

## CAOS

La concepción mecanicista concibió al mundo como caos, es decir, como el resultado del movimiento ciego o azaroso de los átomos que generaron, con su multiplicidad, un orden y una regularidad de tipo estadístico. En oposición a este punto de vista, la TGS busca otro modo esencial de ver las cosas: el mundo como organización (15,196).

### *1. Concepto*

El término 'caos' ha de sugerirnos aquí la idea de desorden y azar. Para el mecanicismo, el mundo no tiene orden ni finalidad. Su enfoque determinista estricto se arraiga en la idea de que el universo resulta ser el producto de la acción de partículas anónimas que se mueven al azar, de modo desordenado, generando con su multiplicidad, un orden y una regularidad de naturaleza estadística, como en la física clásica y las leyes de los gases. Tal enfoque fue reforzado por los afanes analíticos de la cultura y el lenguaje típicos de Europa Occidental, que nos obligan a estudiar los fenómenos, aún los biológicos y psicológicos, como si estuvieran compuestos de partes o factores separados, discretos, que debemos tratar de aislar e identificar como causas potentes. De aquí es de donde derivamos nuestra preocupación por el estudio de la relación entre dos variables (15).

El método de la ciencia clásica era lo más apropiado para estos fenómenos que podían descomponerse en cadenas causales aisladas o que eran consecuencia estadística de un número 'inifinito' de procesos aleatorios, como pasa con la mecánica estadística, el segundo principio de la termodinámica y todas las leyes que de él emanan (35).

El triunfo irrefutable de tales conceptos y métodos en física y astronomía, y luego en química, dio a la biología y la psicología su orientación preponderante: el juego sin concierto de los átomos generaba todos los fenómenos del mundo, inanimado, viviente y mental, no quedando lugar para ninguna direccionalidad o finalidad en los acontecimientos. El mundo de los organismos aparecía como producto del azar, amasado por el juego sin sentido de mutaciones azarosas y selección, y el mundo mental como un curioso epifenómeno bastante inconsecuente de los acontecimientos materiales (45, 196).

Si para el mecanicismo los fenómenos son una consecuencia estadística de un número infinito de procesos aleatorios, para la TGS, que propone al mundo como organización, no como caos, éste debe verse como una interacción entre un número grande, pero no infinito, de elementos o procesos. Aquí surgen los problemas circunscriptos por nociones como las de totalidad, organización, etc., inabordables según aquellos modos clásicos de pensamiento (35).

### *2. Teoría del caos*

La más actual llamada 'teoría del caos' o del 'efecto mariposa', apenas mencionada específicamente por von Bertalanffy, resulta ser otro intento humano por ordenar lo caótico. No es casualidad que tal teoría haya surgido en el seno de la meteorología: ¿hay algo más caótico e imprevisible que el clima? Edward Lorenz,

meteorólogo, estaba convencido que tal caos era en realidad aparente, y que el hecho de que el aleteo de una mariposa en el Amazonas podía producir un huracán en Texas, no se debía a un proceso azaroso o accidental sino necesario y que, si así parecía, era porque pequeñísimas variaciones en las condiciones iniciales (aleteo de la mariposa) generaban enormes cambios en las condiciones finales (huracán en Texas) con lo cual toda predicción se tornaba imposible y el fenómeno adquiría un aspecto de caos y aleatoriedad.

Estos desarrollos, surgidos a partir de la década del '60, son en realidad el reflatamiento de las ideas de Poincaré, que, entre otras cosas, decía en 1908: "Una causa muy pequeña, que se nos escapa, determina un efecto considerable que no podemos dejar de ver, y entonces decimos que tal efecto se debe al azar". Es lo que Mittasch, en 1948 y citado por von Bertalanffy (73), designaba como 'causalidad por instigación'.

### ***3. Caos y sociedad***

Von Bertalanffy utiliza el vocablo 'caos' en un segundo sentido, cuando designa la amenaza que se cierne sobre nuestro mundo, de persistir en nuestro desconocimiento de las leyes de la sociedad humana. Conocemos bastante bien las fuerzas físicas, pero poco y nada las fuerzas sociales. Si dispusiéramos de una ciencia de la sociedad humana bien desarrollada y de su correspondiente tecnología, que von Bertalanffy llama 'tecnología sociológica', habría según este autor un modo de escapar del caos y la destrucción que amenazan a nuestro mundo actual (52).

## **CAUSALIDAD**

Supuesto mecanicista según el cual los fenómenos del mundo mantienen entre sí vínculos de causa-efecto (45). Clásicamente, aclararemos, un fenómeno es causa cuando es condición necesaria y suficiente para que ocurra otro fenómeno, llamado efecto.

### ***1. Un concepto clásico***

Según el mecanicismo de la física clásica, las leyes inexorables de la causalidad regían todos los fenómenos del mundo, inanimado, viviente y mental. Al no quedar lugar para ninguna direccionalidad, orden o 'telos', el mundo de los organismos aparecía como producto del azar y del juego sin sentido de mutaciones azarosas y la selección natural.

Ejemplos: en la mecánica newtoniana el sol atrae a los planetas, en biología un gen es causa de un carácter heredado, o una clase de bacteria produce cierta enfermedad, en psicología los elementos mentales están vinculados por leyes de asociación.

