

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



## “SISTEMAS DE REFERENCIA Y PARAMETROS DE INTEGRACION DE PRIMER ORDEN EN LA FISICA Y LA QUIMICA MODERNAS”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
ANTONIO MARTIN RUIZ MARISCAL

México, D. F.

1980



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.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

~~A MI MADRE Y HERMANAS~~

A MI TIO ERNESTO

Y A TODOS AQUELLOS QUE VIVOS O  
EN RECUERDO YA SOLAMENTE, HAN  
TENIDO Y TIENEN, MI CARIÑO Y  
GRATITUD.

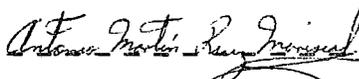
Jurado asignado  
originalmente  
según el tema:

PRESIDENTE: EDUARDO ROJO Y DE REGIL  
VOCAL: SANTOS SOBERON SALGUEIRO  
SECRETARIO: EUGENIO ROLDAN PARRODI  
1er. SUPLENTE: EMIKO E. MIYASAKO KOBASHI  
2do. SUPLENTE: MA. EUGENIA FIGUEROA ROSAS

Sitio donde se desarrolló el tema: FACULTAD DE QUIMICA.

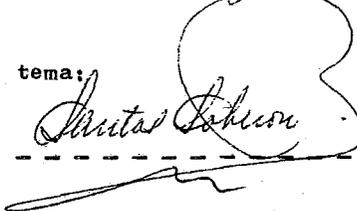
Nombre completo y firma del sustentante:

ANTONIO MARTIN RUIZ MARISCAL



Nombre completo y firma del asesor del tema:

SANTOS SOBERON SALGUEIRO



-----



DEPTO. DE PASANTES Y  
EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

# I N D I C E

CAPITULO:	PAGINA
Introducción.....	4
I.- El Orden.....	8
II.- Integración, Simplificación y Unicidad.....	19
III.- Tiempo y Cronología.....	34
IV.- Símbolos y Notaciones.....	44
V.- Falacias en Química.....	54
VI.- Modelos Previos.....	66
VII.- Modelo Actual.....	82
Conclusiones.....	95
Bibliografía.....	100

INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

TABLA NO.:	TITULO	PAGINA	FUENTE
1	Historia del Universo	22-24	Scientific American April, 1980 p. 127.
2	Fórmula de Bode	63	Scientific American April, 1965 p. 114.
3	Ciclos	68-69	Enciclopedia Espasa 1933, passim.
4	Supernovas en la Historia	75	Scientific American June, 1976 p. 103.
5	Principales formas de Energía en el Universo	80	Scientific American September, 1971, p. 80

-----

GRAFICA NO.:

1	Precisión en la Medición del Tiempo o el Avance de la Ciencia.	40	Whitrow, G.: The Nature of Time, 1975, p. 74.
---	--	----	---

-----

FIGURAS ESPECIALES NO.:

5	Interrelación de los Estándares de Medida	39	Scientific American June, 1968 p. 62.
15	Unificación de la Física	67	Scientific American February, 1978, p. 126.

"Lo que nosotros somos, sólo es en parte nuestra propia hechura, la mayor parte de nosotros nos ha venido del pasado. Lo que sabemos y lo que pensamos no es, una nueva fuente que brota fresca de la estéril roca de lo desconocido al golpe - del bastón de nuestro intelecto; es un arroyo, que fluye por nosotros, y a través de nosotros, alimentado por los lejanos riachuelos de hace mucho. Así como lo que pensamos y decimos hoy, se mezclará conformando los pensamientos de los hombres que vendrán en el futuro, así, en las opiniones y visiones - que nos enorgullecemos hoy de sostener, nosotros podemos, - simplemente mirando hacia atrás, trazar la influencia de los pensamientos de aquellos que nos han precedido".

- Sir Michael Foster (1)

(1) Dibner Bern: Heralds of Science, MIT, 1969 p. 43.

## I N T R O D U C C I O N

Una de las nociones o ideas que más amplia difusión tiene en nuestro mundo actual, es la de la necesidad que tiene el hombre de desarrollarse de la manera más amplia posible, buscando la realización de sus ideas, anhelos, deseos e inquietudes. Sin embargo, debido al ritmo tan acelerado de la vida moderna, así como a la relativa complejidad de esta misma, nos encontramos con una gran cantidad de individuos centrados o abocados en una sola actividad, personas que han tenido que dejar a un lado la posible realización de algún anhelo, como pudiera ser una habilidad musical o de cualquier otra índole, para poder, según ellas, desempeñar mejor la actividad o trabajo que consideraron más importante en sus vidas.

Sin dejar de admitir algo de verdad en la postura descrita, también es cierto que vemos cada vez más y más personas incapaces de ver un poco más allá, de ellas mismas; personas, que pueden ser profesionales o no, pero que a final de cuentas se sienten desolados en el momento de enfrentar alguna situación nueva o bien, al tener que entrar a alguna otra esfera de actividad. Simplemente no pueden hacerlo, o lo que es lo mismo en el nivel práctico, sienten que no pueden hacerlo.

Creo que una de las razones por las cuales no vemos muchas veces más allá de un cierto punto muy próximo, es por no tratar de entender cuál o cuáles son las ideas fundamentales, o de más grande alcance, que mueven el desarrollo de --

nuestra civilización, y dentro de ésta, el desenvolvimiento de la ciencia.

Por todo lo anterior, he elaborado este trabajo de tesis sobre los "Sistemas de referencia y parámetros de integración de Primer Orden en la Física y la Química modernas", o lo que es lo mismo, la "idea del orden en la ciencia y su aplicación en la Química".

Desde que el hombre ha tratado de entender o comprender la naturaleza de los fenómenos que se desenvuelven ante él, se ha visto, por una parte, asustado en un principio por la aparente dificultad o complejidad de éstos y por otra, casi siempre posterior a la primera, maravillado ante la belleza que presenta la armonía del universo. Descubrir esta armonía u orden ha sido un proceso largo y en el que se han visto realizadas las vidas de muchas mujeres y hombres, a lo largo de todo el mundo y en el curso de toda la Historia. Así pues, como objetivos de esta tesis tenemos los siguientes:

1.- Tratar de ver la influencia de los eventos en las ideas y de las ideas en los eventos. En este caso en particular, de la idea del orden en la ciencia. Trataré el orden como el reflejo de la armonía que el universo sigue en sus formas, o bien, la naturaleza en sus manifestaciones.

2.- Hacer resaltar la importancia de varios conceptos y aspectos: tiempo, símbolos, modelos, que muchas veces manejamos sin una clara comprensión de su valor. Debido a esta falta de comprensión se incurre en muchos errores, algunos de los cuales mostraré.

3.- Hacer ver la interrelación que existe entre las --  
diversas áreas del conocimiento humano.

Desde que empezamos a estudiar en la escuela primaria -  
lo que era una ciencia, o bien de manera más general, la ma-  
nera en la que se agrupaba el conocimiento: ciencias, artes,  
técnicas, se nos hizo ver como es que las diferentes partes  
se complementaban. Así es como en el todo que es la Ingenie-  
ría Química, tengo partes como la Física, las Matemáticas, --  
la Química, etc.. Sin embargo, hasta donde es posible se fue  
estudiando cada área por separado. Pues bien, aquí en este -  
trabajo me valdré hasta donde me sea posible, de información  
tomada del mayor número posible de campos, buscando mostrar  
la unidad y singularidad del todo.

En una síntesis de los tres objetivos anteriores, espero  
que al final de este trabajo se haya logrado mostrar un pano-  
rama que pueda servir como base a una mejor comprensión de ese  
maravilloso proceso que ha sido la integración de los diferen-  
tes y muy variados elementos que constituyen el desarrollo de  
la ciencia, como parte a su vez de la historia del hombre.

Esta comprensión, es de esperarse, se constituirá en una  
herramienta, que claro está, dependiendo de la habilidad de -  
cada profesional para manejarla, le ayudará a enfrentar los -  
variados problemas que se le presenten al desarrollar, en for-  
ma particular, su actividad profesional; en forma general, to-  
do aquello que lo lleve a ser el hombre o mujer que su mente

y su corazón le digan que debe ser.

## C A P I T U L O I

### EL ORDEN

"... nam et ordinem sic definiunt: compositionem rerum aptis et accommodatis locis; locum autem actionis opportunitatem temporis esse dicunt..."

#### Cicerón (2)

"Que el hombre contemple la totalidad de la naturaleza en su misterio completo y grandioso, y aparte la vista de los objetos insignificantes que le rodean; que dirija la mirada a esa luz brillante, colocada como lámpara eterna para iluminar el universo; que la tierra se le aparezca un mero punto de comparación con el vasto círculo que describe el sol, y que se maraville del hecho de que este inmenso círculo no sea más que un punto diminuto comparado con el que describen las estrellas en su revolución alrededor del firmamento. Pero si nuestra visión se detiene ahí, dejemos que nuestra imaginación vaya más lejos; antes agotará su capacidad de concebir que la naturaleza su poder de suministrar material para la concepción. Todo el mundo visible no es más que un átomo imperceptible en el grandioso seno de la naturaleza. No hay idea que se le aproxime. Podemos ampliar nuestra concepción más allá de todo el espacio imaginable; sólo producimos átomos en comparación con la realidad de las cosas. Es una esfera infinita cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna..."

(2)"...porque al orden le definen: colocación de las cosas en sus lugares propios y correspondientes, y a estos lugares de

Estas palabras escritas por Pascál (3, 4), hace más de trescientos años siguen teniendo validez hoy en día, y esto en gran parte, por la continuidad que el hombre ha mostrado en su afán por entender el universo que le rodea.

Parece ser por los últimos descubrimientos en el campo, que tal vez sean alrededor de tres millones de años (5) lo que los hombres, más o menos como tales, han existido en este planeta y ciertamente no son más de dos centésimas partes de ese tiempo (60 000 años) (6), lo que la forma de vida llamada civilización lleva como tal. Sin embargo, en ese intervalo, pequeño comparado con la eternidad, enorme comparado con la duración de la vida humana, el hombre se ha manifestado de tantas y en tantas formas, que la comprensión de lo que ha hecho y del por qué de ello se ha vuelto un mundo más que explorar.

Trataremos de ver, dentro de ese mundo, en este trabajo.

Partiremos de lo que definimos como "orden".

Sin ahondar demasiado en todas sus acepciones, básicamente diremos que al referirnos a un orden, lo hacemos siempre en base a dos conceptos: espacio y tiempo. De modo que según estén las cosas en cuanto a su situación y a su sucesión, tendremos lo que denominamos orden.

las acciones llaman tiempo oportuno..." Cicerón y Séneca: Tratados Morales; Los Oficios, XL. Clásicos Jackson, v.24.1966  
Cicero: De Officiis. Loeb Classical Library, No. 30, 1968, p. 144.

(3)Pascál B.:Pensées; Penguin Books. 1966, XV, 199, p.89

(4)Whitrow G.J.: La Estructura del Universo. F.C.E.Brev. No.61 1966, p.7.

(5)Leakey Richard: "Skull 1470". Nat. Geo. Mag. May, 1973 - p. 818-829

Al tratar el hombre de entender el universo que le rodea ba, los diversos fenómenos que se manifestaban ante sus ojos, se dió cuenta, como Pascal nos lo manifiesta, de la incapaci dad de concebirlo, de abarcarlo, todo. Esta incapacidad de ver todo el conjunto, en un solo instante, capacidad que sólo atribuimos a Dios, hizo que el hombre tuviese que desarrollar alguna metodología, algún camino que lo llevase, aunque fuese en pequeños y difíciles pasos, a comprender algo del universo.

Entre los pasos que se dieron, estuvo, como es lógico de entender, el dividir el todo en partes pequeñas, que lo hicie sen más comprensible o abarcable. Desarrollamos así cosas co mo las artes, las ciencias, los sistemas teológicos, los sis temas filosóficos, todos ellos encaminados a permitir al hom bre en general avanzar de alguna manera en su camino, hacién dolo ver la razón y forma en que las cosas se presentaban u - ocurrían ante él.

Entender por partes, es como hemos tratado de hacerlo, pero siempre buscando integrar esas partes para obtener una descripción total. Una vez que hemos integrado algo, hemos - tratado de aplicarlo a otra porción del universo. Esto ha - producido dos actitudes, ninguna de las cuales podemos juzgar ni del todo positiva, ni del todo negativa.

La primera de estas actitudes ha sido la de querer que el universo se comporte tal y como pensamos, o tal y como al-

(6) Hawkes Jacquetta; The Atlas of Early Man. MacMillan, 1977 p.7 La cifra que se maneja aquí es 35 000 a 40 000 años.

guien pensó. Así fue como hubo muchos hombres que durante mucho tiempo aceptaron lo que decía Aristóteles, simplemente porque él lo decía, independientemente de lo que ellos veían a su alrededor. O bien, teníamos a Galeno, sobre el cual alguien dijo "que no era Galeno el que explicaba el cuerpo humano, sino el cuerpo humano a Galeno" (7).

La segunda actitud es la que según entendemos, tenemos ahora tratando de ver el universo tal y como es, buscando en base a lo observado el definir cómo y en base a que principios o modelos funciona el universo.

En resumen, o vemos el universo de nosotros hacia él, o de él hacia nosotros.

Figura No. 1:



He dicho que ambas actitudes tienen su punto a favor y su punto en contra, y esto lo digo basándome en el hecho de que ambas actitudes aún coexisten hoy. Una vez que hemos establecido algo, este algo se vuelve base o autoridad para lo que sigue. Así pues, aunque muchos pretendan opinar "según su propio ser", son más los que opinan en base a la autoridad de otros, cosa que no es negativa si no se cae en la ceguera antes ejemplificada con Galeno.

(7) Singer Charles & Rabin C.: A Prelude to Science 1946, - passim.

Galileo decía que "el humilde razonamiento de un individuo vale más que la autoridad de mil" (8); esto es cierto, - como también lo es el que hay quien parece razonar mejor o simplemente ver mejor. Ver no es fácil, Herschel lo señaló - al decir que "ver es en ciertos aspectos, un arte que tiene que aprenderse" (9).

Y el gran problema es que muchos individuos, como sistemas que tienden al equilibrio, llegan más temprano o más tarde a creer que ya saben cómo es el universo, cómo es la vida, qué ideas son las que la rigen, etc. Ya no buscan comprender, ya no pueden comprender o ya se creen en su nivel autoridad.

Por cierto que no quisiera seguir sin reivindicar un poco a Aristóteles, ya que con otro tipo de ceguera es con la que usamos muchas veces el ejemplo de su autoridad en la historia de la ciencia, sin acordarnos que él fue también el que dijo que "todos los hombres, por naturaleza, desean saber" - (10, 11), y que por este deseo él buscó el conocimiento en diversas esferas. Si se hubiera seguido su ejemplo de "desear saber", habrían puesto en duda, ampliado y modificado sus afirmaciones en lugar de aceptarlas como juicios definitivos.

(8) Misner Charles W.: Gravitation. W.H. Freeman, 1973 passim p.38.

(9) Whitrow, G.J.: La Estructura del Universo, FCE, Brev. No. 61 p.11

(10) Greene Jay E.: 100 Grandes Científicos, Diana, 1969, p.19

(11) Aristóteles: Metafísica Espasa-Calpe, 1975, p.11

Y si no en otras cosas, al menos en el ejemplo que dio y lo que el mismo significa en la búsqueda del hombre por entender el universo, sigue siendo válido aquello que Dante menciona en la Divina Comedia al referirse a Aristóteles: "vidi il maestro di color chi sanno" (12, 13, 14).

En los siguientes capítulos trataré de mostrar algunas características o facetas que ha presentado la estructuración de nuestra concepción de cómo es el universo. Trataré de hacer ver cómo hemos aplicado la idea del orden en la ciencia; qué hemos logrado con ello y, cómo es que hemos adquirido la idea o simplemente aprendido, que la naturaleza trabaja sobre el principio de la simplicidad, siguiendo un cierto modelo, estableciéndose relaciones simples en todas sus partes.

Estoy seguro de que no faltará quien diga que todo esto es bastante subjetivo o filosófico, en comparación con lo que se esperaría en una tesis sobre Química o Ingeniería Química y sin embargo, nos encontramos frecuentemente con que se nos dice que necesitamos ideas, comprensión del todo, etc., para poder llevar adelante el desarrollo de un experimento o de un proceso, la resolución de un problema, la búsqueda de algo diferente. No podemos pues de ninguna forma desligar las ideas de los hechos, pues ambos se complementan. Ingeniero o Químico sin ideas, se vuelven meros calculistas o laboratoristas, meros autómatas sin posibilidad de desarrollo.

(12) "Vé al maestro de aquellos que saben".

(13) Dante: Divina Comedia. Inf. IV, 131 Clásicos Jackson v.31 1966.

(14) Diccionario Hispano Universal Tomo II, W.M.Jackson, Inc. 1956, p. 1039

Además, aún cuando se pretenda separar lo subjetivo de lo objetivo, la teoría de la práctica, las ideas de los hechos, si algo se puede aprender analizando lo que ha realizado el hombre en su historia, es, que lo que mejor funciona, pues es lo más concordante con la unidad que es el hombre, es el tratar de integrar idea y hecho, subjetivo y objetivo, teoría y práctica.

Citaré a continuación un ejemplo bastante famoso, sobre como es que es una falacia el decir que estoy actuando solamente subjetiva u objetivamente en un momento dado...

"... en lo concerniente a las características cualitativas del cerebro, las primeras investigaciones de Bean han -- concentrado la atención en las posibles diferencias entre -- negros y blancos. En una serie de estudios Bean llegó a la conclusión de que la zona frontal del cerebro aparecía menos bien desarrollada. Creía que esta diferencia guardaba cierto paralelismo con el "hecho conocido" de que el negro es inferior en las funciones intelectuales más altas y superior en las que tienen que ver con el ritmo y sentido de la percepción.

Otra diferencia importante radica en la profundidad de las circunvoluciones de la corteza, pues las del negro eran mucho más superficiales y más "de tipo infantil" que las del blanco. Había también diferencias en la forma del "corpus callosum" que une los dos hemisferios del cerebro, y en el lóbulo temporal, pero no se consideró que tales diferencias tuviesen un significado psicológico directo. Ocurrió que ta-

les estudios se realizaron en la Universidad de John Hopkins, de la cual era director el profesor Mall, jefe del Departamento de Anatomía. Mall por el motivo que fuere, sentía alguna incertidumbre acerca de los resultados de Bean y repitió todo el estudio sobre la misma colección de cerebros en que Bean había trabajado, sin embargo tomó la precaución de comparar los cerebros sin saber previamente cuales eran de negros y cuales de blancos. Cuando él y sus colaboradores colocaron en un grupo los cerebros que tenían circunvoluciones profundas y en otro los que tenían circunvoluciones superficiales, encontraron exactamente la misma proporción de cerebros negros y blancos en los dos grupos. Cuando además, midieron el tamaño de los lóbulos frontales y posteriores en los dos grupos de cerebros, no encontraron diferencia alguna en su extensión relativa. En consecuencia Mall llegó a la conclusión de que los descubrimientos de Bean no estaban basados en los hechos y por lo tanto no había quedado demostrado que los cerebros de los negros difiriesen en cualquier forma esencial de los de los blancos. Incidentalmente, estos dos estudios constituyen un ejemplo significativo de los estereotipos y de la "predisposición mental" para determinar lo que verá uno en determinadas situaciones.

