	0.675	0.218	0.090	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1100.0	8.230	3.220	0.807	0.260	0.110	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1200.0	0.000	3.810	0.948	0.306	0.128	0.080	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000
1300.0	0.000	4.450	1.110	0.355	0.150	0.093	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000
1400.0	0.000	5.130	1.280	0.409	0.171	0.107	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
1500.0	0.000	5.850	1.460	0.466	0.195	0.122	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
1600.0	0.000	6.610	1.650	0.527	0.220	0.136	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000
1800.0	0.000	8.370	2.080	0.663	0.276	0.172	0.088	0.050	0.000	0.000	0.000
2000.0	0.000	10.300	2.550	0.808	0.330	0.209	0.107	0.060	0.000	0.000	0.000
2500.0	0.000	0.000	3.940	1.240	0.515	0.321	0.163	0.091	0.000	0.000	0.000
3000.0	0.000	0.000	5.590	1.760	0.731	0.461	0.222	0.129	0.075	0.000	0.000
3500.0	0.000	0.000	7.560	2.380	0.982	0.607	0.292	0.179	0.101	0.000	0.000
4000.0	0.000	0.008	9.800	3.080	1.270	0.787	0.401	0.222	0.120	0.052	0.000
4500.0	0.000	0.000	12.200	3.870	1.600	0.990	0.503	0.280	0.162	0.065	0.000
5000.0	0.000	0.000	0.000	4.710	0.950	1.210	0.617	0.340	0.180	0.070	0.000
5000.0	0.000	0.000	0.000	6.740	2.770	1.470	0.877	0.483	0.260	0.111	0.000
7000.0	0.000	0.000	0.000	9.110	3.740	2.310	1.180	0.652	0.376	0.150	0.000
8000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	4.840	2.990	1.510	0.839	0.485	0.192	0.000
9000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	6.090	3.760	1.900	1.050	0.608	0.242	0.000
10000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	7.460	4.610	2.340	1.280	0.739	0.294	0.000
12000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	10.700	6.590	3.330	1.830	1.060	0.416	0.000
14000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.690	4.490	2.450	1.430	0.552	0.000
16000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.830	3.180	1.850	0.723	0.000
18000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.310	4.030	2.320	0.907	0.000
20000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.030	4.930	2.860	1.120	0.000

DATOS PARA TUBERIA COMERCIAL Cedula 40

DIA NOM	DIA EXT	DIA INT	AREA
0.125	0.405	0.269	0.057
0.250	0.540	0.364	0.104
0.375	0.675	0.493	0.191
0.500	0.840	0.622	0.304
0.750	1.050	0.824	0.533
1.000	1.315	1.049	0.864
1.250	1.660	1.380	1.495
1.500	1.900	1.610	2.036
2.000	2.375	2.067	3.355
2.500	2.875	2.469	4.788
3.000	3.500	3.068	7.393
3.500	4.000	3.548	9.886
4.000	4.500	4.026	12.730
5.000	5.500	5.047	20.006
6.000	6.625	6.068	28.891
8.000	8.625	7.901	50.027
10.000	10.750	10.020	78.855
12.000	12.750	11.938	111.930
14.000	14.000	13.404	135.280
16.000	16.000	15.000	176.720
18.000	18.000	16.875	223.680
20.000	20.000	18.814	278.000
24.000	24.000	22.626	402.070

DATOS DE LA CARRERA TOTAL

GASTO	CABEZA
1.7712E+01	1.3240E+02
1.9714E+01	1.3243E+02
2.1715E+01	1.3247E+02
2.6720E+01	1.3260E+02
3.1727E+01	1.3279E+02
3.6736E+01	1.3304E+02
4.1746E+01	1.3332E+02
4.6758E+01	1.3363E+02
5.1771E+01	1.3399E+02
5.6785E+01	1.3438E+02
6.1802E+01	1.3481E+02
7.1839E+01	1.3582E+02
8.1883E+01	1.3699E+02
1.1245E+02	1.3847E+02
1.4358E+02	1.4011E+02
1.6989E+02	1.4194E+02

CENTRO DE COSTOS DE COMPU

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CENTRO DE SERVICIOS DE COMPUTO

COMPILADOR FORTRAN, NIVEL 2,5,010, BURROUGHS B6700

VIERNES 22 DE MARZO DE 1974

05154 PM.

NOBRE DEL PROGRAMA = RJEDECK/046/RUN/GASO/DUCTO.