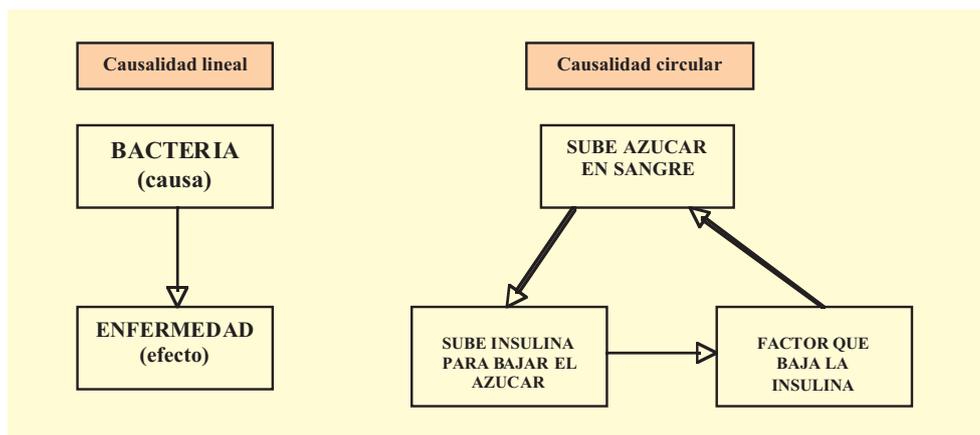
### ***2. Tipos de causalidad***

Von Bertalanffy menciona dos criterios distintos para clasificar los vínculos causales.

- a) Según un primer criterio, la causalidad abarca dos tipos: lineal o unidireccional (45, 169), y circular



(169), aunque la distinción entre ambas parece no revestir mucha importancia para el autor. En efecto, las líneas causales dentro de un sistema de retroalimentación son lineales y unidireccionales. El esquema básico de retroalimentación (por ejemplo la regulación homeostática de la concentración de azúcar en la sangre) sigue siendo el clásico esquema estímulo-respuesta (E-R), sólo que el bucle de retroalimentación hace que la causalidad se convierta en circular (ver figura).



b) Según un segundo criterio, existe una causalidad de 'conservación' y una causalidad de 'instigación' (73). En la causalidad de conservación, la causa y el efecto son cuantitativamente proporcionales: un gran terremoto produce devastadores efectos, es decir, los efectos son razonablemente proporcionados con la intensidad de la causa. En cambio, en la causalidad por instigación, causas insignificantes que, actuando a modo de disparadores, detonantes o agentes instigadores, producen efectos considerables. Un ejemplo típico lo encontramos en el efecto mariposa en meteorología: el aleteo de una mariposa en un extremo del mundo, provocará un gigantesco huracán en la otra parte. Más generalmente, la causalidad por instigación es aquella donde un cambio energéticamente insignificante en una parte, provoca un cambio considerable en el sistema total.

Von Bertalanffy se refiere a la causalidad por instigación a propósito del problema de la centralización, una de las propiedades formales de todo sistema (ver Centralización). En la centralización, una parte del sistema se constituye en parte conductora del todo, de forma tal que, de ocurrir pequeños cambios en esas partes conductoras, los efectos en el sistema se verán muy amplificadas. Existen ecuaciones que permiten describir formalmente el mecanismo de la causalidad por instigación.

### 3. Críticas

El esquema de la causalidad unidireccional ha resultado insuficiente, y de aquí que la ciencia moderna lo haya sustituido por nociones como totalidad, holismo, organismo, gestalt, etc., que se refieren a elementos en mutua interacción (45). Si bien no lo admite explícitamente, cabe suponer que von Bertalanffy aceptaría sólo la

causalidad circular en la medida que implica la idea de interacción mutua.

## **CIBERNETICA**

Teoría de los sistemas de control basada en la transferencia de información entre sistema y medio circundante, y, dentro del sistema, en el control del mismo por retroalimentación en consideración al medio (20). Su creador, Norbert Wiener, la dio a conocer en 1948.

### ***1. Definición***

Norbert Wiener (1894-1964) creó la cibernética como una nueva disciplina para tratar una gran variedad de fenómenos de la naturaleza viviente y de los sistemas tecnológicos que utilizan concretamente el mecanismo de la retroalimentación. La teoría aspira a mostrar qué mecanismos retroalimentadores fundan el comportamiento teleológico o intencionado de las máquinas construídas por el hombre, así como el de los seres vivos y los sistemas sociales (44), para luego, en base a este conocimiento, poder controlar aquellas máquinas y esos seres vivos y sistemas sociales. Podríamos entonces considerar a la cibernética como la ciencia del control por retroalimentación (o por feed-back). Precisamente la etimología del término 'cibernética' nos remite a 'kubernetes', que significa timonel, es decir individuo que controla el rumbo de un proceso. La cibernética (93), basada en el principio de retroalimentación o de líneas causales circulares, es un enfoque sistémico que proporciona mecanismos para la persecución de metas y el comportamiento autocontrolado.