Es indudable que Bean fue sincero en su creencia de que había observado esas diferencias entre los dos grupos de cerebros. Sin embargo, parece evidente que a causa de que esperaba encontrar signos de inferioridad en el negro, y de su cono-

cimiento del origen de los cerebros que estaba examinando, - en realidad "vio" diferencias que no existían. Sea como -- fuere, el estudio más cuidadosamente controlado que hizo Mall confirma la falacia de la suposición popular de que uno puede reconocer un cerebro de negro por la presencia de ciertas inferioridades definidas..." (15, 16, 17).

Es un ejemplo dado en el área de anatomía, y sin embargo sería difícil dudar de que cosas similares se den en otras - ciencias. En todo lo que se trate, buscando mostrar la unidad que existe en la ciencia y en sí en el saber, daré ejemplos tomados de varias esferas del saber humano y esto, además de para dar una visión más amplia de lo que es la ciencia, sus - interrelaciones, su complementación, para transmitir lo que es sin duda una lección útil y que se nos trata de dar a lo largo de la carrera: "cuando enfrentemos un problema, lo -- primero es no cerrar nosotros mismos los caminos que nos puedan llevar a la solución. Si existen mil alternativas, considerar en principio todas, sin importar que muchas parezcan - carecer de sentido. Conforme avancemos en la búsqueda de la solución, utilizando la lógica, el sentido común, la intuición o la ciencia, no siendo ésta última muchas veces más que la -

(15) Klineberg, Otto: *Psicología Social*, FCE, 1969, p. 288-289.

(16) Bean R.B.: "Some Racial Peculiarities of the Negro Brain" *Amer. J. Anat.* 1906, 5; pp. 353-432.

(17) Mall, F.P.: *On Several Anatomical Characters of the Human Brain.* *Amer. J. Anat.* 1909, 9. pp. 1-32.

experiencia desarrollada, iremos encontrando la mejor alternativa".

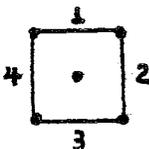
Un ejemplo sencillo de como es que nos cerramos muchas veces nosotros mismos la solución o comprensión de algo está dada en aquel problema de pasar cuatro líneas rectas por cinco puntos sin despegar el lápiz:

Figura No. 2;



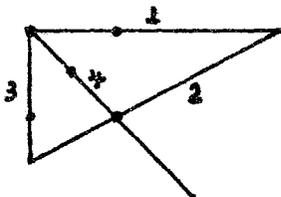
La mayoría de las personas tratan de solucionarlo trazando las líneas dentro de un límite "por ellas mismas establecido", constituido por el cuadrado que forman cuatro de los puntos:

Figura No. 3



La solución es:

Figura No. 4:



La solución nos muestra como fue que saliéndonos del límite imaginado, fue como solucionamos el problema.

Es mi esperanza que el mostrar algunos de los aspectos más relevantes que presenta la idea del orden en la ciencia, contribuya a hacer ver como entender las cosas desde otra perspectiva más amplia puede ayudarnos a enfrentar muchos problemas en nuestra vida, profesional o no.

(18) Protágoras decía que "el hombre es la medida de todas las cosas". Y si no lo es, al menos como hombres que somos tenemos que creerlo para seguir adelante en nuestra lucha por arrancar sus secretos a la naturaleza. En esta lucha, la integración de las ideas con los hechos será siempre un elemento poderoso.

(18) Dilthey Wilhelm: Historia de la Filosofía. FCE, Brev. No. 50, p.40. La frase completa es: "El hombre es la medida de todas las cosas, de las que son en cuanto que son, de las que no son en cuanto que no son". 3a ed. 1967  
Clark, Kenneth: Civilization: a personal view. J. Murray, 1971, p. 89

C A P I T U L O      I I  
INTEGRACION, SIMPLIFICACION Y UNICIDAD

"Natura simplicitatem amat"

Kepler (19)

"Pues, después de todo, ¿qué es el hombre en la naturaleza?. La nada comparado con el infinito, el todo comparado con la nada, un punto medio entre todo y nada, infinitamente remoto de un entendimiento de sus extremos; el fin de las cosas y sus principios están inasequiblemente escondidos de él en un secreto impenetrable. Igualmente incapaz de ver la nada de la que emerge y el infinito en el que está sumergido". (20).

Aunque sin duda hay veces en la vida de todas las personas en las que podemos sentir algo similar a lo que Pascal nos decía, también es cierto que al menos en parte creemos entender cuáles son algunos de los principios que parecen regular el universo. Estos principios reflejan el orden que siguen las cosas, la majestuosa combinación, integración y armonía de las partes. La concepción de este orden está basada en una misma serie de principios constantes, si no en el sentido de ser los mismos siempre, si al menos en ser lo mismo en su forma de cambiar.

Aunque el fenómeno de la vida en este planeta lleve tal vez tres mil millones de años (21), hoy no pensamos que la -

(19) "La naturaleza ama la simplicidad". Bronowski J. & Mazlish B.: The Western Intellectual Tradition. Harper, 1975, p. 117.

(20) Pascal B. Pensées Penguin, 1966, XV, 199 p.90.

(21) Sadil, Josef: Our Planet Earth from the Beginning, Hamlyn, 1971, p. 16

vida se siga creando en los océanos igual que en el precámbrico, simplemente porque no creemos que las condiciones sean las mismas ahora que entonces.

Podemos suponer así, que aunque la química sea la química, es posible que en otras épocas las condiciones hiciesen factible una serie de reacciones que ahora sólo podemos imaginar. Pero, como ya he dicho, aún analizando la posibilidad de estas condiciones diferentes, creemos que ciertos principios se han mantenido aunque son principios de cambio, no constantes estáticas.

Si recordamos uno de los ejemplos clásicos en el desarrollo de esta concepción de los principios que se siguen en el orden en el universo y cuya lección es que el principio que mejor trabaja es el más simple, tenemos que:

... " cuando los hombres empezaron a preguntarse, bajo una nueva perspectiva (siglo XVIII-XIX) qué edad tenía el hombre, los animales, la tierra en la que ambos habitaban, se tuvo en un principio una idea basada en la tradición. Esta tradición se fundamentaba en la palabra de la Biblia. Se elaboraron cronologías según las edades bíblicas, estableciéndose "más allá de toda duda", que el hombre fue creado por la Santísima Trinidad el 23 de octubre del 4004 antes de Cristo (a las nueve de la mañana). Aunque fue un trabajo ciertamente arduo el que Ussher y otros realizaron (22) para llegar a esta increíble precisión, su trabajo se vio en muy poco tiempo refutado

(22)Ussher J.: Annales Veteris et Novi Testamenti Oxford, 1650

por las pruebas.

Tras de las tres leyes básicas en la Estratigrafía establecidas por Nicolás Steno (23), Arduino y Lehman clasificarían las rocas sedimentarias; Guettard y Werner demostrarían la secuencia en los estratos, para que Smith ("estratos Smith" le llamaban, no se si sus amigos o sus enemigos) hiciese por fin una cronología detallada de éstos (24). Estos trabajos -- aunados al descubrimiento de fósiles, en el cual entraron tanto hombres, -- Schenckzer, St. Fond, -- como mujeres, -- Mantell y Mary Anning de Lyme Regis --, por no citar muchos otros, -- harían que se dudase sobre la verdadera edad de la tierra -- (25, 26) y los seres que en ella habitan. Buffón propondría una edad mayor que la bíblica (27), razón por la que fue perseguido hasta que se retractó; Lamarck y Cuvier (28, 29) -- elaborarían teorías para explicar los seres que se descubrían a cada día en los yacimientos de Europa. Entre estas teorías recordaremos que la de Cuvier se refería a la presencia en -- la historia de una serie de cataclismos. Cuando se encontraron los primeros fósiles identificables como de especies de animales extintos a la fecha, se formuló la explicación de que pertenecían a los seres que habían existido antes del diluvio -- universal; de ahí lo de animales antediluvianos. Sin embargo,

(23) Steno, N.: De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodomus, Florentiae, 1669, 4to.

(24) Smith, W.: Strata Identified by Organized Fossils, London, 1816, 1817, 1819, 4to. 4 parts.

(25) Kurten Björn: Introducción a la Paleontología. B.H.A. McGraw-Hill, 28, 1968, p. 20 ss.

(26) Silverberg, Robert: El Hombre antes de Adán, Diana, 1964, passim

Tabla No. 1.-: Historia del Universo.

TIEMPO COSMICO	EPOCA	EVENTO	OCURRIÓ HACE:
0	Singularidad	Gran Explosión	$20 \times 10^9$ años
$10^{-43}$ segundos	Tiempo de Planck	Creación de partículas	$20 \times 10^9$ años
$10^{-6}$ segundos	Era Hadrónica	Aniquilación de partes protón antiprotón	$20 \times 10^9$ años
1 segundo	Era Leptónica	Aniquilación de partes electrón-positrón	$20 \times 10^9$ años
1 minuto	Era de Radiación	Síntesis de núcleos de helio y deuterio	$20 \times 10^9$ años
1 semana	-----	Terminalización de la radiación anterior a esta época.	$20 \times 10^9$ años
10 000 años	Era de la Materia	El universo se ve dominado por la materia.	$20 \times 10^9$ años
300 000 años	Era de Desacoplamiento.	El universo se vuelve transparente.	$19\,9997 \times 10^9$ años
1 - $2 \times 10^9$ años	-----	Comienzan a formarse las galaxias.	$18-19 \times 10^9$ años
$3 \times 10^9$ años	-----	Comienzan a agruparse las galaxias.	$17 \times 10^9$ años
$4 \times 10^9$ años	-----	Colapso de nuestra proto-galaxia	$16 \times 10^9$ años
$4.1 \times 10^9$ años	-----	Se forman las primeras estrellas.	$15.9 \times 10^9$ años
$5 \times 10^9$ años	-----	Nacimiento de los quasares. Se forma la población II de estrellas.	$15 \times 10^9$ años

(27) Buffón, G.L.C.: Histoire Naturelle, ... Paris, 1749-85, 33 vols, passim.

TIEMPO COSMICO	EPOCA	EVENTO	OCURRIO HACE:
$10 \times 10^9$ años	-----	Se forma la población I de estrellas.	$10 \times 10^9$ años
$15.2 \times 10^9$ años	-----	Nuestra nube estelar progenitora se forma	$4.8 \times 10^9$ años
$15.3 \times 10^9$ años	-----	Colapso de la nebulosa protosolar.	$4.7 \times 10^9$ años
$15.4 \times 10^9$ años	-----	Se forman los planetas. Se solidifica la roca.	$4.6 \times 10^9$ años
$15.7 \times 10^9$ años	-----	Intensa formación de cráteres en los planetas	$4.3 \times 10^9$ años
$16.1 \times 10^9$ años	Era Arquezoica	Se forman las rocas terrestres más antiguas.	$3.9 \times 10^9$ años
$17 \times 10^9$ años	-----	Vida microscópica. Formas.	$3 \times 10^9$ años
$18 \times 10^9$ años	Era Proterozoica	Se desarrolla una atmósfera rica en oxígeno	$2 \times 10^9$ años
$19 \times 10^9$ años	-----	Formas de vida macroscópica	$1 \times 10^9$ años
$19.4 \times 10^9$ años	Era Paleozoica	Registro Fósil más antiguo	$600 \times 10^6$ años
$19.55 \times 10^9$ años	-----	Primeros Peces	$450 \times 10^6$ años
$19.6 \times 10^9$ años	-----	Primeras plantas terrestres	$400 \times 10^6$ años
$19.7 \times 10^9$ años	-----	Helechos, coníferas.	$300 \times 10^6$ años
$19.8 \times 10^9$ años	Era Mesozoica	Primeros Mamíferos	$200 \times 10^6$ años
$19.85 \times 10^9$ años	-----	Primeras aves	$150 \times 10^6$ años

TIEMPO COSMICO	EPOCA	EVENTO	OCURRIO HACE:
$19.94 \times 10^9$ años	Era Cenozoica	Primeros Primates	$60 \times 10^6$ años
$19.95 \times 10^9$ años	-----	Aumento de mamíferos	$50 \times 10^6$ años
$20 \times 10^9$ años	-----	Homo Sapiens	$1 \times 10^5$ años.

- (28) Lamarck J.: Systeme des Animaux,... Paris, 1801 8vo. passim.  
 (29) Cuvier, G.: Le Règne Animal... Paris, 1817, 8vo, 4 vols., passim.

se llegó a tal acumulación de especies extintas reconocibles, a lo largo de tantos estratos, que se vió la necesidad de suponer más de un diluvio o cataclismo, esto a fin de conciliar los hechos con la cronología bíblica. Cada día se necesitaba un nuevo cataclismo, volviéndose las cosas más confusas o complicadas. Hasta que a alguien se le ocurrió una idea o explicación sencilla, hermosa y verdadera hasta donde sabemos. ¿Por qué no decir simplemente, nos diría Charles Lyell (30), que las mismas causas, las mismas fuerzas que vemos operar hoy en día en la naturaleza, han sido las que han estado trabajando antes?. Lo único que se necesitaba para aceptar esto era suponer una edad mayor a la tierra y los seres que la pueblan de lo que antes se pensaba. Idea por demás simple y que sin seguir más adelante sabemos que triunfó".

En base a esta explicación sencilla se pudo hacer que una tremenda cantidad de datos tomasen su lugar en el cuadro de la ciencia.

Sí, las mismas fuerzas o fenómenos, erosión, mareas, glaciales, antes y ahora. Esta visión del orden en el universo, como ya he dicho, se extendería a todas las áreas del saber. Uniformitarianismo algunos le llaman por ponerle un nombre.

Esta misma noción "uniformitarianismo" la tenemos por ejemplo en el desarrollo de la teoría de la evolución. Para

(30)Lyell, C.: Principles of Geology. London, 1830-3 vols. 8vo. pas.

entender como se habían desarrollado las especies hasta alcanzar la variedad y formas que presentan en la actualidad, no se trataba de suponer una o más creaciones cada cierto intervalo de tiempo, sino un proceso único, ordenado, sujeto a las mismas fuerzas de cambio. Esta concepción integrada a la de un intervalo de tiempo lo suficientemente largo para justificar los cambios observados daba una explicación sencilla, simple y armoniosa de los hechos. Aún así como con todas las ideas revolucionadoras del pensamiento humano se tendría que luchar por su aceptación. Por cierto que Darwin tuvo suerte en encontrar hombres luchadores como Hooker y Huxley, sobre todo éste último, sin cuya lucha el principio de la evolución difícilmente se aceptaría hoy en día.

En campos como la física y la química tendríamos la misma idea o noción de como funciona la naturaleza, manifiesta, por ejemplo, en el análisis de la composición ya sea de las estrellas, de los planetas o de los seres vivos. Para entender como era que se presentaban las cantidades de elementos y compuestos observables, sobre todo si se supone que se parte de una serie de átomos ligeros (hidrógeno), hasta llegar por una serie de reacciones, que pueden tomar mucho tiempo, a compuestos o moléculas más y más complejas, más y más pesadas, lo único que se necesitaba entender es el principio o principios que regulan las reacciones químicas y asignar el intervalo de tiempo adecuado para que se presenten las necesarias de estas (reacciones) que den por resultado la composición de las dife-

rentes partes del universo que observamos.

Aún en campos como la sociología o la antropología, -- para entender como se ha llegado a producir la aparente complejidad y variedad en las organizaciones humanas, familia, comunidad, ciudades, sólo es necesario pensar que se trata de una misma serie de motivaciones, deseo de alcanzar la felicidad, egoísmo, aversión al dolor (31, 32), por mencionar al gún ejemplo, pero trabajando constantemente, a lo largo de un razonable período.

Si alguien tratase de entender cómo es que ahora hay en la tierra más de 5 000 millones de seres humanos, no tendría sino que suponer el mismo proceso de reproducción observado ahora (Malthus diría que sujeto a un freno preventivo o natural 33), pero operando a lo largo de varios miles de años.

Una noción simple de cómo está ordenado el universo, y sin embargo tardó mucho en alcanzarse, y nunca hay garantía de que no se cambie el día de mañana por otra mejor, pues tal es la naturaleza del progreso, tal y como lo entendemos ahora.

- (31)Bury, J.B.: La Idea del Progreso, Alianza E. 1971, p. 183  
(32)Volnay C.: (es de quien vienen las tres motivaciones); Les ruines des Empires, 1789, passim.  
(33)Malthus, T.R.: Ensayo sobre el principio de la Población. FCE, 1977, passim.

Decir que una cosa es simple, aunque parezca paradójico, no es cosa sencilla. Es más, la idea de simplicidad es considerada por muchos como más subjetiva que objetiva para fines prácticos. Lo que para alguien es simple, digamos la física para alguien que la haya estudiado por algún tiempo, será difícil para alguien que nunca se haya abocado a entender algo de este campo. Sin embargo, en el desarrollo de la ciencia podemos ver como existen dos pasos o tendencias claramente definibles.

La primera es la tendencia a complicar las cosas. Esta complicación progresiva se presenta cuando estamos empezando a analizar algo, algún campo nuevo, sobre el cual tratamos de descubrir cuáles son los posibles principios que lo rigen. Acumulamos hechos, observaciones, etc., muchos o muchas de las cuales parecen no tener ni sentido, ni relación alguna con otras. En base a esta dificultad hacemos subdivisiones en nuestro estudio. Estas subdivisiones muchas veces sólo obscurecen el panorama.

La segunda tendencia, es la tendencia integradora o simplificadora. Esta tendencia se tiene cuando se descubren los principios generales que rigen en el sistema o sistemas estudiados (uso el concepto de sistema en su acepción más amplia: "porción del universo aislada para su estudio"). Como ejemplos tendríamos a Newton con sus leyes, a Malthus con sus principios, a Lyell.

Esta simplificación o integración nos da una herramienta

con la cual hacer que los hechos "caigan por su propio peso" en un cuadro armonioso del orden del universo.

Es sorprendente cuando vemos como al avanzar la ciencia se fueron, por citar un ejemplo, elaborando más y más ecuaciones, más y más notaciones para expresar una cantidad al parecer ilimitada de relaciones entre los fenómenos que observamos a nuestro alrededor, para que un día viésemos que podíamos basar nuestra comprensión de todas esas observaciones en un juego de ecuaciones más que sencillas, llanamente "simples":

$F$	=	$m$	.	$a$	(Newton)
$E$	=	$m$	.	$c^2$	(Einstein)
$E$	=	$h$	.	$v$	(Planck)

Estas ecuaciones no pueden sino hacernos recordar algo como lo que Winckelman decía: "la noble simplicidad y la serena grandeza..." (34).