C CALCULO DEL GASTO EN UN GASODUCTO.

DIMENSION PRTAB(11),TRTAB(19),ZTAB(11,19)
RFAD 1,IN,JN

1 FORMAT(2I2)

READ 2,P1,P2,PC1,PC2,I1,T2,TC1,TC2

2 FORMAT(10I4)

READ 3,PM1,PM2,Z1,X2,D,S,ALFA,GC,COFF,F

3 FORMAT(11F7.4)

READ 4,((PRTAB(I),I=1,IN)

4 FORMAT(11F3.2)

READ 5,((TRTAB(J),J=1,JN)

5 FORMAT(19F4.2)

READ 6,((ZTAB(I,J),J=1,JN),I=1,IN)

6 FORMAT(16F5.3)

PMM=PM1*X1+PM2*X2

RP=1544./PMM

PR=P1*X1/PC1+P2*X2/PC2

TR=T1*X1/TC1+T2*X2/TC2

CALL INTERP(PR,TR,PRTAB,TRTAB,ZTAB,M,Z1,IN,JN)

IF(M,FU,0) GO TO 50

L1=L*3.28

C GASTO PARA UN GASODUCTO.

G=(((P1*144.)**2-(P2*144.)**2)/((2*Z1*RP*T1)))/((1./ALFA*GC)*ALOG(P

11/P2)+F*L/(2*GC*0))**0.5

GP=G*3600.

W=GP**5

DENSS=PMM*492./((Z1*359.*T1)

VS=W*(1./DENSS)**24.

DENS1=PMM*P1*492./((Z1*359.*19.7*T1)

Q1=W/(3.17*3600.)

V1=Q1/S

Q2=Q1*P1/P2

V2=Q2/S

C ECUACION DE MAC PARA SABER SI ES FLUJO SONICO.

VSONIC=(COEFF*GC*RP*T1)**0.5

C SI EL NUMERO DE MACH ES MENOR DE 0.7 EL GAS ESTA A BAJA VELOCIDAD.

AM1=V1/VSONIC

AM2=V2/VSONIC

PRINT 90,PMM,RP,PR,TR,Z1,G,W,DENSS,VS,DENS1,Q1,V1,Q2,V2,VSONIC,AM1

C 0001000015

START OF SEGMENT 002

FORMAT SEGMENT 002 IS 00ED LONG.

C 0021000010

RESULTADOS DEL GASODUCTO.

PESO MOLECULAR PROMEDIO.	1.5461E+01	
CONSTANTE GENERAL DEL ESTADO GASEOSO CORREGIDA.	9.3798E+01	FT LB FUERZA/LB MASA GRADO RANKINE
PRESION REDUCIDA PROMEDIO.	7.3760E-01	PSIA
TEMPERATURA REDUCIDA PROMEDIO.	1.6671E+00	GRADOS RANKINE
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD.	9.5958E-01	
MASA VELOCIDAD.	4.9877E+01	LB MASA/FT CUADRADO HORA
GASTO.	5.0096E+05	LB MASA/HORA
DENSIDAD DE LOS GASES.	4.0533E-02	LB MASA/FT CUBICO
VELOCIDAD DE LOS GASES.	2.9662E+08	FT CUBICO ST/DIA
DENSIDAD DE ENTRADA.	1.0288E+00	LB MASA/FT CUBICO
GASTO DE ENTRADA.	4.3898E+01	FT CUBICO/SEGUNDO
VELOCIDAD DE ENTRADA.	1.5734E+01	FT/SEGUNDO
GASTO DE SALIDA.	5.4872E+01	FT CUBICO/SEGUNDO
VELOCIDAD DE SALIDA.	1.9667E+01	FT/SEGUNDO
VELOCIDAD SONICA.	1.5140E+03	FT/SEGUNDO
NUMERO DE MAC A LA ENTRADA.	1.0366E-02	
NUMERO DE MAC A LA SALIDA.	1.2983E-02	

CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CENTRO DE SERVICIOS DE COMPUTO

COMPILADOR FORTRAN. NIVEL 2.5.015. BURROUGHS H6700

LUNES 1 DE ABRIL DE 1974 01:40 PM

NOMBRE DEL PROGRAMA = RJEDECK/D&B/HUNACOMRE/SORA/GASES.

C CALCULO DE UNA COMPRESORA QUE MANEJA UNA MEZCLA DE GASES.
 C DATOS PARA EL CALCULO DE LA COMPRESORA.
 C TEMPERATURA DE ENTRADA=T1=40 GRADOS F.
 C PRESION DE ENTRADA=P1=20 PSIA.
 C PRESION DE DESGASEO=P2= 100 PSIA.
 C 2378 MOLES/HR. DE UNA MEZCLA DE PROPANO 95%, BUTANO 3%, ETANO 2%.
 C CALCULO DE LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA DE GASES.

C 000:0000:5
 C 000:0000:5
 C 000:0000:5
 C 000:0000:5
 C 000:0000:5
 C 000:0000:5
 C 000:0000:5

START OF SEGMENT 002
 SEGMENT 002 IS 00F3 LONG.

DIMENSION V1(5),V2(5),V3(5),V4(5),V5(5),V6(5),V7(5),V8(5),V9(5),V1
 10(5),V11(5),PR(11),TR(19),Z(11,19)
 READ 1,N,MA,K,CABMAX

C 002:0000:0
 C 002:0000:0
 C 002:0000:0

FIB IS 0006 LONG

1 FORMAT(3I2,F5.0)

READ 2,(V1(I),I=1,N),(V3(I),I=1,N),(V6(I),I=1,N),(V7(I),I=1,N),(V1
 10(I),I=1,N)

C 002:0000:2
 C 002:0000:2
 C 002:0021:4
 C 002:0039:2

2 FORMAT(3F3.2,2F5.2,6F4.0,3F1.2)

READ 20,(PR(I),I=1,MA)

20 FORMAT(11F3.2)

READ 21,(TR(I),I=1,K)

21 FORMAT(19F4.2)

READ 22,(LZ(I,J),J=1,K),I=1,MA)

22 FORMAT(16F5.3)

READ 5,GASTO,P1,I1,P2

5 FORMAT(F5.0,2F3.0,F4.0)

B=0.01C=0.01D=0.01E=0.01F=0.01G=0.01H=0.0

DO 3 I=1,N

V2(I)=V1(I)*GASTO

R=H+V2(I)

V8(I)=V1(I)*V6(I)

C=C+VR(I)

V9(I)=V1(I)*V7(I)

D=D+V9(I)

V11(I)=V1(I)*V10(I)

E=E+V11(I)

V4(I)=V1(I)*V3(I)

F=F+V4(I)