### ***2. Un ejemplo paradigmático***

Durante la Segunda Guerra Mundial se había agudizado el problema del tiro antiaéreo sobre un blanco móvil. En otras palabras, la cuestión era cómo podía ir moviéndose adecuadamente un cañón para dispararle nada menos que a un avión en movimiento. Si lo hacía un hombre manualmente, sus probabilidades de derribar el blanco eran escasas, dada su poca velocidad de reflejos en comparación con la rapidez del avión, y su poca velocidad de pensamiento para hacer los cálculos correspondientes de las trayectorias del avión y la bala. Se hizo necesario entonces construir dispositivos automáticos, es decir que se autorregularan solos y con gran velocidad: pasado un instante breve de tiempo el avión, al moverse, ya cambiaba de posición y había que cambiar la dirección del cañón. El dispositivo autorregulado, por ejemplo, permitía mediante cálculos precisos y automáticos adelantar el cañón sobre la marcha para derribar el blanco en el lugar y en el instante preciso. Tal dispositivo funcionaba entonces mediante una retroalimentación eficaz.

Otros ejemplos de dispositivos tecnológicos con este tipo de autorregulación son por ejemplo los termostatos, que van corrigiendo sobre la marcha la cantidad de calor entregada al medio en función de la temperatura de este último (si hay mucha temperatura bajan el calor, y si hay poca lo suben). La importancia de estos sistemas

de retroalimentación reside tal vez en que sus principios valen tanto para los sistemas artificiales creados por el hombre como también para los sistemas físicos, biológicos, económicos y sociales, a pesar de ser muy diversos en cuanto a estructuras y contenidos. La cibernética, ha dicho Wiener, es 'el secreto de la vida', es una llave que permite pasar del caos a los sistemas, artificiales o naturales, mediante una organización que les posibilita comportamientos orientados hacia un propósito.

En todo sistema retroalimentado la información es fundamental, ya que el mecanismo funciona bien si está la información correcta en el momento oportuno. Esa información debe captarse mediante ciertos sensores como los radares (en el tiro antiaéreo) o los termómetros (en el caso del termostato); luego debe realimentarse hacia los centros de control donde será procesada con el fin de dar una respuesta, orden o señal que permitirá corregir el proceso sobre la marcha.

### **3. *Reseña histórica***

Antes del surgimiento oficial de la cibernética con Wiener en 1948, ya investigadores como Wagner aplicaban el principio de la retroalimentación a los procesos fisiológicos. Desde entonces, fue aplicado a innumerables fenómenos biológicos y, algo menos persuasivamente, en psicología y ciencias sociales (105).

Llega 1948 y el matemático Norbert Wiener, estimulado por el problema del tiro antiaéreo y por el fenómeno de retroalimentación en los seres vivos, y utilizando sus conocimientos sobre teoría matemática del azar, junto con el fisiólogo A. Rosenbluth produce la obra "Cibernética o el control y la comunicación en el animal y en la máquina", donde acuña el término en cuestión. Desde entonces, la obra será la principal referencia filosófica y científica de la cibernética.

Andando el tiempo, nuevas investigaciones sugirieron la necesidad de distinguir entre una Primera Cibernética (correspondiente al planteo original de Wiener) y una Segunda Cibernética, encargándose la primera del estudio de la retroalimentación negativa, y la segunda de la retroalimentación positiva.

Los circuitos de retroalimentación negativa neutralizan las desviaciones, y por ello se llaman también morfoestáticos. Por ejemplo: dos personas que discuten y poco a poco van calmando los ánimos para retornar al equilibrio original.

Los circuitos de retroalimentación positiva, en cambio, amplifican las desviaciones, y por ello se llaman también morfogenéticos. Por ejemplo: dos personas discuten cada vez más, con lo que la situación se va alejando del equilibrio original, amplificándose las diferencias. Afortunadamente el proceso no continúa indefinidamente porque en la realidad, los bucles amplificadores siempre están articulados con bucles neutralizadores de la desviación (a).

### **4. *Relación de la cibernética con la TGS***

La cibernética es uno de los varios enfoques de sistemas posibles, es decir, como teoría de los mecanismos de control fundada en los conceptos de información y retroalimentación, es sólo una parte de la TGS. Resumamos algunas diferencias:

- a) Los sistemas cibernéticos son un caso especial -por importantes que sean- de los sistemas que

exhiben autorregulación (16), y se refieren específicamente a las regulaciones secundarias (156, 170), es decir, regulaciones basadas en mecanismos preestablecidos y caminos fijos, como el control neurohormonal (ver Regulación).

La cibernética concibe al sistema como una 'caja negra' definida sólo por entradas y salidas, permaneciendo el genuino mecanismo regulador desconocido (20). La TGS tiene una visión más amplia, ya que además investiga estos íntimos mecanismos reguladores, llamados regulaciones primarias (ver Regulación).

b) Mientras la TGS trata de sistemas cerrados y abiertos, la cibernética trata sólo de sistemas cerrados, ya que un sistema de retroalimentación es cerrado termodinámica y cinéticamente (156). Desde ya, al estudiar sistemas cerrados considerará también las características propias de este tipo de sistemas, como por ejemplo la idea de que en ellos la información sólo puede disminuir, nunca aumentar como en los sistemas abiertos, y la idea de que en ellos se puede alcanzar un grado superior de organización pero sólo 'reactivamente' (por aprendizaje), no 'activamente' como en los sistemas abiertos (156).