Y el que las cosas al final operen bajo relaciones simples, nos da la pauta para comprender y evaluar cuando algo está aún en una primera etapa de desarrollo. Por ejemplo, los lenguajes, ya sean los tradicionalmente considerados así o los de computación, acusan tal variedad que, aunque se pretenda que alguno es más poderoso que otro (Pascal que Algol o Fortran), la verdad es que aún falta integrar y simplificar ese monstruoso cuadro o árbol, que sólo parece una barrera para avance del hombre.

(34) Winckelman, J.J.: De la Belleza en el Arte Clásico. IIE. UNAM 1959, p.45

Para dar una idea más clara de lo que puede llegar a ser el concepto de simplificación, veamos un ejemplo típico en química. A través de este ejemplo espero que se vea como es que la idea más simple, por una razón que sólo Dios conoce, es la que al final tiene más posibilidades de éxito. Esto - al menos en el desarrollo de la ciencia, el desarrollo de la tecnología integra otro factor en su noción de simplicidad.

... Platón había dicho que la "materia es una". Esporádicamente esta idea de una substancia primordial, de la cual todo lo demás se derivaba había sido enunciada por filósofos y pseudo-científicos.

En 1815 se publicó en los *Annals of Philosophy* un artículo en el cual el autor sugería que el "protilo" de los antiguos era el hidrógeno. El autor había calculado los pesos atómicos de un número de elementos y había encontrado que eran números enteros, múltiplos del peso atómico del hidrógeno. - Así él listaba los pesos atómicos del zinc, cloro y potasio, los cuales eran 32, 36 y 40 respectivamente. Cuando el autor fue confrontado con un número de elementos cuyos pesos atómicos estaban lejos de ser enteros, él consideró que los pesos aceptados eran erróneos, y declaró que en el futuro, métodos más adelantados de análisis probarían que los pesos de esos elementos eran también números enteros.

El autor del artículo era un joven inglés llamado William Prout. Su teoría era refutada por muchos análisis experimentales rigurosamente controlados. Su teoría fue olvidada.

Así siguieron las cosas, teniéndose, digamos un peso de 15.999 para el oxígeno en vez de 16 o de 35.46 para el cloro, etc. (35).

Sin embargo, con los avances en química y física en este siglo, algunas mentes empezaron a dudar y en cierta forma a recordar al pobre de Prout.

J.J. Thomson mostró que el electrón era común a todos los elementos. Rutherford había probado más allá de toda duda que había partículas eléctricas en los núcleos de todos los elementos. Todos los descubrimientos parecían decir que todos los elementos conocidos estaban más que cercanamente relacionados. Pero, si todos los átomos estaban compuestos de condensaciones o múltiples del hidrógeno, entonces los elementos debían de tener un peso igual a un número entero perfecto, ya que el peso atómico del hidrógeno era uno.

Lavoisier había dicho: "un elemento es un cuerpo en el cual ningún cambio causa disminución en el peso". ¿Era esto un error?. La respuesta que hoy damos es "no". Prout estaba en lo correcto al decir lo que decía. Y, a la vez el peso del cloro con el que trabajamos sigue siendo 35.46. La conciliación de estos dos hechos la dio un muchacho asesinado en la primera guerra mundial: H. Moseley.

Lo que sucede es que en la naturaleza existen no sólo, por continuar con nuestro ejemplo del cloro, cloro con peso

(35) Jaffe, Bernard: Crucibles: The Story Of Chemistry, 4th. ed. Dover, 1976 p. 232, passim.

35, sino 37. La diferencia se basa en la presencia de un número diferente de neutrones en el átomo. En la naturaleza se -- presentan así los llamados isótopos: mismos elementos pero - con diferente peso (isótopo o que ocupa el mismo lugar en la tabla periódica).

Estos elementos, cloro 35 y cloro 37 se mezclan de tal - forma, que al analizar el cloro en sí, encontramos un promedio de sus pesos, que nos da el 35.46 con el que lo listamos en la tabla periódica,

No hay duda de que los pesos atómicos de los elementos - son números enteros. No hay medias-partículas, como no hay -- medias gotas.

Aston definiría nuevamente a los elementos diciendo:  
"son sustancias con propiedades químicas y espectrométricas propias que pueden o no ser una mezcla de isótopos."

Si bien es cierto, o al menos a veces lo pensamos, como Pascal citado al principio de este capítulo, que el hombre es sólo un punto intermedio entre dos infinitos, me gustaría recordar lo que dijese Einstein del universo:

"lo más increíble del universo es que es comprensible" (36, - 37) y que dicho en otras palabras por Lyell hace más de cien

(36) Misner Charles W.: Gravitation. W.H. Freeman, 1973, p.42

(37) Schilpp, P.A.: Albert Einstein, Philosopher-Scientist, 1949 passim.

años; "así pues aunque no somos más que viajeros en la superficie del planeta, encadenados a un mero punto en el espacio, y sólo duramos un instante, la mente humana no sólo es capaz de contar los mundos que están más allá de la simple vista mortal, sino de reconstruir los acontecimientos de épocas indefinidas antes de la creación de nuestra especie, y ni tan siquiera se detiene ante los tenebrosos secretos del océano o del interior del globo sólido". (38, 39).

(38) Lyell, C.: Principles of Geology, J. Murray, 3 vols., 1830-3 passim.

(39) Greene, Jay. E.: 100 Grandes Científicos, Diana, 1969, p. 209.

C A P I T U L O    I I I  
T I E M P O   Y   C R O N O L O G I A

" Quid est tempus? Si nemo a me quaerat scio,  
si quaerenti explicare velim nescio!"

San Agustín (40)

Alguien dijo que no hay nada más obscuro que lo obvio,  
y a veces no cabe duda de que esto parece ser así.

En el devenir de la ciencia, o de cualquier otra cosa,  
muchas veces sucede que hay algo que se ha vuelto tan común,  
tan de cada día, tan propio de una gran cantidad de seres -  
humanos, que nos olvidamos del hecho de que no siempre fue -  
así, y de que se tuvo que vencer una gran dificultad para lo  
grar incorporar ese algo a nuestro patrón de conducta o desa  
rrollo.

Así por ejemplo, en la búsqueda del orden en el univer-  
so, no sólo se ha tenido que tratar de comprender como suce-  
den las cosas a nuestro alrededor (ir del universo al ser --  
humano), sino también el propio ser humano ha tenido que poner  
algún tipo de orden en lo que hace en su vida, en su búsqueda  
por comprender (ir del ser humano al universo).

Trataré brevemente sobre uno de los aspectos más impor-  
tantes al respecto.

Tenemos el tiempo. ¿Qué es el tiempo?. No cabe duda que  
todavía hay muchos que se verían obligados a contestar como -  
San Agustín: "¿qué es el tiempo?. Si nadie me lo pregunta lo

(40) Spengler, O.: The Decline of the West, A. Knopf, 1932, p.  
124

sé, si deseo explicárselo a quien me lo pregunta no lo sé".  
(41). Alguien más riguroso tal vez dijese como Arquitas de Tarento que: "tiempo es el número de cierto movimiento, y en su sentido más amplio, el intervalo del orden natural del universo" (42). O algún filósofo como Platón: "tiempo es... la imagen móvil de la eternidad" (43).

Si fue un problema definir el tiempo, ajustar su forma de medición lo fue más.

Galileo es uno de los pilares de la ciencia moderna, precisamente por preocuparse de como medir el tiempo de manera más precisa (44). Recordemos que él tuvo algún día que medir las oscilaciones del cándil de la catedral de Pisa con su pulso, observando la regularidad del movimiento del péndulo (45), posteriormente vería la manera de utilizar la regularidad de este movimiento oscilatorio para obtener un instrumento de medida más adecuado.

Esto fue el problema del tiempo enfocado en una dirección, pero en forma más general, y aquí es donde realmente veremos lo que queríamos dar a entender en un principio, veamos la siguiente situación:

Si a cualquiera de nosotros se le preguntase cuando fue la última guerra mundial, tal vez sin dificultad nos diría -

(41) San Agustín: Confesiones, XI, 14

(42) Whitrow, G.J.: La Estructura del Universo. FCE, Brev. No. 61, 1966, p. 56

(43) Platón: Diálogos. Porrúa, 1972, Timeo, p. 677

(44) Bronowski, J.: El Ascenso del Hombre. FEI, 1979, p. 119.

(45) Cimino, B.: Galileo, Mondadori, 1967, p. 6-7

que hace 35 años. Pero, si la pregunta fuese sobre algún -- hecho del segundo año del mandato de Portes Gil, entonces -- sin duda trataríamos de fijar el año. Nos preguntaríamos si el año en cuestión fue 1920, 1929, 1935?, a fin de tener una idea de hace cuánto fue. Tenemos un sistema de cronología -- establecido que nos facilita el fijar las cosas en un inter- valo de sucesión (u orden de sucesión), pero, y he aquí lo -- importante, esto no ha sido así hasta hace poco.

Todavía hoy en día podemos leer a algún historiador -- antiguo que nos estaría hablando de: " en el consulado de M. Valerio y P. Postumio " (46), o bien, " en el Eforato de Ene- sias en Esparta,... seis meses después de la batalla de Poti- dea, justo al comenzar la primavera... " (47, 48); referencias que como la de Portes Gil se vuelven difíciles de fijar para personas que no hayan vivido durante el período referido.

Se intentaron muchas cosas, como contar con respecto a las Olimpíadas, sistema usado por primera vez por Timeo en el siglo III A. de J.C., o con respecto a la fundación de Roma (49, 50). Fueron grandes logros, pero no lo suficientemente -- buenos. Se necesitaba establecer alguna forma de contar el -- tiempo que fuera general y más simple de manejar. Un tipo de orden especial.

(46)Livio, Tito: Las Décadas en Historiadores Latinos, Edaf, 1966, Lib. II, cap. XVI, p. 105.

(47)Thucydides: History of the Peloponnesian War. London, 1943, p. 91.

(48)Hay, Denys: Annalists and Historians, Methuen, 1977, p.5

(49)Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa, 1933 passim.

(50)Hay, Denys: Annalists and Historians, Methuen, 1977, p.5

Esta labor no fue realizada por cualquiera, pues no era ni con mucho un problema cualquiera. Sabemos que la era cristiana está desfasada cuatro años con respecto a la fecha que se supone debía de servir como punto de partida: el nacimiento de Jesucristo. Así, aunque Jesucristo murió a los 33 años de edad, no murió en el año 33 de la era cristiana, sino en el año 29 de la misma. ¿A qué se debe el error?. Sabemos que el error viene de cuando se estableció la cronología cristiana. Concretamente lo atribuimos a Dionisio el Exiguo en su gestación y en su cuantificación a Kepler (51, 52). Un error de cuatro años y sin embargo es más que aceptable. Recordemos que durante los primeros seiscientos años de la era cristiana no se contaba con esta ahora aceptada cronología; todavía se refería uno al año de fundación de Roma, a la era Bizantina, etc. La iglesia llevaba una computación de la cuareésma que trataba de un ciclo de 532 años, divididos en períodos más cortos de 19 años (28 de éstos). Había una tremenda dificultad (sobre todo considerando la época, no había calculadoras de bolsillo) en fijar los hechos. Cuando se trató de hacer esto, se tenían que poner en orden 600 años de historia en todos sus órdenes, no fue nada fácil, pero se hizo. (53).

En el oeste, la era cristiana, inventada en el siglo sexto y propaganda en el octavo por la autoridad y los escri-

- (51) Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa 1933 passim.  
(52) Kepler, J.: De Jesu Christi vero anno natalitio, Francfort, 1606 De vero anno quo acternus Dei Filius humanam naturam in utero benedictas Virginis Mariae assumpsit, Francfort, 1614.  
(53) Hay, Denis: Annalists & Historians, Methue, 1977, p.39

tos de Bada, no fue de uso legal y popular sino hasta el -- siglo diez. Y aún así la cronología necesitó de sistemas de referencia más poderosos, mejor calculados. Esta fue la labor de hombres como Escalfigero, Sir John Marsham, Dionisio Peta- vio e Isaac Newton. (54, 55).

¿Qué haríamos hoy en día si no tuviésemos estos sistemas de referencia?. Tenemos miles de publicaciones en ciencia, mu- chos cientos en Química. ¿Podemos acaso imaginar lo que se- ría de esa masa de datos si no se tuviera una fecha a la -- cual referirnos, una fecha generalmente aceptada?.

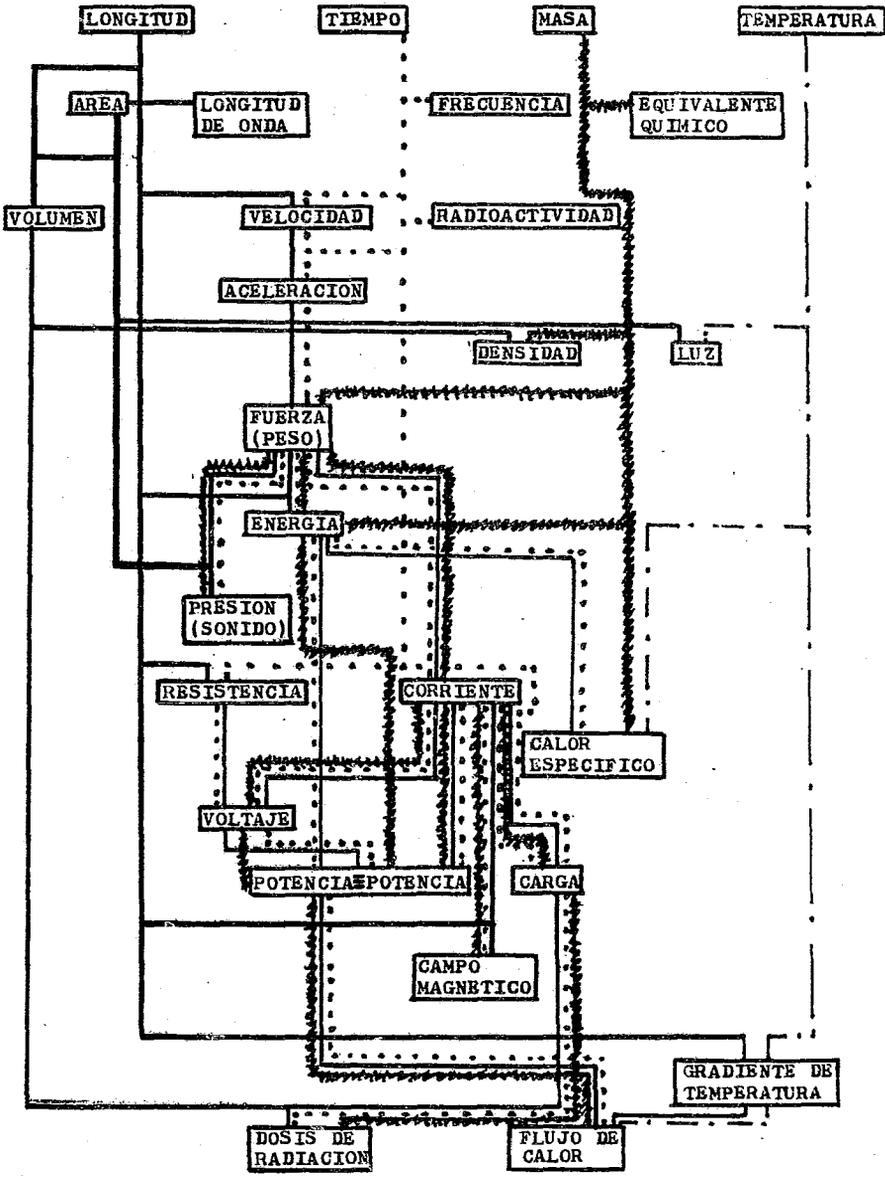
Son aspectos como éstos, los que por estar ya aceptados y ser de uso común, parecen haber perdido su significación, y me parece que uno de los errores más grandes que puede -- cometer un profesional es no darse cuenta de la importancia de estos principios básicos. Imaginemos un químico que bus- case algo en el Chemical Abstracts sin que hubiese ninguna fecha que lo ayudase, ni de su parte, ni en la serie de ar- tículos listados en la mencionada colección.

Y así como el tiempo tenemos una serie de conceptos que manejamos, sin comprender ni su origen, ni su significado: longitud, masa, temperatura. Conceptos que hemos estructura- do como fundamentales en el sentido de no poder reducirlos a nada más simple. Estos conceptos se asocian, no por coinciden- cia, con los cuatro eslabones físicos conocidos: tiempo, es- pacio, materia, energía.

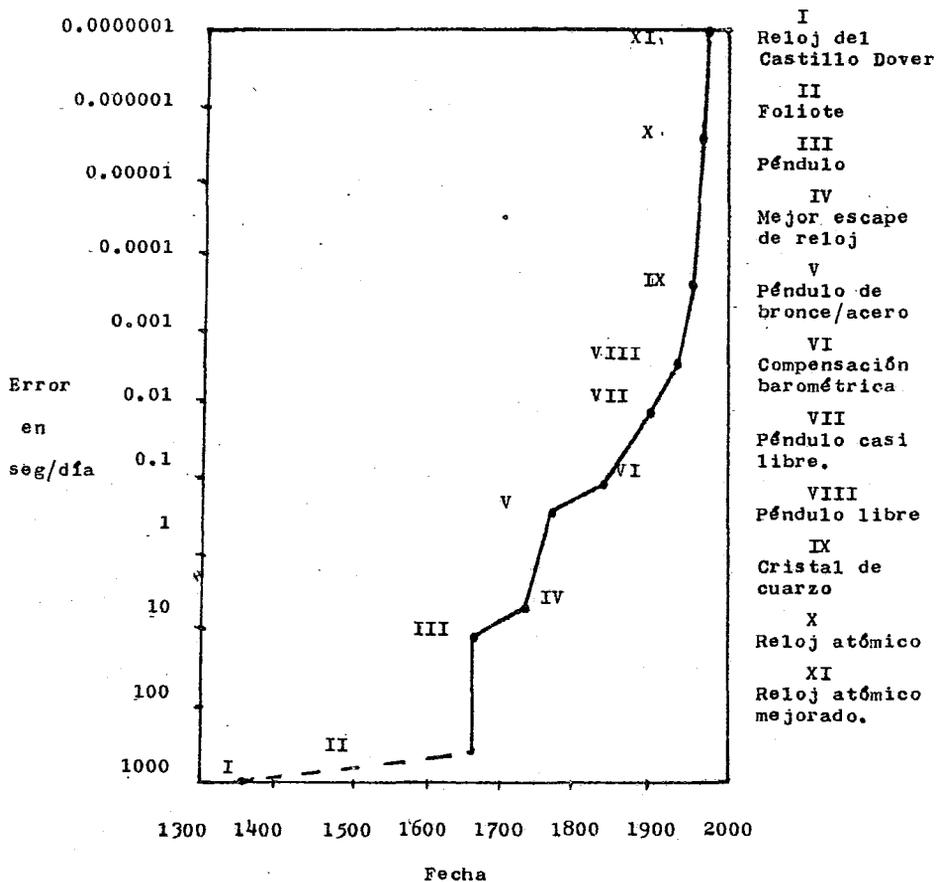
(54)Gibbon, E.: Decline & Fall of the Roman Empire, M.L. 3 v. 1973, Ch. XL n. 165, p. 527.