3 CONTINUE

DO 4 I=1,N

V5(I)=V4(I)*100./F

C 002:0000:2
 C 002:0000:2
 C 002:0021:4
 C 002:0039:2
 C 002:0046:2
 C 002:0046:2
 C 002:0053:2
 C 002:0053:2
 C 002:0065:2
 C 002:0065:2
 C 002:0072:2
 C 002:0072:2
 C 002:0077:0
 C 002:0077:0
 C 002:0078:0
 C 002:0078:0
 C 002:0070:1
 C 002:0081:0
 C 002:0083:1
 C 002:0087:0
 C 002:0089:1
 C 002:0080:0
 C 002:008F:1
 C 002:0093:0
 C 002:0095:1
 C 002:0097:2
 C 002:0098:0

```

4 CONTINUE
C CALCULO DE LAS LIBRAS POR MINUTO.
  PR1=P1/D
  TR1=(T1+460.)/Z
C CALCULO DEL FACTOR DE COMPRESIBILIDAD PROMEDIO.
  CALL INTERP(PR1,TR1,PR,TR,Z,M,Z1,MA,K)
  IF(M.FO.DF GO TO 50
  VOL=(Z1+1544.)*((T1+460.)/Z)/(P1*(COCIE-1.))
C CALCULO DEL GASTO DE ENTRADA.
  Q1=GASTO*E*VOL/60.
  R=P2/P1
C COEF=K
  COEF=E/(E-1.99)
  T2=(T1+460.)*PR**((COEF-1.)/COEF)
  EFIC=0.77
  TR2=T2/C + PR2*W2/D
  CALL INTERP(PR2,TR2,PR,TR,Z,M,Z2,MA,K)
  IF(M.EQ.0) GO TO 50
  ZM=(Z1+Z2)/2.
  COCIE=(COEF-1.)/Z(COEF-0.77)
C CALCULO DE LA CABEZA POLITROPICA.
  CABPOL=(ZM+1544.)*((T1+460.)/(E*COCIE))**((P2/P1)**COCIE-1.)
C NUMERO DE ETAPAS REQUERIDAS.
  NP=CABPOL/CAHMAX*0.5
C PARA COMPRESORA 70M.
  VELOCIDAD REQUERIDA.
  VEL=4150.*SQRT(CABPOL/(10000.*NP))
C HP REQUERIDOS.
  GASHP=Q1*CABPOL/(0.77*33000.)
  PER=1.13*10.**(-5)*VEL**1.81
  HPTOT=GASHP+PEH
C TEMPERATURA DE DESCARGA.
  T2A=CABPOL/(ZM*(1544./E)*(COEF/(COEF-1.)))*0.77*(T1+460.)
C CALCULO DEL FLUJO DE DESCARGA.
  Q2=Q1*(P1/P2)**(T2/(T1+460.))**((Z2/Z1)
  PRINT 9,B,C,D,E,F,G,H,I,Z1,VOL,T2A,ZM,CABPOL,NE,VEL,GASHP,HPTOT,T2,Q2

```

```

C 0021009H:3
C 0021009H:4
C 0021009H:5
C 002100A:10
C 002100A:11
C 002100A:14
C 002100A:15
C 002100A:16
C 002100A:17
C 002100A:18
C 002100A:19
C 002100A:20
C 002100A:21
C 002100A:22
C 002100A:23
C 002100A:24
C 002100A:25
C 002100B:1
C 002100C:10
C 002100C:11
C 002100C:15
C 002100C:16
C 002100C:17
C 002100C:18
C 002100C:19
C 002100D:1
C 002100D:2
C 002100D:14
C 002100E:10
C 002100E:11
C 002100E:12
C 002100E:13
C 002100E:14
C 002100E:15
C 002100E:16
C 002100E:17
C 002100E:18
C 002100E:19
C 002100E:20
C 002100E:21
C 002100E:22
C 002100E:23
C 002100E:24
C 002100E:25
C 002100F:1
C 002100F:2
C 002100F:14
C 002100F:15
C 002100F:16
C 002100F:17
C 002100F:18
C 002100F:19
C 002100F:20
C 002100F:21
C 002100F:22
C 002100F:23
C 002100F:24
C 002100F:25
C 002100G:1
C 002100G:2
C 002100G:14
C 002100G:15
C 002100G:16
C 002100G:17
C 002100G:18
C 002100G:19
C 002100G:20
C 002100G:21
C 002100G:22
C 002100G:23
C 002100G:24
C 002100G:25
C 002100H:1
C 002100H:2
C 002100H:14
C 002100H:15
C 002100H:16
C 002100H:17
C 002100H:18
C 002100H:19
C 002100H:20
C 002100H:21
C 002100H:22
C 002100H:23
C 002100H:24
C 002100H:25
C 002100I:1
C 002100I:2
C 002100I:14
C 002100I:15
C 002100I:16
C 002100I:17
C 002100I:18
C 002100I:19
C 002100I:20
C 002100I:21
C 002100I:22
C 002100I:23
C 002100I:24
C 002100I:25
C 002100J:1
C 002100J:2
C 002100J:14
C 002100J:15
C 002100J:16
C 002100J:17
C 002100J:18
C 002100J:19
C 002100J:20
C 002100J:21
C 002100J:22
C 002100J:23
C 002100J:24
C 002100J:25
C 002100K:1
C 002100K:2
C 002100K:14
C 002100K:15
C 002100K:16
C 002100K:17
C 002100K:18
C 002100K:19
C 002100K:20
C 002100K:21
C 002100K:22
C 002100K:23
C 002100K:24
C 002100K:25