(a) Cfr. Maruyama Magoroh, "La segunda cibernética: procesos de causalidad recíproca amplificadores de la desviación", *American Scientist*, Vol. 51, N°2, 1963, págs. 164-179.

## ECOLOGIA

Ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos con su entorno o ambiente. Se trata de otra disciplina más susceptible de ser encarada bajo el punto de vista sistémico, por cuanto los ecosistemas poseen propiedades de los sistemas abiertos (48, 106).

### 1. Generalidades

La unidad funcional de estudio en ecología es el ecosistema, que incluye no solamente un medio físico y todos los organismos que viven en él, sino también sus mutuas relaciones, de forma tal de cualquier especie biológica puede ser estudiada en su relación con el entorno físico, pero también con las restantes especies vivas que, desde ya, forman parte también de su entorno.

En los últimos tiempos, y como consecuencia de las nefastas influencias que ejerce la actividad humana sobre su entorno, la ecología ha concentrado sus investigaciones particularmente en el estudio de las relaciones de la especie humana con su medio y sus influencias recíprocas.

Este estudio de la totalidad de los seres vivos y su medio requiere el auxilio de otras disciplinas como la geografía, la geología, la etología, la fisiología, la bioquímica, la meteorología y la demografía, entre otras.

### 2. Ecología y TGS

La ecología se presta especialmente a estudios enfocados sistémicamente, que parecen ofrecer un nuevo y

fértil punto de vista. Los ecosistemas, las poblaciones, etc., constituyen sistemas abiertos, ya que poseen propiedades como por ejemplo la equifinalidad. Así por ejemplo, autores como Whittacker señalan que, el hecho de que se generen comunidades vegetales iguales a partir de vegetaciones iniciales diferentes constituye un notorio ejemplo de equifinalidad. Patten, por su parte, ha expuesto un análisis cuantitativo sobre la base de sistemas abiertos en términos de producción de biomasa con culminación hacia un estado uniforme (106). Sin embargo, es aún difícil elaborar modelos matemáticos en ecología. La teoría ecológica de los equilibrios biológicos es un campo muy desarrollado dentro de la biología matemática y es a grandes rasgos correcta, pero no obstante no es fácil aplicarla porque los parámetros escogidos, tales como los ritmos de generación y destrucción, y otros, no son fáciles de medir. Por ello debemos conformarnos con una explicación 'en principio', argumentación cualitativa que, con todo, no deja de tener consecuencias significativas (48).

## **ECONOMIA, PRINCIPIO**

Principio según el cual todo comportamiento es utilitario, y por tanto debe ser realizado con el mínimo gasto energético posible (199), o con el gasto mínimo como para sobrevivir. Según von Bertalanffy, es uno de los cuatro principios que fundan las teorías psicológicas del hombre-robot.

En la práctica, el principio económico equivale al postulado de las demandas mínimas. Por ejemplo, las exigencias escolares deberían reducirse al mínimo necesario para que el aprendizaje sea eficaz y el educando llegue a ser un buen ejecutivo, ingeniero electrónico o fontanero, ya que de otra manera se 'tuerce' la personalidad, se crean tensiones y se genera un ser desdichado (199).

El principio de economía es insostenible. Psicológicamente (200), el comportamiento no sólo tiende a aflojar tensiones sino también a establecerlas; si esto se detiene, el paciente se vuelve un cadáver mental en descomposición, lo mismo que un organismo vivo se vuelve cuerpo putrefacto cuando se interrumpen las tensiones y fuerzas que lo apartan del equilibrio.

Hay una extensa gama de comportamientos que no puede reducirse a principios utilitarios de adaptación del individuo o supervivencia de la especie, como por ejemplo las diversas manifestaciones de la cultura (pintura, escultura, etc). A la luz de esta crítica también debería reevaluarse el principio del stress: el stress no es sólo un recurso defensivo y adaptativo, sino que también crea vida superior. Si, luego de ser perturbada desde afuera, la vida volviera a su equilibrio homeostático habitual, nunca habría progresado más allá de la ameba. Los restantes tres principios que fundan la psicología del hombre-robot son el principio de estímulo-respuesta, el principio del ambientalismo y el principio del equilibrio.

## **ENTROPIA**

En termodinámica, designa la medida del grado de desorden de los sistemas. Los sistemas cerrados poseen

una entropía creciente (o entropía positiva), es decir, evolucionan hacia un grado creciente de desorden y desorganización. En contraste, los sistemas abiertos poseen una entropía decreciente (o entropía negativa), lo que significa que evolucionan hacia grados cada vez mayores de orden y organización (41, 165). El término 'entropía' se utiliza también en Teoría de la Información, dada su correspondencia isomórfica con el respectivo concepto de la termodinámica.