(55)Gibbon, E.: Autobiografía, Espasa, 1949, p.42

Figura No. 5 Interrelación de los Estándares de Medida:



GRAFICA No. 1: Precisión en la Medición del Tiempo o el Avance de la Ciencia.



El perfil de esta gráfica presenta el avance logrado en la precisión en la medición del tiempo, desde un error de casi un cuarto de hora por día que se tenía a mediados del siglo catorce. No por coincidencia se ve que este perfil corresponde en forma global al que podríamos trazar para el avance de la ciencia en el mismo período

Figura No. 6.-

MATERIA	-----	MASA
ENERGIA	-----	TEMPERATURA
ESPACIO	-----	LONGITUD
TIEMPO	-----	TIEMPO

Manejando estos eslabones del conocimiento pretendemos describir el universo que nos rodea.

Si yo llegase en un momento dado a necesitar idear algo nuevo, o simplemente a implementar o modificar algo ya establecido, ¿cómo voy a poder hacerlo, si no soy capaz de ver lo que fundamenta lo ya establecido?. Y ver como ya lo dijimos no es fácil. ¿Cuántos se dan cuenta de que una letra: "a", - "b", etc. que usan como algo sin importancia, es esencialmente diferente a otro símbolo como: +, -, x, ÷. ? (56). En un caso tenemos fonemas y en el otro ideogramas. Y, ¿de dónde vienen las letras? Su concepción fue algo más que portento. Después de todo lo más "natural" parecería representar algo como yo lo veo: un árbol, con el dibujo de éste. Sí, pero como sabemos esto se complicaba a medida que el árbol era de diferente forma o especie. Se podía haber seguido trabajando con pictogramas o con ideogramas como los Chinos, sólo para encontrar que al final teníamos un sistema que ni los propios Chinos lo pueden dominar.

Todo el mundo parece estar de acuerdo en que de la nada no viene nada, sólo que a veces nos encontramos que los más

(56) Childe, Gordon: Los Orígenes de la Civilización. FCE, Br. No. 92, 1971, p. 221.

grandes logros se tuvieron cuando alguien, partiendo de considerar algo que en sí no era nada, o no representaba nada, lo estructuró para obtener no sólo un algo cualquiera, sino un todo. Una letra en sí no es nada, ni se tiene que referir a algo, pero la atribución de un sonido a estos símbolos y su posterior estructuración nos dieron los lenguajes.

¿Y el cero?. Cuesta en verdad trabajo concebir cómo fue que alguien llegó a pensar en representar la carencia, la negación, la inexistencia de las cosas. ¿Si no se trata de nada, pensarían no pocas personas hoy, para que molestarse en representarlo?. Me gustaría saber que estaríamos haciendo sin el cero en matemáticas hoy en día.

Algo que siempre se debe de tratar de lograr, es que todo profesional capte la importancia de lo que tiene ante sí, la necesidad de llevar un orden en lo que maneja (hay muchos que no son ni para poner números a las hojas que entregan en un trabajo), sin menospreciar la forma en la que las cosas se presentan ante él.

Desgraciadamente podemos lograr que los alumnos que terminan una carrera tengan más o menos un entendimiento de ciertos principios generales, pero que sepan apreciar lo que realmente representan, algo que sin duda les sería muy valioso, es algo para lo cual no hay camino. Conforme se enfrenten a diferentes situaciones en su vida profesional, si saben adaptarse y aprender de las lecciones que reciban, tal vez logren en un momento dado apreciar el valor de muchas cosas

que se manejan sin darles importancia.

"Dicen que hubo un artista chino que vivió en el siglo III A. de J.C., y que habiéndose pasado muchos años esculpiendo en una roca aves, caballos, plantas, ofreció su trabajo terminado a un príncipe. El príncipe no pudo ver nada valioso en un principio, sólo veía una roca sin valor. ---- Pero el artista le suplicó: "haga que se construya una pared y en ella una ventana, y observe la roca bajo la luz del amanecer". El príncipe lo hizo y entonces se dió cuenta de como era que la roca esculpida era en verdad hermosa" (57).

Había tenido que hacer algo para apreciar el valor de algo más.

(57)Hilton, J.: Lost Horizon. Pocket, 1972, p. 191.

C A P I T U L O    I V  
SIMBOLOS Y NOTACIONES

"... In Ipso vita erat, et vita erat  
lux hominum, et lux in tenebris lucet,  
..."

Joann (58)

En prácticamente cualquier empresa, conquista, logro, -  
avance en el conocimiento, hay dos etapas primordiales; con-  
cebir o entender un algo, y lograr expresarlo o manifestarlo.  
Ambas etapas o partes son de suma importancia y no se puede  
prescindir de ninguna de ellas. Se puede pensar o elucidar  
con la razón una gran cantidad de cosas, pero, si no se es -  
capaz de expresarlas adecuadamente, el valor del pensamiento  
o razonamiento se perderá.

Así al ir el hombre tratando de entender como era que las  
cosas se sucedían a su alrededor, no sólo tuvo que buscar la  
comprensión del orden que seguían las cosas en la naturaleza,  
sino que tuvo en cierta forma que crear un tipo de orden par-  
ticular en la forma en la cual él mismo expresaba este enten-  
dimiento.

Esto no fue ni con mucho fácil y aún hoy día vemos el -  
problema que representa.

Veamos brevemente tres ejemplos que den mejor idea de lo  
que se pretende dar a entender.

Hasta el siglo XVIII la zoología en general se encontra-  
ba en su estado tal de confusión, que hacía que fuese difícil

(58)Biblia, Juan, I, 4-5: "... En él estaba la vida, y la vida  
era la luz de los hombres. Y esta luz resplandece en las tinie-  
blas..."

evaluar los diferentes avances o contribuciones que se venían sucediendo. Esto era así debido al hecho de que en diferentes lugares, los diferentes pueblos, o aún dentro de un mismo pueblo, se conocían los animales y las plantas con diferentes nombres. Había nombres comunes, nombres familiares, nombres pseudo-científicos. Aún hoy día existen estos tipos de nombres, pero, como sabemos, en 1755 Linneo en su "Species plantarum" ideó el sistema de nomenclatura científica por el cual es famoso (59, 60). Un nombre para el género, en forma de sustantivo latino y otro para la especie en forma de adjetivo. En todas las ramas de la ciencia: botánica, bioquímica, química orgánica, donde se necesite identificar un ser vivo, esta nomenclatura es indispensable para un mejor entendimiento.

Dicen que Linneo llegó a idear esta nomenclatura gracias a los estudios que tuvo que realizar para ganarse a la muchacha con la que se casó eventualmente (Sara Moraeus). Para aquellos que lo sepan apreciar, Linneo no fue en diecisiete días de España a Hungría a caballo como el Duque de Alva (ida y vuelta), o cruzó el continente africano de sur a norte --- (12 800 km) a pie, en dos años y medio, como Ewart Grogan, - ambos también por las respectivas muchachas con las que se casaron (61, 62), pero sin duda que su logro fue más importante por el orden y el consiguiente avance que se logró en la ciencia gracias a él.

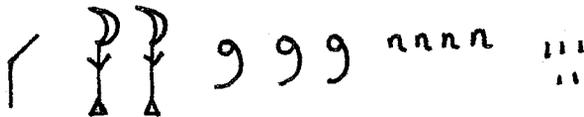
- (59) Greene Jay E.: 100 Grandes Científicos, Diana, 1969, p.117.  
(60) Linné, C.: Species Plantarum. Holmiae, 1753, 2 vols.  
(61) Motley, J.L.: The Rise of the Dutch Republic, 1856, 2 vols. v. 1 p. 338.  
(62) Merriam-Webster: Webster's Biographical Dictionary, 1972 p.634

Usamos así de notaciones, sistemas numéricos o lingüísticos, que por la difusión de la que gozan actualmente, pocas veces captan la atención de muchos sobre la importancia de los mismos en la búsqueda del hombre por ordenar su visión del mundo.

La historia de las matemáticas está llena de ejemplos que nos hacen ver la importancia de una nomenclatura o notación sencilla, a la vez que lo suficientemente poderosa para transmitir o describir lo que deseemos.

Imaginemos que tuviésemos que escribir como lo hacían en Egipto, digamos un número sencillo como 12, 345:

Figura No. 7.-



(63), y recordemos que a veces los dígitos más pequeños se colocaban a la izquierda, y que además algunas veces se colocaban los dígitos verticalmente.

Sabemos que tanto Newton como Leibnitz descubrieron el cálculo, pero Newton, sin menospreciar su grandeza, usó una notación más difícil o aún oscura (dicen que intencionalmente ya que él siempre tuvo un temor que rayaba en la enfermedad a que le robasen lo que inventaba o descubría), y es por

(63) Boyer, Carl: A History of Mathematics, J. Wiley, 1968, p. 11

esto que usamos la notación de Leibnitz.

Sin ir mucho más lejos en esto, recordemos lo que son los diferentes lenguajes que usamos en la actualidad, como sabemos hay pictográficos, ideográficos y fonéticos; desde los que dan o consideran una idea con un dibujo o con un símbolo, a los que dan un sonido a cada símbolo, considerando además su posición. Existen sobre 400 formas de escribir reconocidas en la actualidad (64) y algo así como 10 000 lenguas (65), pero la idea o ideas fundamentales son las mismas, el orden básico se conserva en muchas de ellas. Y son ideas simples: darle un valor a la posición del símbolo, atribuir una idea o un sonido a cada símbolo. Pero estas ideas tardaron mucho en darse y aún hoy seguimos una tendencia a simplificar aún más esto. Encontramos que es mejor la escritura o sistema fonético-posicional y así los ideográficos o mezcla (el Japonés es ideográfico-fonético) (66) tienden a ser reemplazados.

Ideas sencillas pero que nos permiten ordenar nuestras expresiones, nuestros logros, no sólo en ciencia, sino en todas nuestras actividades.

Pero demos un ítimo ejemplo en química:

Hubo muchos alquimistas célebres, hombres de gran inteligencia, pero que no fueron precisamente claros en su forma de escribir. Tal vez no se requería omniscencia para entender que un grupo de puntos:

(64) Doblhofer, Ernest: Voices in Stone, Paladin, 1979, p. 37  
(65) Barry, G.: Communication and Language, McDonald, 1965, p. 48  
(66) Barry, Gerald: Communication and Language, McDonald, 1965, p. 112-113

Figura No. 8.-



representaba arena. Tal vez el conocedor identificaría al vino con el símbolo:

Figura No. 9.-



No, y claro que esto sólo podía ser día;

Figura No. 10 ..



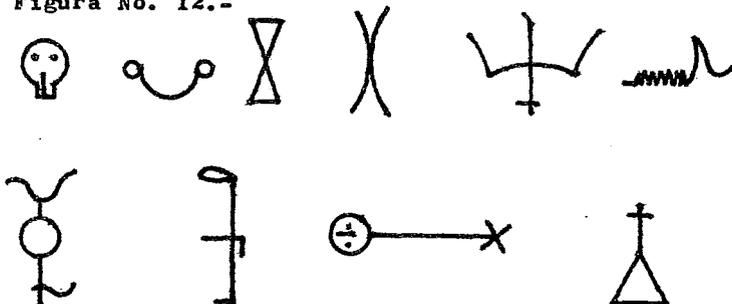
y vidrio;

Figura No. 11.-



y algunos otros (¡qué no permiten duda sobre su significado!)

(67) Figura No. 12.-



(67) Jaffe, Bernard: Crucibles: The Story of Chemistry. 4th ed. Dover, 1976, p. 100

Aunque la alquimia desapareció de los registros de la ciencia, muchos de sus símbolos se seguían usando. Ningún amateur podía aventurarse a través de este laberinto de simbología sin ayuda.

En un manuscrito italiano de principios del siglo XVII por Antonio Neri, el mercurio se representaba con no menos de 20 símbolos diferentes y algo así como 35 nombres (68).

Algo se tenía que hacer.

En la antigüedad se conocían siete metales. Esto asimismo era el número de planetas conocidos. Los caldeos creían que los metales crecían por influencia de los astros o planetas, y así asignaron a cada dios y planeta un metal:

Círculo:  símbolo de la divinidad o perfección (para los egipcios), representaba el sol y lógicamente el oro.

Un creciente:



: la Luna y la plata.



: Saturno y el plomo.



: Júpiter y estaño.



: Marte y hierro.



: Cobre y Venus (Venus surgió del mar a la orilla de Chipre, famosa por sus minas de cobre).



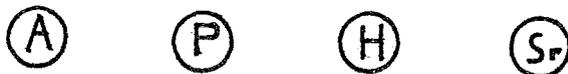
: Mercurio.

(68)Jaife, B.: Crucibles: The Story Of Chemistry, 4th. ed. Dever, 1976, p. 101 ss.

Bergman introdujo otros posteriormente:

	platino,
	niquel,
	zinc,
	arsénico,
	cobalto,
	antimonio,
	sal, etc.

Se hizo un intento por cambiar este antiguo lenguaje - simbólico. Cuando Lavoisier y sus asociados estaban reformando la nomenclatura de la química, la Academia de Ciencias de París seleccionó a Hassenfratz y Adet para mejorar esta situación. Ellos representaron los metales como círculos con las iniciales latinas y griegas de los mismos dentro de éstos:



Las sustancias combustibles se representaban como semi-círculos en cuatro posiciones diferentes:



 azufre,  
 carbono,  
 fósforo.

Tres líneas cortas en diferentes posiciones representaban el oxígeno y el nitrógeno, etc. Colocando todos estos símbolos en diferentes posiciones se podían representar más de 300, 000 compuestos diferentes, cada uno consistiendo de tres sustancias simples.

A pesar de todo siguió la confusión, pues no todo estudiante es un artista. Se necesitaba un sistema más simple. Se hizo.

Berzelius sería el de la idea de identificar cada elemento con la inicial o iniciales de su nombre en latín, especificándose que su símbolo no sería ningún dibujo, sino solamente las iniciales, así:

Carbón  
 Hidrógeno  
 Nitrógeno  
 Oxígeno  
 Fósforo

C  
H  
N  
O  
P

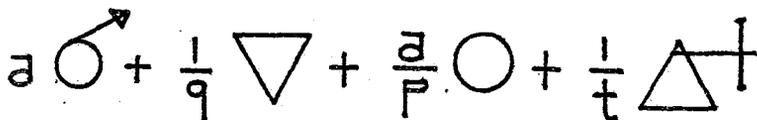
Si la primera letra era común a dos metales, entonces se introducía tanto la letra inicial, como la primera letra que no se tuviese en común:

Au oro (aurum)

Ag	plata (argentum)
Cu	cobre (cuprum)
Co	cobalto (cobaltum)
Si	silicón (silicum)
Sb	antimonio (stibium)
	etc.

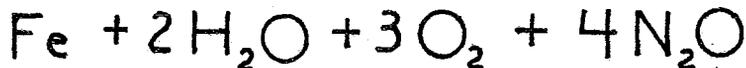
Cada símbolo además representaba cuantitativamente un átomo. Liebig y Poggendorff introducían los suscritos, que substituirían a los exponentes usados durante algún tiempo. Todo esto llevaría a la nomenclatura que se usa hoy en día. - Y realmente, qué diferencia tan grande entre el siguiente lenguaje simbólico de Lavoisier:

Figura No. 13.-



y su traducción en el sistema de Berzelius:

Figura No. 14.-



En nuestro entender el universo, hay, como ya lo dijimos dos etapas, tratar de ver el orden que siguen las cosas a nuestro alrededor y posteriormente, con un orden inventado por nosotros, - muchas veces copiado de la naturaleza -, o que

simplemente corresponda mejor con nuestra forma de entender y aprender, expresar lo que vemos.

Tan viejo como el hombre es el conflicto entre la mente y la materia, el principio de su existencia. Ahora dedicado completamente en espíritu, ahora sometido completamente a la materia, continúa su lucha por alcanzar el balance perfecto y frecuentemente choca contra esta dualidad, contra las inexorables y perpetuas exigencias del reconciliar contrastes - (69).

En la correcta escritura, el hombre ha logrado una de las más felices uniones de la mente y la materia. El poder y la gloria, la plenitud y la belleza, el imperecedero encanto de esta alianza, constituye un reino, donde el hombre hecho a imagen de su Creador, se ha vuelto a su vez creador.

(69) Doblhofer, Ernst: *Voices in Stone*. Paladin, 1979, p. 312.

## C A P I T U L O V

### FALACIAS EN QUIMICA

"Amicus Plato, sed magis amica veritas".

Aristóteles (70)

Hemos visto brevemente como es que adquirimos algunas - de nuestras ideas sobre cómo está ordenado el universo. Como es que nos encontramos a la naturaleza trabajando en forma relativamente sencilla y en un solo sentido.

Esto de un solo sentido, irreversibilidad o como se le quiera llamar, ha sido ciertamente una concepción valiosa.

Vemos que la naturaleza procede en una sola dirección. En sus procesos orgánicos, por ejemplo, Spencer diría que "pasamos de lo simple a lo complejo, de lo homogéneo a lo heterogéneo" (71), o bien, "que la evolución es la integración de la materia y concomitante disipación de movimiento" (72). Vemos un cambio progresivo en un solo sentido.

Antes de elucidar algo sobre los modelos del universo, - es conveniente llamar la atención sobre algunos peligros que se encuentran en el camino de la comprensión y aplicación de nuestra concepción del orden en la ciencia.

En varias ocasiones a lo largo de la evolución de la ciencia surgieron hipótesis más o menos descabelladas para explicar los fenómenos que se sucedían en la naturaleza, el orden

(70) "Platón es mi amigo, pero la verdad lo es más".  
Diccionario Hispano Universal, T. II, W.M. Jackson, 1956, p.1025.

(71) Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa, 1933, passim.

(72) Glansdorff, P.; Prigogine, I; Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations, J. Wiley, 1971, ch.XVII, passim.

que ésta imponía en sus manifestaciones. Estas hipótesis o llamamos mejor explicaciones, daban una visión simple del universo, simple pero misteriosa. Misteriosa porque existían elementos en esas explicaciones que no eran del todo (muchas veces nada) detectables. Tres ejemplos darán una mejor idea:

Los antiguos hablaban de los cuatro elementos o esencias básicas en la construcción del mundo: fuego, agua, aire, tierra. Combinando estas esencias lograban explicar, a veces no cabe duda que muy ingeniosamente, muchos fenómenos naturales.