```

CENTRO DE CALULO DE OTRAS 15 0000 LONG

```

9 FORMAT(1H1,///,10X,"RESULTADOS DE LA COMPRESORA",///,10X,"GASTO",
135X,1PE11.4,2X,"MOLES/HORA",/,10X,
2"TEMPERATURA CRITICA DE LA MEZCLA",8X,1PE11.4,2X,"GRADOS RANKINE",
3/,10X,"PRESION CRITICA DE LA MEZCLA",12X,1PE11.4,2X,"PSIA",/,10X,
4"PESO MOLECULAR PROMEDIO",17X,1PE11.4,/,10X,
5"PESO MOLECULAR APARENTE DE LA MEZCLA",4X,1PE11.4,/,10X,
6"FLUJO DE ENTRADA",24X,1PE11.4,2X,"PIES CUBICOS POR MINUTO IDEALES
7"/,10X,
8"FACTOR DE COMPRESIBILIDAD",15X,1PE11.4,/,10X,
9"VOLUMEN ESPECIFICO",22X,1PE11.4,2X,"PIES CUBICOS POR LIBRA",/,10X,
1"TEMPERATURA DE SALIDA",19X,1PE11.4,2X,"GRADOS FARENHEIT",/,10X,
2"FACTOR DE COMPRESIBILIDAD PROMEDIO",6X,1PE11.4,/,10X,
3"CABEZA POLITROPICA",22X,1PE11.4,2X,"PIES",/,10X,
4"NUMERO DE ETAPAS REQUERIDAS",13X,1PE11.4,/,10X,
5"VELOCIDAD REQUERIDA",21X,1PE11.4,2X,"REVOLUCIONES POR MINUTO",/,1
60X,"CABALLOS DE FUERZA REQUERIDOS",11X,1PE11.4,2X,"HP",/,10X,
7"CAVALLOS DE FUERZA TOTALES",14X,1PE11.4,2X,"HP",/,10X,
8"TEMPERATURA APROXIMADA",18X,1PE11.4,2X,"GRADOS FARENHEIT",/,10X,
9"FLUJO DE SALIDA", 25X,1PE11.4,2X,"PIES CUBICOS POR MINUTO")
50 CALL EXIT
END

```



```
SUBROUTINE INTER(EED,EEDTAB,RETAB,M,RE,NOTAB)
CALL BUSCAR(EED,EEDTAB,I,IT,M,NOTAB)
DIMENSION EEDTAB(NOTAB),RETAB(NOTAB)
IF(M.EQ.0)GO TO 50
IF(IT.EQ.0)GO TO 6
4 RE=2(EEDTAB(I)+EED*RETAB(I)+RETAB(I+1)+EEDTAB(I+1))
GO TO 50
6 RF=RETAB(I)
50 RETURN
END
```