### ***1. Generalidades***

La entropía es un concepto originalmente de la física, y más específicamente de una de sus ramas: la termodinámica. De acuerdo con el segundo principio de la termodinámica, la dirección general de los acontecimientos físicos es hacia estados de máxima entropía, probabilidad y desorden molecular. Sin embargo, y en oposición a esta tendencia, los organismos vivos se mantienen en un estado fantásticamente improbable, preservan su orden pese a los continuos procesos irreversibles y aún avanzan en su desarrollo embrionario y en su evolución hacia diferenciaciones siempre crecientes.

En rigor no hay contradicción entre ambas situaciones si consideramos que el clásico segundo principio atañe sólo, por definición, a los sistemas cerrados. La termodinámica declara expresamente que sus leyes sólo se aplican a sistemas cerrados. En los sistemas abiertos, que incorporan materia rica en energía, el mantenimiento de un alto grado de orden y hasta el avance hacia órdenes superiores es cosa termodinámicamente permitida (41, 165-166).

### ***2. Tipos de entropía***

A partir de lo dicho podemos intuir la existencia de dos tipos de entropía. La física clásica no considera estos dos tipos, y habla simplemente de 'entropía'. Esta entropía a secas es lo que en el texto de von Bertalanffy aparece como entropía positiva.

**a) Entropía positiva.**- Tendencia de los sistemas cerrados de evolucionar hacia el máximo desorden, la máxima indiferenciación y desintegración, y la máxima probabilidad: se trata de una tendencia hacia la destrucción de orden. También puede decirse que en los sistemas cerrados, el cambio de entropía es siempre positivo (es decir, la entropía a que alude la física clásica tiende a aumentar)(41).

**b) Entropía negativa.**- También llamada neguentropía, o, a veces, anentropía, es la tendencia de los sistemas abiertos -específicamente los sistemas que estudia la biología, la psicología, la sociología- hacia el máximo orden, la máxima diferenciación e integración, y la máxima improbabilidad (o, lo que es lo mismo, hacia la mínima probabilidad): es una tendencia que busca contrarrestar la tendencia alternativa al desorden. También podemos decir que en los sistemas abiertos, el cambio de entropía es negativo, es decir, la entropía negativa tiende a aumentar (41).

Sintéticamente, entonces: los sistemas cerrados son entrópicos (es decir entrópicos positivos) porque tienden a gastarse y deteriorarse. En cambio los sistemas abiertos buscan sostenerse a sí mismos, mantenerse



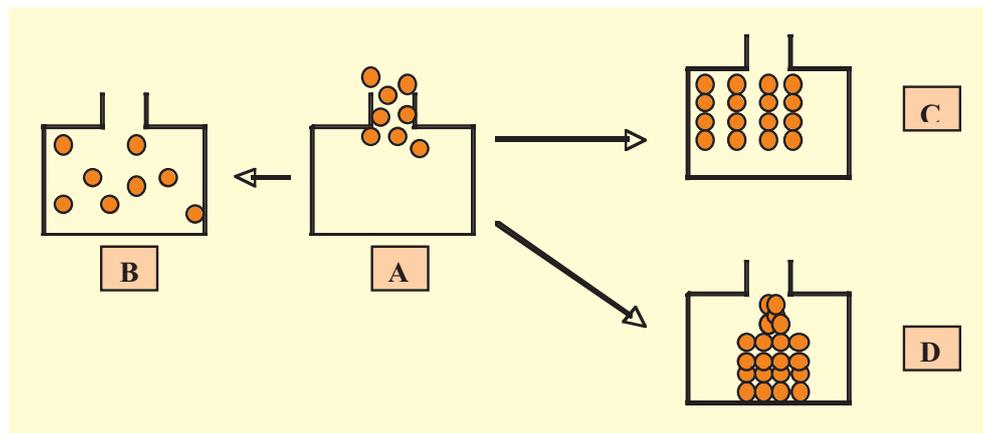
organizados importando energía de afuera para contrarrestar la tendencia entrópica positiva, mediante una entropía negativa. Sobre esta base, hasta se podría medir el grado de organización de la materia a partir del monto de energía requerido para evitar su desorganización. Es la entropía negativa la que debe oponerse a la tendencia general a la entropía positiva creciente, y no a la inversa.

### 3. Conceptos relacionados

Aclaremos ahora que significa, en este contexto, orden-desorden, diferenciación-indiferenciación, integración-desintegración, e improbabilidad-probabilidad, y para ello comenzaremos con el ejemplo sencillo de la evolución de un gas cualquiera. Con las siguientes explicaciones intentamos llenar un vacío dejado en el texto de von Bertalanffy, quien explica el fenómeno entrópico presuponiendo ciertos conocimientos en el lector.

Veamos el esquema adjunto. Si introducimos un gas en un recipiente (A) y luego lo tapamos, pronto sus moléculas se difundirán por todo el recipiente en forma homogénea. Esto significa no sólo que van a ocupar la totalidad del mismo, sino también que lo harán de forma tal que todas las moléculas estarán a igual distancia entre sí, como si se repelieran mutuamente. Esto es lo que seguramente va a ocurrir, porque así lo revela la experiencia con los gases.