Se consideraba que los elementos o esencias seguían lo que debiésemos llamar leyes, aunque sería erróneo el pensar en su patrón de movimiento, como siguiendo la secuencia que nosotros buscamos ahora en una ley natural (73). Estos elementos más que obedecer una ley, expresaban y seguían sus naturalezas ideales.

Los elementos de agua y tierra se movían siempre que podían hacia abajo, ya que estaban tratando de alcanzar sus centros naturales. Los elementos de aire y fuego se movían hacia arriba, nuevamente a fin de alcanzar sus centros naturales. Un hombre o una mujer, como cualquier otra cosa, se pensaba que eran un arreglo de los cuatro elementos o esencias. Incluso, como resultado de esto, veíamos un reflejo en su temperamento, en la forma de cuatro humores o inclinaciones: aire como sanguíneo, fuego como colérico, agua como flemático y tierra como melancólico. Cuando un hombre o una mujer morían, los

(73) Bronowski, J. & Mazlish, B.: The Western Intellectual Tradition, Harper, 1975, p. 110-111

elementos de aire y fuego dejaban el cuerpo y ascendían hacia sus centros en el cielo. Los elementos de agua y tierra se quedaban atrás y el cuerpo se hundía en el suelo. La lucha de los elementos por alcanzar sus verdaderos centros mantenía el mundo en su cause natural. Cada elemento tenía una cierta voluntad propia y esta voluntad lo llevaba a buscar cumplir con su propia naturaleza o esencia.

Por cierto que los cuerpos celestes no estaban hechos -- de materia, sino de aire y fuego en una forma más pura, la quinta esencia o éter. (Como los cuerpos celestes eran de un orden más alto, más puro, era natural que estuviesen arriba). Y esta idea de una quinta esencia nos lleva a un segundo ejemplo:

Cuando Newton explicó en sus "Principia" el orden que seguían los movimientos y en base a qué, habló de un espacio vacío absoluto, espacio que sin embargo, en base a la experimentación sistemática de los fenómenos ópticos y eléctricos en el siglo XIX, condujo a la hipótesis de que el espacio en conjunto estaba empapado de éter, un medio capaz de transmitir vibraciones y perturbaciones. En el decurso del tiempo se atribuyeron a ese medio propiedades extremadamente curiosas. Con todo, parecía ofrecer un sistema de referencia fundamental. Sistema que era necesario.

Como tercer ejemplo tenemos el fuego.

¿Qué era el fuego?. Además de considerarlo un elemento fundamental, algunos como Heráclito de Efeso decían que era la fuerza universal de la creación. Algunos alquimistas dirían

que el fuego era un vago espíritu de azufre. Paracelso explicaría la combustión de la madera en base a tres elementos o principios presentes en la madera. Se quemaba porque contenía azufre, producía flama porque tenía mercurio y dejaba ceniza debido a la cal que estaba presente en toda madera (74). Explicación sencilla que persistió por cientos de años, para ser reemplazada por un algo más fundamental, algo que se llamó flogisto.

Becher fue el hombre que desarrolló esta idea. Y era una idea simple. Se pretendía explicar el porqué de los fenómenos de oxidación, calcinación, combustión, por la presencia de una substancia que era la misma en un metal que en otro, o en cualquier substancia o materia combustible. Una substancia única,

Era una substancia que debía tener un juego de características, olor, sabor, peso, propios. Por medio de una serie de consideraciones sobre este "flogisto" (del griego, "poner a fuego"), se explicaban muchas cosas.

Estos tres ejemplos muestran algunas ideas que "explicaban" como sucedían las cosas. Sin embargo, eran explicaciones erróneas por una u otra causa. Porque no se basaban en una experimentación rigurosa, porque presuponían la existencia de algo que nadie detectaba realmente, etc. Dalton, Priestley y otros acabarían con los elementos de los antiguos; Michelson

(74) Jaffe, B.; Crucibles: the Story of Chemistry, 4th. ed. Dover, 1976, p. 28.

y Morley(75) con su famoso experimento para determinar las - propiedades del éter darían el golpe de gracia al mismo, y el trabajo de muchos químicos contribuiría a desacreditar al flogisto, hasta que un día Madama Lavoisier, cien años después de la muerte de Becher, se vistiese como sacerdotisa y rodea da por los mejores químicos de París quemase sus escritos - (de Becher) en un altar (76).

Y sin embargo recalquemos. Eran explicaciones erróneas, pero que al igual que muchas otras captaron la atención de - muchos, y esto fue así por la relativa sencillez que presenta ban. Sencillez, que siempre habrá que fundamentar para no incurrir en los mismos errores.

La idea que adquirimos sobre como funcionan las cosas, - sobre el orden que siguen estas en el universo, si está fun damentada, se vuelve una herramienta muy valiosa, que hay, a veces, que proteger.

Cuando hemos adquirido una cierta visión del universo, en la cual hay patente una armonía, una cierta sencillez, - es necesario cuidarse de no verse tentados a cambiar esta - visión por otra si esta nueva visión sólo complica las cosas. En sí parecería que estamos ahora diciendo que cuando surjan nuevos hechos hemos de negralos, si estos parecen atentar con tra lo que ya esté establecido. Mas esto no es así. Debemos

(75)Jaffe, Bernard: Michelson y la Velocidad de la Luz. Eude ba, 1963, passim.

(76)Jaffe, Bernard: Crucibles: The Story of Chemistry, 4th. ed. Dover, 1976, p. 36.

tratar de incorporar todos los elementos en una visión conjunta, que por necesidad tendrá que irse modificando al ampliarse la frontera del saber; pero no hay tampoco que cambiar una cierta visión por otra sin poner cuidado en ello.

Quedará mejor ilustrado esto con dos ejemplos.

Distinguiendolos por sus movimientos entre las estrellas prácticamente fijas (en apariencia), ya desde la antigüedad los babilonios y caldeos conocían 5 planetas. Se hablaba de siete por incluirse a la luna y el sol entre ellos. Se conocían pues mercurio, marte, venus, júpiter y saturno (77).

Con el paso del tiempo se desarrollaron los diferentes sistemas que describirían sus movimientos: Tolomeico, heliocéntrico. Galileo, Kepler y Newton definirían con sus principios como y bajo que fuerzas se movían. Teníamos una visión del mundo armoniosa.

El 13 de marzo de 1781, un músico alemán aficionado a la astronomía, William Herschel, descubriría un nuevo planeta, Urano (78).

Se puede comprender el revuelo que causó este descubrimiento, dado que por miles de años no se habían descubierto nuevos

(77)Grosser, Morton: The Discovery of Neptune, Dover, 1979, p. 1 ss.

(78)Herschel, William: Account of a Comet. London, 1781, 4to., Trans. Royal Society, vol. 71, pp. 492-501, passim.

cuerpos en el cielo. Una vez identificado como planeta - (primero se pensó que era un cometa), muchos se abocaron a determinar las características de sus movimientos, duración de su traslación y rotación, etc.

Sin embargo, surgieron dificultades. Una vez que se pretendía haber definido las características del nuevo planeta, nuevas observaciones fallaban en su intento de localizarlo. Se desviaba del curso o trayectoria que se suponía debía seguir según las leyes conocidas.

Estas inconsistencias hicieron que se especulase mucho, llegándose incluso, y he aquí lo importante de este ejemplo, a dudar de que se cumpliera la ley de gravedad. Esta ley fundamental no había conocido falla y sin embargo hubo varios que pretendieron ver un error en ella a fin de justificar el comportamiento de Urano.

Como sabemos, hubo dos hombres, Adams y Leverrier, que no dudaron de las leyes conocidas, del orden que se creía - descubrir en el universo, sino que simplemente dijeron que - debía haber otro planeta que ocasionaba las desviaciones de; Urano observadas, y no sólo eso, sino que en base a los datos recopilados sobre Urano y usando esas leyes que algunos pretendían desacreditar, lograron la casi portentosa hazaña de predecir las propiedades de ese misterioso planeta matemáticamente. Un día enfocaron un telescopio, en el observatorio de Berlín (sept. 23, 1846), a donde Leverrier decía y simplemente ahí estaba Neptuno (79).

(79) Grosser, Morton: The Discovery of Neptune, Dover, 1979, p. 117

Por cierto que Neptuno seguía también otra regla, regla que siguen todos los planetas y que cito sólo por la sencillez y belleza de la misma: la regla de Titius, llamada de Bode, que permite establecer el radio orbital (radio de la órbita del planeta alrededor del sol), en base a la expresión:

$$4 + 3 ( 2 ) ^n$$

donde "n" se refiere al número del planeta. No hay planeta para  $n = 3$ , que sería un planeta entre Marte y Júpiter y de ahí que se postule la existencia de un planeta que por alguna causa se desintegró dando lugar a los asteroides.

Además de este ejemplo de dos hombres que tuvieron fé en la armonía ya detectada del universo, existe otro igualmente célebre y en el que la química jugó un papel muy importante.

Cuando se estaba tratando de establecer cuál había sido la evolución del hombre ( en sí todavía se trabaja en ello), se descubrieron una serie de pruebas fósiles, en diferentes partes del mundo, que acusaban una marcada tendencia. Teníamos los restos de Cro-Magnon, los de Neanderthal, los Hombres de Pekín y de Java, etc. Todos estos fósiles, nos hacían ver cómo era que se habían ido progresivamente acentuando las características que hoy consideramos humanas (capacidad craneal grande, tipo de dientes, posición erecta) a la par que retrocedían las que nos asemejaban con otros antropoides (80).

(80) Silverberg, Robert; El Hombre antes de Adán, Diana, 1964, p.147-158

(81).

En 1912 se descubrió en Inglaterra el llamado hombre de Piltdown. Descubierta por Charles Dawson, cobró paulatinamente adeptos que lo defendían. ¡Y vaya que sí lo tenían que defender!, ya que el hombre de Piltdown contradecía lo que concebíamos como secuencia en la evolución del hombre. Esto era así ya que se tenía un cráneo muy "moderno" con una mandíbula muy "antigua", muy "simiesca". No habían sido descubiertos cráneo y mandíbula al mismo tiempo (por cierto que Dawson tñó los restos de cráneo con dicromato de potasio para preservarlos, y, cuando después se encontró la mandíbula, ésta ya estaba teñida!!!!). Pero coincidían o al menos así parecía.

No sé si fue a raíz de eso que surgió aquel dicho en paleontología de que " el cráneo es obra de Dios y la mandíbula del Diablo", pero lo cierto es que aunque la mayor parte de las autoridades científicas del mundo defendieron al hombre de Piltdown, siempre hubo uno o dos, durante los cuarenta años que estuvo en el Museo Británico, que lo vieron como algo que contradecía la evolución tal y como la entendíamos. Como alguien dijo: " el hombre de Piltdown ha costado más trabajo -- de tallar su árbol genealógico que todos los demás fósiles juntos" (82).

Finalmente en 1953, se definió la situación. Nuevas y poderosas técnicas químicas se habían desarrollado. Fechado

(81) Millar, Ronald: The Piltdown Men. Paladin, 1974, passim.

(82) Silverberg, T.: El Hombre antes de Adán, Diana, 1964, p.153.

TABLA No. 2

	FORMULA DE BODE	DISTANCIA PREDECIDA (UNIDADES ASTRONOMICAS).	DISTANCIA ACTUAL (UNIDADES ASTRONOMICAS).
MÉRCURIO	.4 + 0	.4	.39
VENUS	.4 + .3	.7	.72
TIERRA	.4 + .6	1.0	1.0
MARTE	.4 + 1.2	1.6	1.52
ASTEROIDES	.4 + 2.4	2.8	2.1 - 3.5
JUPITER	.4 + 4.8	5.2	5.2
SATURNO	.4 + 9.6	10.0	9.5
URANO	.4 + 19.2	19.6	19.2
NEPTUNO	.4 + 38.4	38.8	30.1
PLUTON	.4 + 76.8	77.2	39.5

NOTA: Las 2.8 unidades de los asteroides se basan en el asteroide Ceros descubierto en 1801.

con fídor, microscopio electrónico, etc. Todas estas nuevas técnicas se pusieron a ejecución y las inconsistencias en el hombre de Piltdown resaltaron. Fue desacreditado.

El cráneo era de un hombre y la mandíbula de un simio. Alguien había fraguado un fraude o broma, que muchos aceptaron durante cuarenta años. Pero lo más importante: se había enfrentado la teoría de la evolución contra este nuevo reto y había ganado la teoría.

Estos dos últimos ejemplos sólo sirven para recalcar la importancia que tiene el saber entender cómo funcionan las cosas en la naturaleza, cuál es el orden que se sigue en ésta, y cómo siempre hay que buscar entenderlo, antes que desecharlo.

Aún tenemos que aprender mucho, y en verdad que sólo lo lograremos avanzar, aprendiendo de lo que hemos logrado hasta el día de hoy, aceptando nuestros triunfos y reconociendo nuestros errores. No importa que tan alto se esté, siempre habrá mucho por saber, mucho más que aprender y el hombre irá por ese saber.

Newton, que aunque como dijese Halley "no estuvo nunca nadie más cerca de la divinidad", ya que en la medida en que el universo es Dios, comprenderlo es estar cerca de él decía: "no se que le pareceré al mundo, pero para mí he sido como un niño, que jugando en una playa, se entretiene en levantar un guijarro aquí y otro allá, porque este es más bonito que aquél

mientras que el inmenso mar de la verdad se extiende ante mí<sup>8</sup>  
(83).

(83) Bronowski, J.: El Ascenso del Hombre, FEI, 1979, p.236

## C A P I T U L O VI

### MODELOS PREVIOS.-

"Veritas temporibus filia".

Bacon (84, 85).

En cada una de las épocas por las que el hombre ha pasado, ha tenido una forma de ver y de concebir el universo que le rodea. Esta visión ha tenido una cierta coherencia, un cierto orden o armonía que no siempre ha sido el mismo.

Creemos que el universo tiene una cierta forma o formas que se siguen en todas las manifestaciones de la naturaleza, en las relaciones entre los distintos fenómenos. Conforme -- hemos avanzado en la búsqueda de la verdad, ese eterno anhelo de la ciencia, hemos ido definiendo más o menos con claridad las características de ese orden en las cosas.

Como ya hemos elucidado, se parte de uno o dos principios para de ahí generar símbolos, más tarde notaciones y lenguajes, a fin de llegar a tener leyes y de ahí un posible sistema unificado del saber. Este sistema se traduce en un modelo.

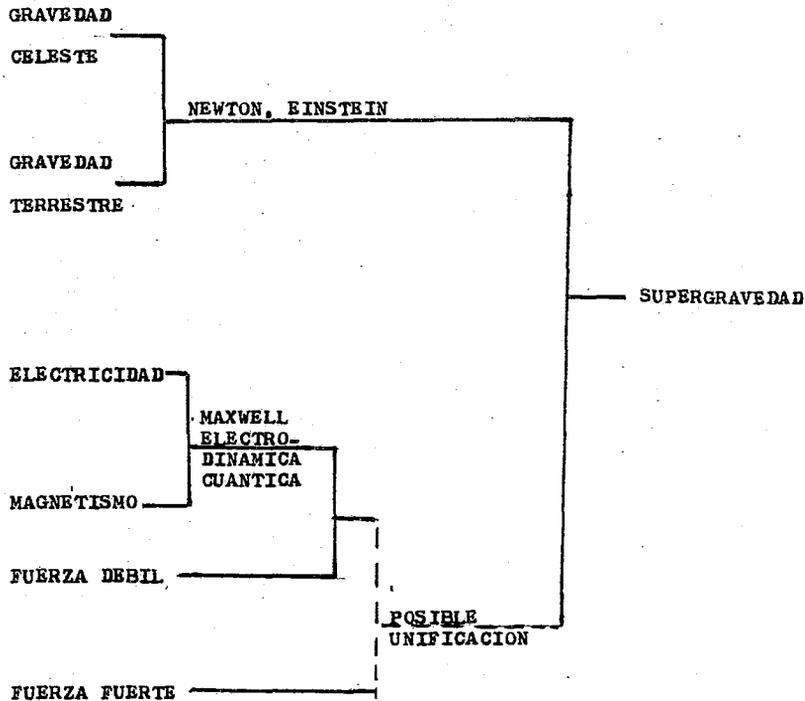
No es fácil de lograr, baste ver los esfuerzos que se hacen por ejemplo en la física para unificar el campo. Sin embargo hemos tenido dos modelos básicos en nuestra concepción del orden. Para verlos hay que plantearnos la cuestión de si el orden es estático o dinámico, si las cosas cambian o no.

(84) Bacon F.: "La verdad es la hija del tiempo" en *Novum Organum*, lib. I, LXXXIV, Porrúa, 1975, p.62.

(85) Collingwood, R.G.: *Idea de la Historia*, FCE, 1979, p. 78.

Si bien es una cuestión aparentemente simple, creo que el contestarla nos llevará a darnos cuenta de uno de los más profundos cambios que en el suceder de la ciencia ha habido.

FIGURA No. 15.- : UNIFICACION DE LA FISICA (SUPUESTA)



En la antigüedad, refirámonos específicamente a los griegos, el orden en el universo se concebía como un todo, inmutable y absoluto. Vefase que todo en la naturaleza parecía seguir una misma forma o secuencia. La vida de las personas era un ciclo; nacimiento, crecimiento, vejez y muerte; los cuerpos celestes parecían seguir trayectorias siempre definidas y únicas. Se sucedían los días y las noches. Los pitagóricos, con su hermosa concepción del universo como relaciones de números, hablaban de la música de las esferas; esferas perfectas y eternas (86, 87). Las cosas se medían por ciclos. Por ejemplo los que había en cronología ; y vaya que sí había! (88):

TABLA No. 3.-

CICLOS	NOMBRE	DURACION
Hebreo:	Sabático	7 años
	Jubilar	50 años
	Pascual	532 años
Caldeos:	Sosos	60 años
	Neros	600 años
	Saros	3600 años
	- - -	432000 años (suma de 120 saros).
Persas:	-----	12000 años (divididos en 4 de 3000)
	-----	120 años
Egipcio:	Sotiaco	1460 años

CICLOS	NOMBRE	DURACION
Griegos:	Dietérico	2 años
	Trietérico	3 años
	Tetraetérico	
	u	
	Olimpiada	4 años
	Octaetérico	8 años
	Doble octaeté- rido	
	o	
	Hekedecaetérico	16 años
	Enneadecaetérico	
	o de Metón	19 años
	De Calipo	76 años
De Hiparco	304 años.	
Romano:	Lustro	5 años
	Siglo	100 años
	Indicción	15 años
-----	Solar	28 años
-----	Juliano (s. XVI)	7980 años
Azteca:	Ce tochtli (89)	52 años (4 partes de 13 años).
etc., etc.		

(86) Spengler, Oswald: The Decline of the West, A. Knopf, 1932, p. 64.