START OF SEGMENT 007

```
C 00710000:0
C 00710000:0
C 00710004:0
C 00710004:0
C 00710005:1
C 00710006:2
C 00710006:4
C 0071000F:1
C 00710011:2
C 00710011:5
```

SEGMENT 007 IS 001F LONG



CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO

FUNCTION Y(X1,X2,Y1,Y2,X)
Y=Y1+(Y2-Y1)/(X2-X1)*(X-X1)
RETURN
END

START OF SEGMENT 009
C 00910000:0
C 00910000:0
C 0001000315
C 00910004:2
SEGMENT 009 IS 0000 LONG

CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO

	START OF SEGMENT 00A
SUBROUTINE BUSCARIX,XX,I,IX,M,NOTAH)	C 00A:0000:0
DIMENSION XX(25)	C 00A:0000:0
I=1	C 00A:0000:0
9 IF(X-XX(I))1,2,3	C 00A:0000:4
1 IF(I=1)4,4,4	C 00A:0005:2
4 PRINT 5,X,XX(I)	C 00A:0006:3
5 FORMAT(//,10X,"ERROR, FUERA DE RANGO",2X,1PE14,7,2X,"LIMITE #",1PE	C 00A:0010:2
114,7,3X,"EL NUMERO ES INFERIOR AL LIMITE")	C 00A:0010:2
M=0	C 00A:0010:2
GO TO 50	C 00A:0011:0
6 I=I-1	C 00A:0011:3
IX=0	C 00A:0012:5
M=1	C 00A:0013:3
GO TO 50	C 00A:0014:1
2 IX=1	C 00A:0014:4
M=1	C 00A:0015:2
GO TO 50	C 00A:0016:0
3 IF(I=NOTAH)7,8,8	C 00A:0016:3
7 I=I+1	C 00A:0017:5
GO TO 9	C 00A:0019:1
8 PRINT 20,X,XX(I)	C 00A:0019:4
20 FORMAT(//,10X,"ERROR, FUERA DE RANGO",2X,1PE14,7,2X,"LIMITE #",1PE	C 00A:0023:2
114,7,3X,"EL NUMERO ES SUPERIOR AL LIMITE")	C 00A:0023:2
M=0	C 00A:0023:2
50 RETURN	C 00A:0024:0
END	C 00A:0024:3

FORMAT SEGMENT 009 IS 003A LONG.

SEGMENT 00A IS 0034 LONG

CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO

RESULTADOS DE LA COMPRESORA

GASTO	2.3780E+03	MOLES/HORA
TEMPERATURA CRITICA DE LA MEZCLA	6.6664E+02	GRADOS RANKINE
PRESION CRITICA DE LA MEZCLA	6.1684E+02	PSIA
PESO MOLECULAR PROMEDIO	1.6637E+01	
PESO MOLECULAR APARENTE DE LA MEZCLA	4.4231E+01	
FLUJO DE ENTRADA	1.0314E+04	PIES CUBICOS POR MINUTO IDEALES
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	9.7082E-01	
VOLUMEN ESPECIFICO	5.8836E+00	PIES CUBICOS POR LIBRA
TEMPERATURA DE SALIDA	6.4202E+02	GRADOS FARENHAIT
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD PROMEDIO	9.4574E-01	
CABEZA POLITROPICA	3.0183E+04	PIES
NUMERO DE ETAPAS REQUERIDAS	4.0000E+00	
VELOCIDAD REQUERIDA	3.6049E+03	REVOLUCIONES POR MINUTO
CABALLOS DE FUERZA REQUERIDOS	1.2251E+04	HP
CABALLOS DE FUERZA TOTALES	1.2282E+04	HP
TEMPERATURA APROXIMADA	6.0615E+02	GRADOS FARENHAIT
FLUJO DE SALIDA	2.3715E+03	PIES CUBICOS POR MINUTO

CENTRO DE SERVICIO DE COMPUTO