Algunas posibles evoluciones entrópicas



Imaginemos ahora qué es lo que NO va a ocurrir. Lo plantearemos hipotéticamente, porque de hecho nunca se vio que un gas evolucionara de las formas C y D. En la forma C todas las moléculas se arriman sobre la pared izquierda del recipiente, y del otro lado queda vacío. En la forma D, más extraña aún, las moléculas se aglutinan en el centro formando una figura humana.

Podemos decir entonces que la disposición homogénea de las moléculas es la distribución más probable

(máxima probabilidad), mientras que la disposición en forma de figura humana o cualquier otra es la más improbable (máxima improbabilidad).

Si el conjunto de las moléculas adopta una forma definida (un cuerpo humano, una luna, una taza, etc), decimos que están de alguna forma ordenadas, organizadas, pero si las moléculas difunden homogéneamente decimos que hay desorden y desorganización. Esto suele confundir a quienes se inician en estos temas, porque uno siempre relaciona distribución homogénea con orden u organización. Las moléculas, al distribuirse homogéneamente están difundiéndose al azar, repeliéndose unas a otras y reinando, por ende, el desorden. Naturalmente, estamos dando aquí una idea intuitiva de desorden y prescindiendo del tecnicismo que emplea la física para definirlo.

La conclusión que debemos sacar hasta aquí es la siguiente, para usar una expresión de von Bertalanffy: en los sistemas cerrados, la distribución más probable es la tendencia al desorden, es decir, hacia la máxima entropía [positiva](39).

Y así como sucede con las moléculas del gas, también sucede con el calor. Si en un sistema cerrado ingresa calor, este tiende a difundirse por todo el espacio en forma homogénea. Una estufa en una habitación cerrada produce calor, y ese calor inunda toda la habitación. No ocurre que el calor se aglutine en un rincón y el otro quede frío. La distribución homogénea del calor hace, entonces, que haya la misma temperatura en cualquier punto de la habitación tomado al azar.

Si abrimos la puerta que da al baño, el calor difundirá al baño y volverá a homogeneizarse la distribución del calor en el nuevo sistema ampliado. Por supuesto, siempre y cuando el baño esté más frío, porque si está más caliente el calor irá 'hacia' la habitación, y también tenderá a distribuirse homogéneamente.

Von Bertalanffy da ejemplos una tanto artificiales con bolitas rojas y azules. Dice por ejemplo que la distribución más probable de una mezcla de bolitas rojas y azules es un estado de completo desorden, mientras que la distribución más improbable sea que las bolitas rojas queden de un lado y las azules del otro, o bien, en un ejemplo más realista en el caso de un gas, que las moléculas más veloces (de mayor temperatura) queden hacia la derecha y las menos veloces (más 'frías') queden hacia la izquierda (39).

Hemos dado ejemplos de sistemas no vivos, como los gases o las bolitas. Pero veamos ahora que sucede en un sistema vivo (como puede serlo una ameba, un mamífero, la personalidad, un grupo humano, una sociedad, etc). Ahora, veamos qué pasa si dentro del recipiente ya no ponemos un gas sino un huevo cigota y, en un segundo ejemplo, si ponemos hormigas.

Un huevo cigota que tenga unos días de vida se ve en el microscopio como un conjunto de células más o menos iguales. Hay una indiferenciación, porque no hay ninguna célula ostensiblemente diferente a cualquier

otra. Al comienzo, las células van reproduciéndose un poco anárquicamente y distribuyéndose donde pueden. Si el huevo cigota evolucionara como el gas, las células quedarían siempre iguales y distribuidas homogéneamente, pero la experiencia nos dice que no, que poco a poco comienzan a distribuirse de determinada forma, el huevo cigota empieza a adoptar la forma de un embrión, y finalmente se transforma en el animal definitivo. Algunas células se transformaron en células musculares, m otras en células hepáticas, otras en neuronas, etc., es decir, hay una progresiva diferenciación (empiezan a ser diferentes), y se van distribuyendo de acuerdo a un plan, a un orden, es decir hay una creciente organización.

Sabemos perfectamente en qué terminará el gas (máxima probabilidad), pero no es así en el caso del huevo cigota. Aún cuando sepamos de antemano que se trata de un cigoto humano, no sabemos qué características tendrá al nacer, qué malformaciones o no podrá padecer, etc. Es decir, puede evolucionar hacia diferentes estados finales: hay una máxima improbabilidad, y aún en el hipotético caso que conozcamos todas las posibles evoluciones del huevo, ciertos desarrollos serán más o menos probables que otros, pero no habrá ningún desarrollo único de máxima probabilidad. Incluso más: a partir de estados iniciales distintos, por ejemplo un huevo cigota entero y un huevo cigota cortado por la mitad, pueden llegar al mismo estado final (el mismo erizo de mar). Esto es lo que se llama 'equifinalidad' (cer Equifinalidad), y es algo inconcebible en el caso de la evolución de un gas. Por ejemplo, si reducimos la cantidad de gas a la mitad, obtendremos un estado final diferente, no igual, por ejemplo, las moléculas quedarán más alejadas entre sí en la distribución final.