(87) Bronowski, J.: El Ascenso del Hombre, FEI, 1979, p. 155 ss.

(88) Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa, 1933, passim.

(89) Sahagún, Bernardino: Historia General de las Cosas de Nueva España, Robredo, 1938, tom. II, cap. VIII, p. 266- 267.

La materia según Demócrito, estaba constituida por átomos, únicos, indestructibles, inmutables. El orden que se describía con las matemáticas griegas era solamente una teoría de relaciones de magnitud, dimensión, y forma entre cuerpos.

Así la geometría significaba el arte de medir, y la aritmética el arte de numerar. La ciencia como se podía concebir entonces trataba con cosas que no cambiaban y que además eran completamente descriptibles. Estaban dentro de límites visibles.

La concepción de algo que pueda prolongarse, en tiempo o espacio, más allá de lo que percibimos, era algo totalmente ajeno a la mentalidad de la época. Y esto se ve no sólo en la ciencia sino en cualquier aspecto que se quiera analizar. En pintura, no se desarrolló nada ni remotamente parecido a la perspectiva renacentista, con ese punto en el infinito a donde convergen todas las líneas. Los griegos y los romanos por igual, sacrificaban a los dioses del lugar, lugar en el que éstos residían; todas las demás deidades estaban fuera del rango de visión. La lengua griega, para dar un ejemplo más patente, no posee una palabra para "espacio" (90).

Llegaba a tal grado el choque de la idea del cambio con la forma de ver las cosas, que por ejemplo, la idea de los números irracionales, - las fracciones decimales "sin fin" de nuestra notación, era inconcebible. Hay incluso una leyenda -

(90)Spengler, O.: The Decline of the West. A, Knopf, 1932, p. 83

griega, de acuerdo a la cual el hombre que primero publicó el misterio oculto de lo irracional, pereció en un naufragio, "ya que lo indecible o indescriptible, lo sin-forma, -- debe ser dejado oculto para siempre" (91).

Podemos añadir, que según la leyenda, tanto Hippasus, que se dió crédito por el descubrimiento de una esfera de doce pentágonos (el dodecaedro regular) y Arquitas, el octavo sucesor del fundador (Pitágoras), se dice que perecieron ahogados en el mar. El pentágono del cual se deriva este dodecaedro, envuelve en sí los números incommensurables. El "pentagrama" era el emblema de los Pitagóricos y el ἄλογος (incommensurable) su secreto especial. Debe de hacerse ver, que el Pitagorismo fue popular hasta que se encontró que sus iniciados estaban tratando con estas "alarmantes y suersivas doctrinas", siendo entonces estos perseguidos y linchados - (92).

Podían moverse las cosas, como los astros en el firmamento, pero dentro de trayectorias perfectamente definidas y medibles. El movimiento o cambio como nosotros lo percibimos es diferente. Había quien incluso negaba en sí el movimiento como tal; Zenón, por ejemplo, sostenía que una flecha estaba quieta mientras se haya en el aire, dado que en cada instante ocupa un espacio igual a sí misma, y lo que ocupa un espacio igual a sí mismo no está en movimiento y está, por consiguiente, quieto (93).

(91)Spengler, O.:The Decline of the West. A.Knopf, 1932, p.83

(92)Encycl. Brith. XI Ed.: Articles: Pythagoras, Philolaus, Archytas.

En fin, para el mundo clásico estaba el "Cosmos", que implica una situación clara del mundo externo, un orden "armónico" que incluye cada cosa separada como una entidad bien definida, comprensible y presente. Y esta concepción se mantendría.

Más tarde con el surgimiento del cristianismo (por ejemplo), tendremos la misma concepción del orden. Dios creó el mundo una sola vez, y todo lo que existe fue creado en esos seis días que la tradición cristiana señala. Todos los animales, el hombre como tal, los planetas. Todo había sido y era como desde un principio. Estas ideas harían que el desarrollo de la actividad científica se guiase por el mismo patrón. Química (más bien Alquimia por entonces), Física, Matemáticas, seguirían tratando todo bajo la misma perspectiva.

Se aceptaba un orden único e inmutable en todo. Las estructuras sociales, Reyes, Nobles y Plebeyos, se consideraban fijadas por la autoridad divina. Eran como el universo era en sus manifestaciones y no se podía atentar contra eso.

No deja de ser cierto lo que decía Víctor Hugo: "no hay nada más poderoso que una idea a la que le ha llegado su tiempo" (94).

En resumen: Podemos decir que el modelo que se seguía era

(93) Whitrow, G.J.: La Estructura del Universo. FCE. Brev. No. 61, 1966, p.55

(94) ULSA, Esc. de Filosofía: 1: El Hombre ante los Problemas de la ciencia y de la Técnica, 1975, passim.

el de un círculo. Un algo sin fin, sin principio, y a la vez con ambos, definido, y que reflejaba en último término las cosas tal y como se veían pasar, la vida de las personas con sus ciclos, las estaciones que se sucedían, la Luna y los planetas en sus movimientos, etc.

El principio de la uniformidad de la naturaleza todavía se sigue en muchos tratamientos científicos actuales. Sin embargo, aunque todavía alguien pueda ver el orden del universo como Tales de Mileto, que estableció el principio de uniformidad (95), el hombre moderno maneja una concepción de las cosas y de cómo se ordenan éstas, completamente diferente. Para nosotros hay cambio.

El 11 de noviembre de 1572, contemplaba Tico Brahe las estrellas en un cielo claro, cuando vió luciendo exactamente encima de él una estrella nueva y rara, que sobrepujaba a las demás en brillo (96). Observando esta estrella durante varios meses se persuadió de que no era un cometa, sino "una estrella que lucía en el propio firmamento, una estrella nunca vista en edad alguna desde los comienzos del mundo". Tico quedó pasmado por su descubrimiento, "porque todos los filósofos están de acuerdo, y los hechos lo prueban claramente, que en las regiones éteras del mundo celestial no ocurren...cambios". Por cierto que era raro el fenómeno, una supernova, pues como sabemos, en toda la historia escrita del hombre sólo se regis

(95)Whitrow, G.J.: La Estructura del Universo, FCE, Brev. No. 61, 1966, p.203.

(96)Whitrow, G.J.: La Estructura del Universo, FCE, Brev. No. 61, 1966, p.204.

tran tres de éstas en nuestra galaxia: la que explotó el 4 de julio de 1054 (registrada en Corea y China nada más), la mencionada de 1572 y otra observada por Kepler en 1604 (97).

Había cambios en las cosas. Paulatinamente esta idea se fue ampliando hasta abarcar todas las áreas del saber humano y en sí hasta constituirse en un sentir. Fue una lucha larga y que tal vez todavía no haya concluido. Después de todo no es fácil para el hombre aceptar que las cosas cambien, esto le daba un sentimiento de inseguridad, que no era fácil de admitir. Si el universo admitía cambios, ¿cómo podíamos saber que no se iba a acabar todo en un momento?. Todos los seres humanos luchan por adquirir seguridad en todos los órdenes o planos: económico, psíquico, sentimental, y, si las cosas cambian, esto implicaba que nunca íbamos a poder asegurar nada, nunca podríamos estar seguros de algo.

Veamos algunas facetas que presentó en la ciencia este nuevo sentir o ver.

Al admitir un posible cambio, cambiose el modelo que se tenía de un círculo, por el de una línea recta. Sin principio ni fin perceptible, inconmensurable, pero continua. En matemáticas tendríamos la introducción de cosas como el cálculo basadas en considerar un cambio. La diferenciación es una forma de calcular la tasa de variación de una variable en una situación en relación con otra en cualquier parte de un proceso. -

(97) Bronowski, J. & Mazlish, B.: The Western Intellectual Tradition, Harper, 1975, p. 115-116.

Variación, proceso, cambio (98).

TABLA No. 4.-: SUPERNOVAS EN LA HISTORIA.

Los estudios recientes en el campo, en base a restos observados da un total de siete 7 supernovas en nuestra galaxia en los últimos 2 000 años. Sin embargo, para efectos de historia de la ciencia, sólo tres han tenido repercusión sobre el desarrollo de nuestra concepción del universo; las explosiones de 1054, 1572 y 1604.

ANO	CONSTELACION	MAGNITUD	DURACION	LONGITUD GALACTICA	REGISTROS
185	Centauro	- 8	20 meses	0° + 2°	Chino
393	Escorpión	- 1	8 meses	0° + 5°	Chino
1006	Lobo	- 8 a -10	Varios años	+ 14.5°	Chino Japonés Europeo Arabe
1054	Toro	- 5	22 meses	- 5.8°	Chino Japonés
1181	Casiopea	0	6 meses	+2° + 2°	Chino Japonés
1572	Casiopea	- 4	18 meses	+ 1.4°	Chino Coreano Europeo
1604	Serpentario	- 2.5	12 meses	+ 6.8°	Chino Coreano Europeo

NOTA: La escala de magnitudes es logarítmica, en la cual los números negativos indican una mayor brillantez que los positivos. La magnitud cero es la de la estrella Vega y -4 la de Venus.

Desarrollamos nociones de "espacio" como algo inconmensurable, y desde Descartes hasta nuestros días es difícil de decir cuántos matemáticos se han dedicado a definir este nuevo "indefinible e inconmensurable." (99).

En física y astronomía por ejemplo, veamos algo de lo que implicaba este cambio de concepción.

Se tenían desde los mayas, griegos, árabes, tablas que mostraban las posiciones de los planetas (conocidos entonces) a lo largo del año. Kepler describía con sus tres leyes, las características de sus movimientos (100), esto una vez que el sistema de Copérnico, sistema heliocéntrico, había sido aceptado. Estos movimientos, sin importar lo que se pensase en la Tierra, eran consistentes; habían sido de una cierta forma antes de pensar en un modelo de movimiento como línea recta y seguían siendo igual ahora que se pensaba así.

Pero había una pequeña diferencia. Si lo que yo veía que pasaba a mi alrededor, seguía una trayectoria o forma circular o similar, y éste era el orden perfecto, pues entonces no había mucho que pensar, era como Dios lo había fijado en un principio y nada más. Pero, si el movimiento perfecto era una línea recta y lo que yo veía no parecía seguirla, era porque había algo más en juego. Este algo más, que modificaba entre otras cosas las trayectorias de los planetas de una tendencia rectilínea a una circular o elíptica era una fuerza.

(98)Bergamini, David: Matemáticas. Time-Life, 1969, p. 99.

(99)Spengler, O.: The Decline of the West. A. Knopf, 1932, p.81.

(100)Bergamini, David: El Universo. Time-Life, 1968, p.14-16.

Acordémonos de como fue que Halley propuso a Newton el problema de la trayectoria que seguiría un cuerpo si se viese afectado por una fuerza... y que al final resultó en la obra científica más importante jamás producida: los "Principia Mathematica" de Newton (101).

Surgieron la fuerza de gravedad, la inercia, las fuerzas eléctricas. Todo de este pequeño pero fundamental cambio en la interpretación del orden que siguen las cosas (o como culminación según la visión que se tenga). En todos los modelos que en alguna forma sean curvos, ya sean elipses, espirales, círculos, se intuye ahora la noción de algo que ha modificado el movimiento perfecto que sería el de una trayectoria recta.

Ya hemos dicho que antes se pensaba que Dios creó a todos los animales y al hombre, parece que un poco menos animal que los otros, en los seis días de la creación. No había habido cambios desde entonces. Pero conforme empezó a esparcirse la nueva concepción del orden que seguía la naturaleza, y conforme pasó el tiempo y la ciencia avanzó, se empezó a dudar de esto. Teníamos cada vez más y más pruebas de que no todo era o había sido igual siempre. Aparecían fósiles de seres distintos a los que conocíamos en la actualidad. Muchos los coleccionarían para que hombres como Cuvier los tratase de fijar en algún cuadro natural. Finalmente, como ya lo hicimos ver,

(101) Newton, I.: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, London, 1687. Traducción, Britannica, 1978.

se incorporó la idea del cambio a las ciencias naturales. - Lyell, Wallace, Darwin, Mendel, Boucher de Perthes, son algunos de los que harían que se cambiase la visión de un algo inmutable por algo en continuo cambio, en continuo desarrollo, tanto en Geología como en Biología y Antropología.

En Química el cambio a esta nueva concepción no se dió realmente sino hasta este siglo.

Cuando empezamos a entender como estaba constituida la materia, gracias al trabajo de Cavendish, Priestley, Lavoisier y Dalton, tuvimos una visión de las cosas que aunque más completa, seguía el mismo patrón que las ideas que hemos mencionado que se seguían en la antigüedad. Los elementos y los compuestos eran algo inmutable, y que si sujetos a combinación, esto era en proporciones únicas y constantes. Se tiene la ley de las Proporciones Definidas, las leyes de la Conservación de la Materia y de la Energía, principio de Avogadro (102).

Teníamos un orden estático.

Pero siguiendo la misma evolución que hemos descrito en otras áreas, esto se empezó a cambiar.

Si antes se creía que no se podía crear nada, sino que todo lo que se formaba era porque seguía una misma secuencia natural fija, y que por consiguiente, por citar un ejemplo, la materia orgánica no podía crearse en el laboratorio, hom-

(102) Jaffe, B.: Crucibles: The Story of Chemistry. 4th ed. Dover, 1976, passim.

bres como Woehler, que hizo la primera síntesis orgánica (la de la urea) en el laboratorio, a partir de sustancias inorgánicas, destruyendo el principio del "vis vitalis", dando lugar al desarrollo de la química orgánica, de la que han venido sulfas, anfetaminas, esteroides, aminoácidos, proteínas, -contribuirían a cambiar esta noción.

Más adelante los trabajos de gente como Madame Curie y su esposo darían lugar a nociones como la de la radioactividad, noción que implicaba que en el universo la materia está en continuo cambio, pasando de una forma a otra. Teníamos a Clausius y Boltzman, hablando de la entropía o tendencia de los sistemas a seguir en un sentido, degradación de la energía, etc.

Imaginémonos cosas que ahora oímos como hoyos negros y hoyos blancos (103, 104) en el espacio (por cada coladera tiene que haber una llave), transformaciones de la materia, colapsos gravitacionales (105), etc. Todo lo cual nos habla de un cambio continuo y que por alguna razón decimos que es irreversible, esto es, por ejemplo, en la evolución hablamos de pasar de las formas y compuestos más sencillos o simples a los más complejos o sofisticados y no al revés. Surgirán seres más especializados, no más simples. ¿Por qué? Simplemente porque así parece, o nos parece que sucede en la actualidad. (Después de todo se dice que empezamos realmente a -

(103) Misner, Charles W.: Gravitation. W.H. Freeman, 1973, passim.

(104) Dultzih, D.: Los Hoyos Negros. Naturaleza, v.5 no. 3, 1974, pp. 111-118.

(105) Scientific American: Nov. 1967, p.88; May, 1972, p. 38



TABLA No. 5 .-: PRINCIPALES FORMAS DE ENERGIA EN EL UNIVERSO.-

Están colocadas según su entropía asociada, expresada ésta en electrón-volts a la menos uno. La entropía que mide el grado de desorden asociado con cada forma de energía, varía aproximadamente en forma inversa con respecto a la temperatura asociada. La energía generalmente va de los niveles más altos a los más bajos, esto es, en la dirección en la que se tenga un aumento de entropía.

<u>FORMA DE ENERGIA</u>	<u>ENTROPIA POR UNIDAD DE ENERGIA</u>
GRAVITACION	0
ENERGIA DE ROTACION	0
ENERGIA DE MOVIMIENTO ORBITAL	0
REACCIONES NUCLEARES	$10^{-6}$
CALOR INTERNO DE LAS ESTRELLAS	$10^{-3}$
LUZ DEL SOL	1
REACCIONES QUIMICAS	1 - 10
CALOR TERRESTRE DE DESECHO	10 - 100
RADIACION COSMICA DE MICROONDAS	$10^{-4}$

progresar el día en que en vez de preguntar ¿por qué? preguntamos ¿cómo? en la ciencia (106) ).

Esta idea de un cambio del cual no parece que percibamos el origen o el final, se encuentra también en las demás áreas o campos de actividad humana. Más o menos al mismo tiempo que en las ciencias exactas, se adoptó un concepto de cambio o de tendencia a éste, en las esferas social, económica. Así como la idea de la evolución, surgió la idea del progreso que seguimos manejando. Progreso o cambio continuo.

Podríamos seguir enumerando ejemplos de como hemos cambiado nuestra visión estática y limitada, por la dinámica e ilimitada, pero creo que aunque brevemente, hemos dejado establecido el punto.

Como alguien dijo: "lo más difícil de percibir es lo simple". Pasar de un círculo a una línea recta puede parecer trivial a primera vista, pero a veces no lo es.

Tal vez nuestra idea o modelo del orden se tenga que cambiar un día de éstos. Tal vez tengamos que fusionar bien las diferentes formas de concebir el orden que hemos tenido, antes de buscar otra, pero lo importante es tener presente que estático o no, simple o complicado, este universo ha sido y seguirá siendo el lugar en que vivimos.

(106)Hawkins, David: The Language of Nature. W.H. Freeman, 1964, p. 189.

## C A P I T U L O    V I I

### MODELO ACTUAL

"Es el eterno destino de las verdades, empezar como herejías y terminar como supersticiones".

T.H.Huxley (107, 108)

Como hemos tratado de mostrar, son varios los elementos que se integran para darnos el orden o idea de éste que manejamos. Tenemos nociones, símbolos, lenguajes, leyes. - Todos de alguna manera constituidos en un todo; un algo que día a día tratamos de implementar.

Cuando vemos el universo podemos, como lo hicimos ver en un principio, tratar de ajustar alguna idea o modelo pre-fabricado, o tratar simplemente de ver "qué" y "cómo" ocurre. Así podríamos encontrar los diferentes tipos de simetría que se siguen (109) en la naturaleza, o las reglas de periodicidad, como las de los elementos químicos encontrados por Mendeleiev y Moseley (110), o muchas otras cosas. Pero, lo importante es cuando hemos integrado de tal forma el saber que éste se constituye en una visión más y más amplia, hasta llegar a un paso final en el que se ve el establecimiento de un modelo: "del modelo", que es el universo.

Antes de tratar sobre el modelo que estamos incorporando actualmente, es conveniente hacer mención de algunos de los pasos, que más que otra cosa, complementan los que ya hemos mencionado.

(107)Bibby, Cyril: T.H.Huxley: Scientist, Humanist and Educator Watts, 1959, p.90.

(108)Huxley, T.H.: Collected Essays, 9 vols. 1893-4, II, 229.

Para establecer un orden en nuestra visión, partimos, ya sea por nuestro sentir, por nuestra experiencia, porque así nos parece que es, o por la causa que se desee, del -- principio de totalidad o unicidad. Se parte de un todo único, llámese universo, Dios, "todo". Posteriormente y dado que lo menos en lo que se puede partir algo es en dos, tendremos lo que se llama principio de dualidad:

Así:	ser:	no-ser
	existir:	no-existir
	sí:	no
	hombre:	mujer
	micro:	macro
	espacio:	tiempo
	materia:	energía
	etc.:	etc.

• Tras esta primera división o conceptualización se incorporan las triadas, que aún no se visualizan como principio, - pero que de cualquier forma usamos, por creer que es de lo - que mejor describe el universo.

Con el principio de dualidad se tiene de cierta manera - implícita la noción de definitividad, de no-cambio. Al incorporar el tiempo como elemento funcional o de cambio, las cosas ya no sólo son o no, sino que "pueden haber sido", o "llegado a ser".

(109) Scientific American, 1965, Dec., p. 28.

(110) Jaffe, B.: Crucibles: The Story of Chemistry, 4th. ed. Dover, 1976 pas.

Las triadas involucran así el "pasar de un elemento a otro de las mismas".

Así:

Historia: antigua, media, moderna (111).

Etapas: salvajismo, barbarie, civilización (112).

Evolución: materia, vida, espíritu (113).

Edades: piedra, bronce, hierro (114).

Educación: básica, media, avanzada

Materia: átomos, elementos, moléculas.

Matemáticas: mayor, igual, menor.

Reinos: mineral, vegetal, animal.

Estadios: inferior, medio, superior.

Eras de la vida: paleozoico, mezozoico, cenozoico.

Existen, claro está infinidad de triadas, en las que el elemento de continuo-temporal no se aprecia, al menos con facilidad:

Familia: padre, madre, hijo.

Trilogías Religiosas: Padre, Hijo, Espíritu Santo.

: Brahma, Shiva, Vishnu.

Literalmente, hay cientos de estos ejemplos.

Considerar grupos de cuatro o más, en general sólo implica las cosas, tendiéndose en general a preferirse los gru-

(111)Spengler, O.: The Decline of the West, A. Knopf, 1932, p.15ss.

(112)Engels, F.: El Origen de la Familia, la Propiedad Privada y el Estado. Progreso, 1970, p.19 siguiendo a Morgan L.: Ancient Society, London, 1877.

(113)Wildiers, N.M.: Teilhard de Chardin, Fontanella, 1968, p.52.

(114)Childe, G.: Los Orígenes de la Civilización. FCE, B.n. 92. 1971, p.17

pos de tres. Aún así hay cuatro estaciones, cuatro fuerzas - fundamentales en física, etc.

Todo esto constituye lo que es el proceso diversificador en la búsqueda del orden. En esta etapa todavía no vemos las relaciones entre los distintos fenómenos, las cosas parecen complicarse cada vez más. El ejemplo más característico lo constituyen los "árboles".

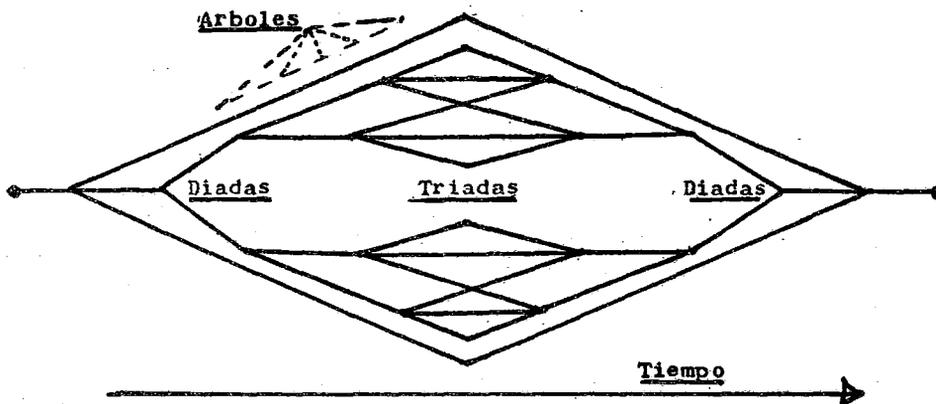
Los "árboles" se encuentran en todas las ramas de la ciencia, árboles evolutivos, de lenguajes, árboles en los problemas matemáticos, y así muchos otros. Muchos árboles sólo nos dicen que todo parece que vino de un mismo punto y nada más. Sin embargo, algunos "árboles" más elaborados tienen una secuencia, un orden con respecto al tiempo, lo cual ya es un avance, pues la introducción del orden temporal de una secuencia o cronología, ya implica un gran paso en la integración de las cosas, como ya vimos. Recordemos a Bacon que decía que "la geografía y la cronología son los ojos de la historia" (115), o lo que es lo mismo, el orden temporal y el orden espacial. O a Teilhard de Chardin: "... nada es comprensible más que por su historia..." (116).

Después viene el proceso o etapa de integración propiamente dicha, etapa en la que se establecen las diferentes -

(115) Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa, 1933, passim.  
(116) Chardin, T.: El porvenir del hombre, 3a. ed. Taurus, - 1967, p. 25.

relaciones entre los hechos presentados, se unifica, adquiriéndose un orden espacial preciso.

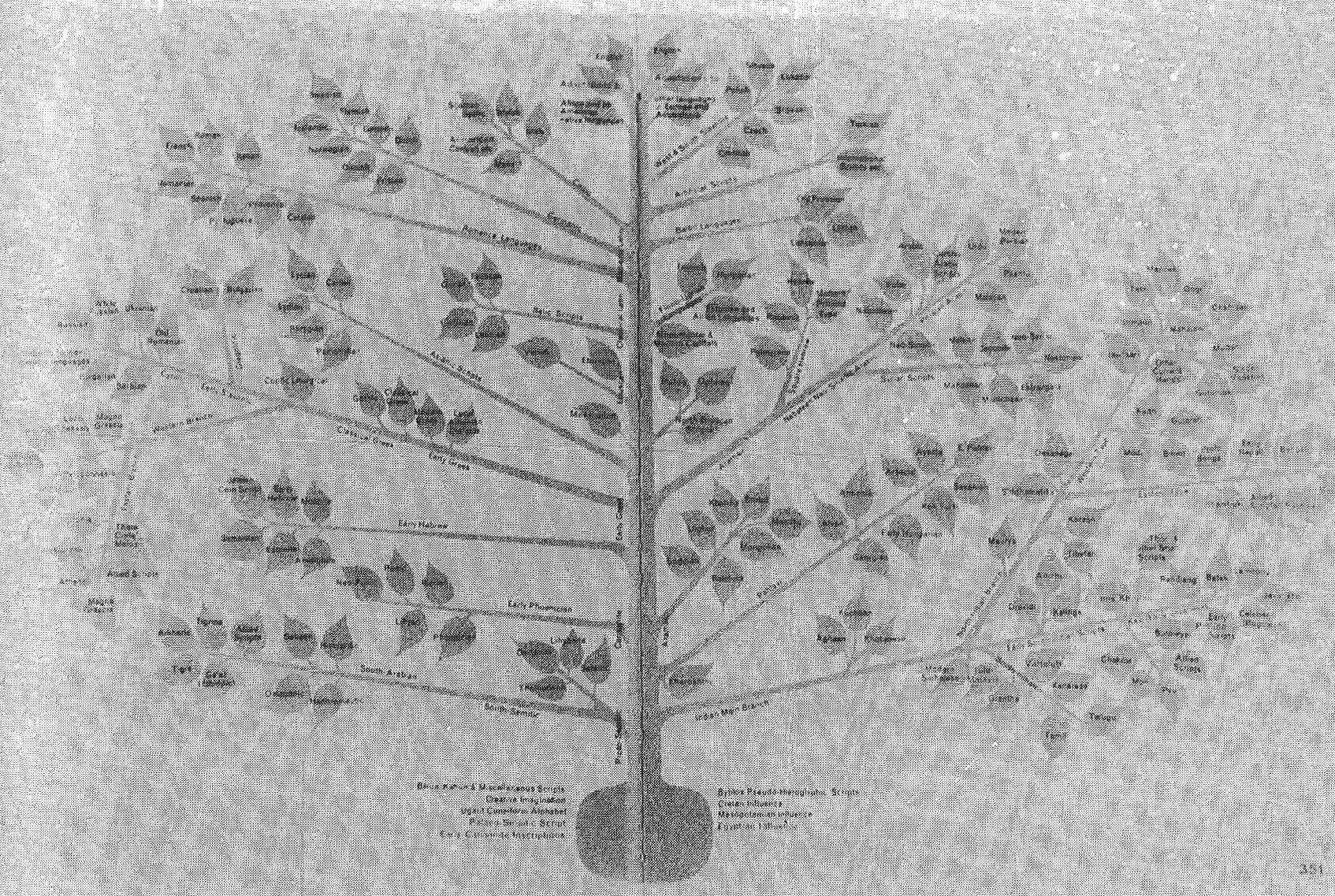
Figura No. 16.-:



Y se tiene que organizar e integrar a fin de adquirir una comprensión real del universo. Nos parece ahora natural el decir que existe una tendencia a unificar, ya Chardin decía que "antes dejaría de girar la Tierra, que la humanidad, considerada en conjunto de organizarse y unificarse" (117), y si se tiende a unificar la humanidad, las manifestaciones de la misma; ciencia, arte, religión, que en último caso son las que reflejarán el proceso, con mayor razón.

La frontera entre las dos etapas, diversificadora-unificadora, no es en general clara de precisar. Es como tratar de encontrar el límite entre la sucesiva sintetización de moléculas orgánicas más y más complejas, hasta el momento en el que digamos que "hemos sintetizado una molécula que ya es --

(117) Chardin, T.: El porvenir del hombre, 3a. ed. Taurus, -- 1967, p. 194-5



"vida" (118). O como encontrar el límite en centímetros cúbicos de capacidad craneal que distingue a un hombre de un mono (119). Tal vez sencillamente no existe ese límite fijado.

Existen actualmente tres modelos físicos espacio-temporales, Newton, Minkowski, Einstein, que aunque ya de alguna forma incorporan, unifican ciertos elementos, como sería el espacio y el tiempo en el modelo de Minkowski, no podemos fijarlos en la etapa integradora, simplemente porque aún tenemos tres modelos en vez de dos o de uno. Si posteriormente sintetizamos a partir de ellos un solo modelo, entonces diremos que los tres modelos primitivos ya eran parte del proceso integrador. Si por el contrario, generamos cuatro o más a partir de los tres base, aún consideraremos que se trata de la etapa diversificadora en la búsqueda del orden(120).

Integramos y tenemos el modelo.

Ya vimos al tratar del modelo de círculo y del de la línea recta, como es que estos modelos son muy amplios, toda una visión del universo.

Tuvimos el modelo del círculo, luego el de la línea recta. Sin embargo aunque suponemos ahora una evolución, existen

(118) Bronowski, J.: The Identity of Man, NHP, 1971, passim.

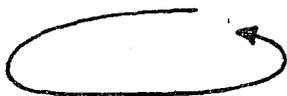
(119) Silverberg, R.: El Hombre antes de Adán, Diana, 1969, p. 100-3.

(120) Einstein, A.; Minkowski, H.: The Principle of Relativity, Dover, 1923, pp. 75-91.

muchas cosas que de alguna manera parecen seguir un patrón o modelo cíclico. Decimos que la economía pasa por unas -- ciertas crisis periódicas o cíclicas; en otra esfera decimos que el universo se expande, sólo para tener que contraerse nuevamente un día (teoría de la gran explosión) (121), y -- así en muchas otras cosas.

Consciente o inconscientemente hemos incorporado todos estos hechos y teorías, construyendo un modelo de "espiral".

¿Por qué?. Muy sencillo. Si vemos que las cosas o al menos algunas de ellas más o menos parecen repetirse;



Si cerrásemos la figura implicaría el modelo de un círculo, cosas que se repiten de la misma manera después de un cierto tiempo. Pero sabemos que hay cambio, o al menos así -- parece.

Entonces, digamos que sí parece que las cosas tienden en cierta forma a repetirse, pero no del todo, pues en vez de cerrarse el perfil del movimiento, presenta este una cierta - variación, una pequeña desviación con respecto al ciclo ante-

(121)Weaver, K.: The Incredible Universe, Nat. Geo. Mag. May, 1974, p. 624

rior (como mercurio en su órbita) (122), desviación que de alguna manera es el cambio o progreso que observamos;

Figura No. 17.-:



La flecha en la figura sería el progreso, o por ejemplo, en una aplicación más específica la entropía. Este concepto, como sabemos es esencialmente la ley evolutiva de la desorganización continua o de la estabilización de la estructura desde el punto de vista energético.

Aunque hablemos de progreso, y el modelo sea aplicable a

(122)Whitrow, G.: The Nature of Time. Penguin,1975, p. 108.

todo el saber humano, consideraciones en el sentido de si --  
representa un progreso en sentido positivo o negativo, no --  
las haré. Lo más que diré es que viendo como Huxley, 'el --  
largo progreso del hombre a través del pasado', se puede --  
aceptar éste "como un motivo razonable para creer que se al-  
canzará un futuro más noble". De otra manera "preferiría que  
un amable cometa barriese la tierra entera" (123).

Espero que esto de la espiral no parezca metafísica y --  
aún así recordemos que la segunda ley de la termodinámica fue  
definida por Bergson como "la más metafísica de las leyes de  
la naturaleza", y eso (124) que es uno de los pilares de la --  
termodinámica. Ya Einstein diría que "una teoría es tanto más  
impresionante cuanto mayor sea la simplicidad de sus premisas,  
y cuanto más diferentes sean las clases de cosas que relacio-  
ne y cuanto más extenso sea el rango de su aplicabilidad".  
De ahí, decía Einstein, "la profunda impresión que la termo-  
dinámica clásica ha hecho en mí. Es la única teoría física de  
contenido universal, sobre la cual, estoy convencido, que den-  
tro de la armazón de la aplicabilidad de sus conceptos básicos  
nunca será derruida" (125).

Algunos ejemplos de como estamos incorporando este mode-  
lo de la espiral serían:

(123) Bury, J.B.: La Idea del Progreso, A.E., 1971, pp. 306, 308.

(124) Glansdorff P. & Prigogine, I.: Thermodynamic Theory of  
Structure Stability and Fluctuations. J. Wiley, 1971, passim.

(125) Klotz, Irving. M.: Energy Changes in Biochemical Reactions  
A.P. 1967, p. 1

-- (En un tratado de economía): "La crisis económica es la interrupción del proceso normal de reproducción. La base humana y material de la reproducción, el volumen de mano de obra productiva y el volumen de instrumento de trabajo, efectivamente empleados se restringe. De ahí resulta una baja del consumo humano y una baja del consumo productivo, es decir, una disminución del trabajo vivo y del trabajo muerto que -- estará a disposición de la producción durante el ciclo siguiente. De esta forma, la crisis se reproduce en forma de "espiral". La interrupción del proceso normal de reproducción disminuye a su vez la base de partida de éste... (126).

-- Winckelmann en el arte:... la línea que describe lo bello es elíptica (o en espiral) y en la misma están la simplicidad o unicidad y la constante variación... (127).

-- Collingwood en la historia:... el movimiento cíclico de la historia no es una pura rotación de fases iguales; el movimiento es en espiral y no en círculo; la historia jamás se repite, sino que el retorno a cada nueva fase se reviste de formas distintas de las precedentes... (128).

Y así tendríamos ejemplos con la espiral de la evolución o de la vida, etc.

(126) Mandel, Ernest: Tratado de Economía Marxista, 2 vols. Era, 1977, v. I, p. 319.

(127) Winckelmann, J.: De la Belleza en el Arte Clásico, IIE, UNAM, 1959, p. 117.

(128) Collingwood, R.G.: Idea de la Historia. FCE, 1979, pp. 74, 118.

Es el modelo que ahora podemos al menos empezar a percibir. Por otra parte, independientemente del aspecto conceptual o de integración de modelos, muchas cosas en la naturaleza tienen forma de espiral: las galaxias (129), los huracanes, los nautiloides (130), algunas reacciones químicas (131), etc.

Es nuestro modelo actual.

Este modelo es en sí la integración del saber humano. ¡Qué difícil es para muchos el darse cuenta de la unicidad del universo, y de cómo se integran las cosas! Son muchos los que pretenderán que cuestiones como las tratadas en este trabajo no competen a un Ingeniero, siendo que éste debería de tratar solamente aspectos científicos o técnicos.

Si no se busca entender cuáles son los principios y cómo se ordenan, que rigen no sólo la ciencia sino el saber, se tendrán profesionales que no pasarán en el fondo de ver a la ciencia como una modificación del arte negro, adaptada a los gustos de la época y que florece, principalmente a consecuencia de la decadencia de la Inquisición (132).

La ciencia se incorpora en el todo que es el saber, éste a su vez en el hombre, el hombre en el universo y el universo en Dios, porque después de todo:

(129)Scientific American, May, 1979, p. 56.

(130)Pinna, Giovanni: The Dawn of Life. W.P., 1972 pp. 86-102.

(131)Winfree, A.: Rotating Chemical Reactions. Scient. Amer. June, 1974, pp. 82-95.

(132)Huxley, T.H.: Science and Education. Werner, p. 45. 1893.

...Este Ser gobierna todas las cosas, no como el alma del mundo, sino como Señor de todo... El Supremo Dios es un Ser eterno, infinito, absolutamente perfecto... él es supremo... él es eterno e infinito, omnipotente y omnisciente; eso es, -- su duración va de eternidad a eternidad; su presencia de infinito a infinito; él gobierna todas las cosas, y sabe todas las cosas que son o que pueden ser hechas. El no es eternidad e - infinidad, sino eterno e infinito; él no es duración o espacio, pero perdura y está presente. El perdura siempre y está en todo lugar presente, y, por existir siempre y en todo lugar, él constituye duración y espacio... Dios es el mismo Dios, siempre y en todo lugar. El es omnipresente no sólo virtualmente, sino también substancialmente... en él todas las cosas están contenidas... y es dado por todos que el Supremo Dios --- existe necesariamente...

Alguien preguntará ¿de qué libro de Teología viene esta cita?. ¿qué obispo lo escribió?. Pues la verdad viene de un libro que Boltzmann llamó:... "la primera y la mayor obra que se haya escrito nunca sobre física teórica". Misma obra que Laplace consideraría:... "la obra que predomina por encima de cualquier otra producción del genio humano". Obra cuyo autor Lagrange consideraba "el mayor genio que nunca hubiese existido". Sobre el que Einstein dijo:... "la naturaleza era para él un libro abierto cuyas letras podía leer sin esfuerzo" (133).

(133) Newman, James R.: Sigma, el Mundo de las Matemáticas. 6 vols. Grijalbo, 1968, vol. I, pp. 181-210.

Es una cita de la parte final de los "Principia ---  
Mathematica" de Isaac Newton (134).

(134) Newton, Isaac: Mathematical Principles... Enc. Britannica,  
1978, p. 370.

## C O N C L U S I O N E S :

A lo largo del presente trabajo he hecho resaltar algunos de los aspectos, a mi juicio, más relevantes sobre nuestra forma de ordenar nuestra visión de la naturaleza en la ciencia.