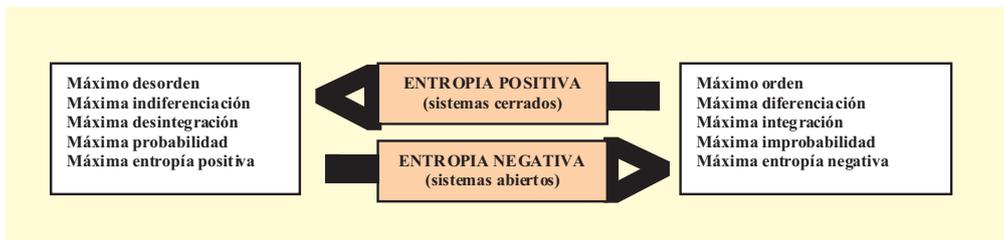
Otro tanto sucede si en el recipiente colocamos hormigas. Lejos de distribuirse homogéneamente como las moléculas gaseosas, las hormigas empezarán a organizarse. Si en el recipiente hay tierra, empezarán a hacer túneles y se organizarán para sobrevivir. Las sociedades humanas, al igual que las sociedades animales, son sistemas abiertos, y como tales tienden hacia un orden creciente, es decir, tienen entropía negativa.

Pero además de una progresiva diferenciación existe, correlativamente, una progresiva integración. Cuando las células empiezan a diferenciarse unas de otras no permanecen aisladas sino que se comunican para cumplir la tarea de preservar la vida: ciertas neuronas estarán conectadas con ciertas células musculares para que sea posible mover un músculo. Del mismo modo, cuando las abejas, en otro ejemplo, se diferencian entre sí (obreras, zánganos, reina) no se aíslan sino que se organizan entre sí para la supervivencia de la especie: la obrera, busca el alimento para la reina, la reina produce más abejas, los zánganos fecundan, etc. Estas interconexiones entre elementos diferentes es la llamada integración.

Los sistemas cerrados tienden al desorden (tienen entropía positiva creciente), y los sistemas abiertos tienden al orden (tienen entropía negativa creciente, o también, tienen entropía positiva decreciente). Como indica von Bertalanffy (41): los sistemas vivos, manteniéndose en estado uniforme (ver Estado uniforme), logran evitar el aumento de entropía [positiva] y hasta pueden desarrollarse hacia estados de orden y organización crecientes.

Hay que evitar ciertas connotaciones subjetivas que puede tener la expresión 'orden' u 'organización'. Cuando un niño se apodera de una habitación llena de juguetes perfectamente ordenados, al cabo de un tiempo la habitación queda perfectamente desordenada. ¿Aumentó la entropía positiva? ¿El sistema evolucionó hacia un desorden creciente? Respuesta: la conducta del niño es la desordenada, porque como sistema abierto que es más tarde evolucionará hacia el orden cuando en la adultez sus conductas estén más organizadas (la madre que ordena la habitación).

Pero la habitación por sí sola, como sistema cerrado que es, que no sufre la influencia de los niños, tenderá también hacia una desorganización, pero a un desorden espontáneo, a una degradación progresiva de la materia. Este desorden no se aprecia de un día para el otro, pero sí si volviésemos a la misma habitación luego de millones de años, lapso durante el cual no sufrió ninguna influencia de nadie ni de nada (por ello es un sistema cerrado), hallaríamos una masa gaseosa o, más aún, un vacío salpicado de partículas sub-atómicas moviéndose desordenadamente a igual distancia entre ellas. El desorden producido por el niño parecerá realmente insignificante.



#### 4. Entropía en sistemas abiertos

Completaremos nuestra explicación con tres breves comentarios acerca de la entropía en los sistemas abiertos.

a) Un ser viviente tiene al mismo tiempo las características de un sistema físico (de hecho está compuesta de átomos, moléculas, es decir de la misma materia prima que una piedra, por ejemplo), y las características de un sistema vivo. Desde el primer punto de vista, el sistema vivo evolucionará hacia un desorden creciente, y desde el segundo punto de vista evolucionará hacia un orden creciente. ¿Cuál de ambas tendencias dominará sobre la otra? Mientras el ser vivo se mantiene como tal, mientras evoluciona hacia la organización creciente (por ejemplo sobre todo en el desarrollo intrauterino y la niñez, o, en el plano intelectual, hasta la adolescencia y aún más adelante), predominará la tendencia entrópica negativa (orden creciente), pero, tarde o temprano, el ser vivo empezará poco a poco a desordenarse hasta llegar a la muerte, desde donde la desorganización continuará creciendo, es decir, continuará predominando la tendencia entrópica positiva. Como varios otros pensadores, Freud se había percatado de esta situación cuando por ejemplo en "Más allá del principio del placer" sostuvo que había una tendencia más arcaica, primitiva y fundamental: la tendencia hacia la muerte, que finalmente terminaba dominando sobre la tendencia al

mantenimiento de la vida.

b) ¿Qué peculiares características tiene un sistema abierto que hace que tenga que evolucionar hacia un orden y una complejidad crecientes? Los sistemas que evolucionan en dicho sentido sólo son posibles si cumplen con dos condiciones básicas:

En primer lugar, deben traer o importar energía desde afuera del sistema (para eso deben ser sistemas abiertos), porque esa energía les permite compensar o contrarrestar el aumento de entropía positiva siempre creciente. Debe haber una 'importación de entropía negativa', por utilizar una expresión de Schrödinger (101, 149), y que otros autores como Prigogine volcaron en una expresión matemática (148), que permita contrarrestar los efectos de la entropía positiva. Cuando esa energía importada se haya consumido y no pueda ingresar más energía, ya no quedará nada para contrarrestar la tendencia al desorden y el organismo se muere. El mismo Schrödinger ilustra la propensión neguentrópica de los organismos (o propensión hacia el aumento de entropía negativa), recurriendo a expresiones tales como "el organismo se alimenta de entropía negativa" (150).