Sin embargo, por necesidad, se han incorporado notas y citas que propiamente se refieren a otros campos o áreas de la actividad humana: arte, economía, etc. Esta necesidad se fundamenta en el hecho, que espero haya quedado patente, de que tanto el universo, como el hombre son una unidad, que no se puede separar en fracciones. Separamos, dividimos, tomamos por partes muchas cosas, para hacer más fácil, o simplemente posible su dominio. Así, aunque el conocimiento es sólo uno, tenemos diferentes "ciencias" para abarcarlo: física, química, matemáticas y así muchas otras, pero las ideas fundamentales son un solo conjunto que se manifiesta por igual en cualquier campo, ciencia, área.

De lo anterior se hace ver la importancia que tiene, poder en un determinado momento concebir esas pequeñas ideas, -pequeñas piedras angulares en el monumento del saber. Vemos que en la vida práctica, no sólo del Ingeniero Químico, sino de cualquier profesional y aún de cualquier persona, la que tiene mejores posibilidades de superarse, de subir a las posiciones de más responsabilidad, jerarquía, etc., es la persona que logra integrar lo más posible del saber humano.

Una de las máximas de nuestra civilización es que "no hay nada más poderoso que el saber", y esto es cierto. Se tendrá un mejor trabajo, un mejor puesto, cuanto más se sepa y mejor se aplique.

Hay sin embargo, quienes pueden llegar a saber mucho sobre un área específica, los llamados especialistas y sin embargo, no subir mucho, ni hacer mucho, y es que como mencioné, no se trata de abarcar un área específica completamente, sino de "integrar" las más posibles áreas, tantas ramas del saber como se pueda. Claro está que hay otra máxima en el sentido de que nadie puede saber todo, muy bien, aceptamos este principio, y sin embargo no modificaremos la idea, pues no se trata de conocer en muchos casos cada detalle, cada hecho, cada fragmento del saber, no, se trata de entender y comprender cuando menos los principios fundamentales de cada rama o de todas las ramas. El profesionista que pueda además de saber lo que propiamente es su cargo, algo de otros campos, digamos un Ingeniero Químico que además sepa un poco de administración, de economía, de psicología, de leyes, y que pueda integrar todos estos elementos en una unidad que es como en muchos casos se le van a presentar, estará mejor capacitado para ocupar una mejor posición, para coordinar, para planear o dirigir, simplemente porque tendrá una visión más amplia.

Cuántos problemas hay, en muchos casos los más importantes, que tienen implicaciones amplias, que no solamente se refieren a un detalle técnico, cosa que muchos pseudo-Ingenieros Químicos creen, sino que por el simple hecho de incluir perso-

nas, tienen elementos mucho más variados; necesidad de considerar las relaciones humanas, las condiciones sociales, económicas, relativas al caso.

Un problema que se me presente en una planta, puede en muchos casos no ser simplemente debido al equipo y las condiciones de operación del mismo, sino al lugar donde esté la planta, el impacto que ésta causa en la población cercana, los orígenes y estructuras que por el medio del que provengan, manifiesten los trabajadores, que sí por ejemplo, algunos vienen de poblaciones con un sentimiento religioso más centuado, me convendrá tener presente esto para no dar lugar a una situación en la que se choque, digamos al hacer trabajar a alguien en un día festivo religioso, etc.

No podemos esperar que todo el que pretenda ser profesional o Ingeniero Químico en este caso, estudie todas las áreas del saber, aunque tal vez sería lo mejor pero sí podemos buscar que adquiriera consciencia de cuáles son esos principios fundamentales que se manifiestan en todas esas áreas. Este trabajo ha tratado de mostrar la importancia de algunas nociones muy sencillas, una vez que se han expresado, pero que muchos olvidan o simplemente no llegan a captar en su significado y utilidad jamás.

Si alguien entiende y es capaz de aplicar ese juego de nociones fundamentales, no importará mucho el que en un de-

terminado momento de su vida, por una circunstancia u otra, se vea impelido a moverse en áreas diferentes a aquella que en un principio estudió, o bien, que se le presenten problemas de diversa índole a la esperada, pues tendrá las herramientas que lo ayudarán a salir adelante.

Muchas personas se olvidan de que la primera barrera que hay que vencer para salir adelante es la que nosotros mismos ponemos, barrera que muchos egresados de las escuelas profesionales se han puesto, al no darle el valor que tienen a -- otras áreas o actividades; al creer que sólo es necesario -- saber más y más de su propia área. Es un error que probablemente les cueste su vida comprender.

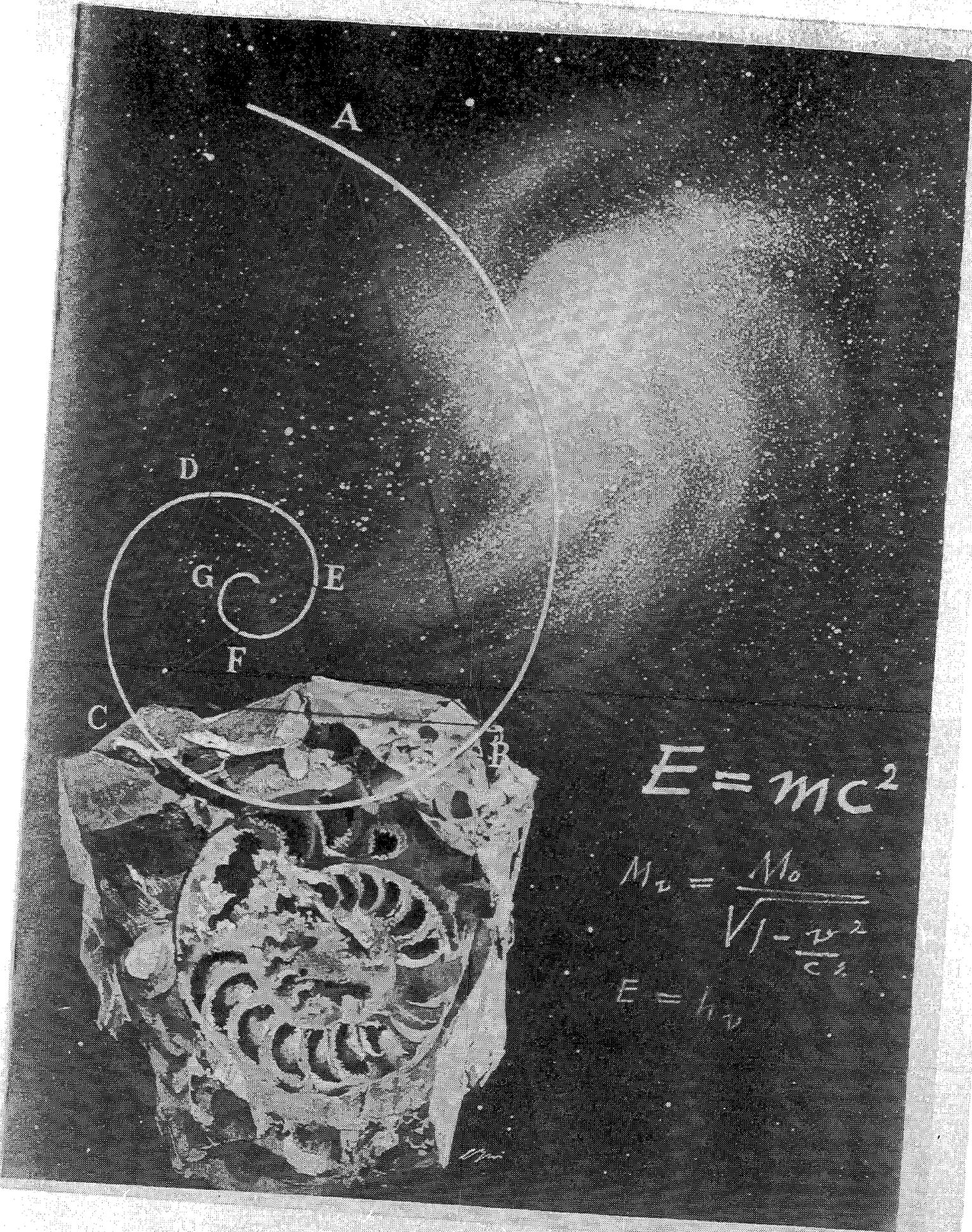
Hay una manera en la que este Universo fue ordenado. Una manera en la que nosotros tenemos que ordenar nuestra visión del mismo para hacerla funcional. Tal vez la forma en la que hoy vemos las cosas no sea la misma que tendremos mañana, pero lo importante es que siempre haya hombres y mujeres que busquen entender ese orden, porque ese orden no es más que la armonía, y la armonía no es más que una de las hermosas manifestaciones de Dios ante nosotros.

Y finalmente dedico esta tesis:

"... a todos aquellos hombres que de una manera u otra han cambiado nuestra forma de ver el universo".

Denis Diderot (135).

(135) Bronowski, J. & Mazlish, B.: The Western Intellectual Tradition, Harper, 1975, p. 251.



$$E = mc^2$$

$$M_v = \frac{M_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E = h\nu$$

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aristóteles  
METAFISICA  
Espasa-Calpe, 1975.
- 2.- Bacon, Francis  
NOVUM ORGANUM  
Porrúa, 1975.
- 3.- Barry, Gerald; Bronowski, Jacob; Huxley, Julian  
COMMUNICATION AND LANGUAGE  
McDonald, 1965.
- 4.- Bean, R.B.  
SOME RACIAL PECULARITIES OF THE NEGRO BRAIN  
Amer, J. Anat., 1906, 5: pp. 353-432
- 5.- Bergamini, David  
MATEMATICAS  
Time-Life, 1969.
- 6.- Bergamini, David  
EL UNIVERSO  
Time-Life, 1968
- 7.- Bibby, Cyril  
T.H. HUXLEY: SCIENTIST, HUMANIST AND EDUCATOR  
Watts, 1959.
- 8.- Boyer, Carl  
A HISTORY OF MATHEMATICS  
Jonh Wiley, 1968.
- 9.- Bronowski, Jacob  
EL ASCENSO DEL HOMBRE  
F.E.I., 1979.

- 10.- Bronowski, Jacob  
THE IDENTITY OF MAN  
N.H.P., 1971.
- 11.- Bronowski, Jacob & Mazlish, Bruce  
THE WESTERN INTELLECTUAL TRADITION  
Harper, 1975.
- 12.- Buffon, G.L.C.  
HISTOIRE NATURELLE  
Paris, 1749-85, 33 vols.
- 13.- Bury, John B.  
LA IDEA DEL PROGRESO  
Alianza Editorial, 1971.
- 14.- Cicero  
DE OFFICIIS  
Loeb Classical Library, 1968, No. 30.
- 15.- Cicerón  
TRATADOS MORALES  
Clásicos Jackson, No. 24, 1966.
- 16.- Cimino, Bárbara  
GALILEO  
Mondadori, 1967.
- 17.- Clark, Kenneth  
CIVILIZATION: A PERSONAL VIEW  
J. Murray, 1971.
- 18.- Collingwood, R.G.  
IDEA DE LA HISTORIA  
FCE, 1979.

- 19.- Cuvier, G.  
LE REGNE ANIMAL...  
Paris, 1817, 4 vols.
- 20.- Chardin, Theilard  
EL PORVENIR DEL HOMERE  
Taurus, 3a. ed., 1967.
- 21.- Childe, Gordon  
LOS ORIGENES DE LA CIVILIZACION  
FCE, Brev. No. 92, 1971.
- 22.- Dante  
DIVINA COMEDIA  
Clásicos Jackson no.31, 1966.
- 23.- Dikner, Bern  
HERALDS OF SCIENCE  
MIT, 1969.
- 24.- Dilthey, Wilhem  
HISTORIA DE LA FILOSOFIA  
FCE. Brev. No. 50, 3a. ed. 1967.
- 25.- Doblhofer, Ernst  
VOICES IN STONE  
Paladin, 1979.
- 26.- Dultzin, D.  
LOS HOYOS NEGROS  
Naturaleza, v. 5, No. 3, 1974.
- 27.- Einstein, A.; Minkowski, H.  
THE PRINCIPLE OF RELATIVITY  
Dover, 1923.
- 28.- Encyclopedia Britannica  
ARTICLES: PYTHAGORAS, PHILOLAUS, ARCHYTAS.  
E.B., 1947

- 29.- Engels, F.  
EL ORIGEN DE LA FAMILIA, LA PROPIEDAD  
PRIVADA Y EL ESTADO  
Progreso, 1970.
- 30.- Espasa-Calpe  
ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEA-  
AMERICANA  
Espasa, 1907-1933.
- 31.- Gibbon, Edward  
DECLINE AND FALL OF THE ROMAN EMPIRE  
Modern Library, 1973, 3 vols.
- 32.- Gibbon, Edward  
AUTOBIOGRAFIA  
Espasa-Calpe, 1949.
- 33.- Glansdorff, P.; Prigogine, I.  
THERMODYNAMIC THEORY OF STRUCTURE, STABILITY AND  
FLUCTUATIONS  
\* John Wiley, 1971.
- 34.- Greene, Jay E.  
100 GRANDES CIENTIFICOS  
Diana, 1969.
- 35.- Grosser, Morton  
THE DISCOVERY OF NEPTUNE  
Dover, 1979.
- 36.- Hawkes, Jacqueline  
THE ATLAS OF EARLY MAN  
MacMillan, 1977.
- 37.- Hawkins, David  
THE LANGUAGE OF NATURE  
W.H. Freeman, 1964

- 38.- Hay, Denis  
ANNALISTS & HISTORIANS  
UP. Methuen, 1977.
- 39.- Herschel, William  
ACCOUNT OF A COMET  
London, 1781.
- 40.- Hilton, James  
LOST HORIZON  
Pcket, - B., 1972.
- 41.- Huxley, T.H.  
COLLECTED ESSAYS  
1893-4, 9 vols.
- 42.- Huxley, T.H.  
SCIENCE & EDUCATION  
Werner, 1893.
- 43.- Jackson, W.M. (ed)  
DICCIONARIO HISPANO UNIVERSAL,  
1956, 2 vols.
- 44.- Jaffe, Bernard  
CRUCIBLES: THE STORY OF CHEMISTRY  
4th. ed. Dover, 1976.
- 45.- Jaffe, Bernard  
MICHELSON Y LA VELOCIDAD DE LA LUZ  
Eudeba, 1963.
- 46.- Kepler, J.  
DE JESU CHRISTI VERO ANNO NATALITIC  
Francfort, 1606.
- 47.- Kepler, J.  
DE VERO ANNO QUE ACTERNUS DEI FILIUS HUMANAM  
NATURAM IN UTERO BENEDICTAS VIRGINIS MARIAE ASSUMPSIT  
Francfort, 1614.

- 48.- Klineberg, Otto  
PSICOLOGIA SOCIAL  
FCE, 1969.
- 49.- Klotz, Irving, M.  
ENERGY CHANGES IN BIOCHEMICAL REACTIONS  
Academic Press, 1967.
- 50.- Kurten, Björn  
INTRODUCCION A LA PALEONTOLOGIA  
B.H.A., McGraw-Hill, 28, 1968.
- 51.- Lamarck, J.  
SYSTEMS DES ANIMAUX...  
Paris, 1801.
- 52.- Leakey, Richard  
SKULL 1470  
National Geographic Magazine, May, 1973.
- 53.- Linné, Carl.  
SPECIES PLANTARUM  
Holmiae, 1753, 2 vols.
- 54.- Livio, Tito  
LAS DECADAS, EN HISTORIADORES LATINOS  
EDAF, 1966.
- 55.- Lyell, Charles  
PRINCIPLES OF GEOLOGY  
J. Murray, 1830-3, 3 vols.
- 56.- Mall, F.P.  
ON SEVERAL ANATOMICAL CHARACTERS OF THE HUMAN BRAIN  
Amer. J. Anat., 1909, 9, pp. 1-32.

- 57.- Malthus, Thomas R.  
ENSAYO SOBRE EL PRINCIPIO DE LA POBLACION.  
F.C.E., 1977.
- 58.- Mendel, Ernest  
TRATADO DE ECONOMIA MARXISTA  
Era, 1977, 2 vols.
- 59.- Merriam-Webster (ed)  
WEBSTER'S BIOGRAPHICAL DICTIONARY  
1972.
- 60.- Millar, Ronald  
THE PILTDOWN MEN  
Paladin, 1974.
- 61.- Misner, Charles W.  
GRAVITATION  
W.H. Freeman, 1973.
- 62.- Morgan, Lewis H.  
ANCIENT SOCIETY  
1879.
- 63.- Motley, J.L.  
THE RISE OF THE DUTCH REPUBLIC  
1956, 2 vols.
- 64.- Newman, James R.  
SIGMA, EL MUNDO DE LAS MATEMATICAS  
Grijalbo, 1968 6 vols.
- 65.- Newton, Isaac  
MATHEMATICAL PRINCIPLES OF NATURAL PHILOSOPHY  
Enc. Británica, 1978.

- 66.- Pascal, Blas  
PENSEES  
Penguin, 1966.
- 67.- Pinna, Giovanni  
THE DAWN OF LIFE  
World Publishing, 1972.
- 68.- Platón  
DIALOGOS  
Porrúa, 1972.
- 69.- Sadif, Josef  
OUR PLANET EARTH FROM THE BEGINNING  
Hamlyn, 1971 Ed. Harder, 1966.
- 70.- SAGRADA BIBLIA.
- 71.- Sahagún Bernardino  
HISTORIA GENERAL DE LAS COSAS DE NUEVA ESPAÑA  
Robredo, 1938, 5 vols.
- 72.- San Agustín  
CONFESIONES  
Porrúa, 1978.
- 73.- SCIENTIFIC AMERICAN  
Números consultados:
- |           |      |            |
|-----------|------|------------|
| September | 1960 | p.67       |
| April     | 1965 | p.114      |
| December  | 1965 | p.28 ss    |
| November  | 1967 | pp 88-98   |
| June      | 1968 | p.62       |
| September | 1971 | p.52       |
| May       | 1972 | pp. 38-46  |
| June      | 1976 | p 103      |
| February. | 1978 | pp.126-143 |
| May       | 1979 | p.56       |
| April     | 1980 | p.127      |

- 83.- Volnay, C.  
LES RUINES DES EMPIRES  
1789.
- 84.- Weaver, K.  
THE INCREDIBLE UNIVERSE  
Nat. Geo. Mag., May, 1974.
- 85.- Whitrow, G.J.  
LA ESTRUCTURA DEL UNIVERSO  
F.C.E., Brev. No. 61, 1966
- 86.- Whitrow, G.J.  
THE NATURE OF TIME  
Penguin, 1975.
- 87.- Wildiers, N.M.  
TEILHARD DE CHARDIN  
Fontanella, 1968.
- 88.- Winchelman, J.J.  
DE LA BELLEZA EN EL ARTE CLASICO  
I. I. E., UNAM, 1959.