En segundo lugar, dentro del sistema las cosas deben estar dispuestas de forma tal que esa energía importada realmente sea eficaz para contrarrestar el creciente desorden (es decir el aumento de entropía positiva): el sistema vivo debe tener ciertas leyes de organización (101) que, a partir de la energía captada, pueda ir organizándose, diferenciándose, integrándose, complejizándose, etc. Es como si dijéramos: para organizarse tiene previamente que estar organizado, lo cual parece un círculo vicioso, pero que en realidad es tan aparente como preguntarse si vino primero el huevo o la gallina.

El organismo adulto se desarrolla a partir del embrión. ¿Y quién organiza al embrión? La progresiva diferenciación de sus células. ¿Y quien organiza a estas para que vayan diferenciándose? Las proteínas que dirigen los procesos celulares con su particular secuencia de aminoácidos. En última instancia y hasta donde llegan nuestros conocimientos actuales, dicha organización proteínica deviene a su vez de la particular secuencia de bases en la molécula de ADN. Pero sin ir tan lejos, es al nivel de proteínas (secuencia de aminoácidos) donde encontramos el primer rastro de orden, el primer indicio de una entropía negativa que algunos autores llaman precisamente 'entropía de cadena' (157) en alusión a la cadena de aminoácidos ordenados de determinada manera. Su peculiar organización, en contraste con la disposición al azar [de las bases de ADN] es medible mediante este concepto de entropía en cadena.

c) El concepto de entropía en sistemas cerrados y abiertos está vinculado con otras muchas ideas, como por ejemplo con la idea de proceso irreversible, y con las ideas de estado de equilibrio y estado uniforme. El lector puede consultar al respecto los artículos sobre sistemas abiertos, sistemas cerrados, equilibrio, estado uniforme y termodinámica irreversible.

### **5. Entropía y Teoría de la Información**

A veces se emplea el término entropía en un sentido distinto al termodinámico, por guardar con este último una correspondencia isomórfica.

## **EQUIFINALIDAD**

Característica de los sistemas abiertos según la cual estos, en su evolución, pueden alcanzar el mismo estado final -que es el llamado estado uniforme- partiendo de diferentes condiciones iniciales y por distintos caminos (40, 46, 81, 136-137, 147). La equifinalidad es uno de los varios tipos de finalidad que pueden encontrarse junto a otros, como por ejemplo la directividad estructural y la intencionalidad (81).

### **1. Generalidades**

El término 'equifinalidad' alude a 'igual final', es decir, se puede alcanzar el mismo estado final aunque partamos de condiciones iniciales diferentes. Comparemos un proceso equifinal, típico del sistema abierto, con otro proceso que no lo es, como en los sistemas cerrados.

En cualquier sistema cerrado, el estado final está inequívocamente determinado por las condiciones iniciales, o sea que si se alteran estas condiciones iniciales o el proceso, el estado final cambiará también. Ejemplos: a) la posición final de un planeta está determinada por su posición inicial; b) en el equilibrio químico, las concentraciones finales de los compuestos reaccionantes depende naturalmente de las concentraciones iniciales. Si éstas se cambian, también cambiarán las concentraciones finales.

En cambio en los sistemas abiertos aparece la equifinalidad, de particular importancia en los mecanismos de regulación biológica: en ellos se puede alcanzar el mismo estado final aunque partamos de diferentes condiciones iniciales, o sea que si cambiamos las condiciones iniciales el organismo podrá desembocar en el mismo estado final siguiendo, obviamente, caminos distintos. Por ejemplo: el mismo resultado final (un erizo de mar normal) puede alcanzarse tanto a partir de un cigoto completo, como de cada mitad de un cigoto, o como de la fusión de dos cigotos (estados iniciales distintos)(40, 150). Lo mismo sucede en hidroides y planarias. Otro ejemplo es la llegada a un tamaño final definido a partir de distintos tamaños iniciales y después de recorrer itinerarios de crecimiento diferentes (137).

El principio de equifinalidad apunta, entonces, a mostrar que en un sistema abierto puede haber varias maneras de llegar al mismo fin. Es un sistema flexible, no rígido como el sistema cerrado, donde el proceso está limitado o fijado por su propia estructura de acuerdo a patrones específicos de relación causa-efecto.

Podemos aquí aclarar que, en los sistemas cerrados, el estado final se llama estado de equilibrio, y en los sistemas abiertos se llama estado uniforme (véanse estos términos), de manera que en la equifinalidad, el sistema tiende hacia un estado uniforme.

Von Bertalanffy da también una definición matemática de equifinalidad (137): un sistema de elementos  $Q_i(x, y, z, t)$  es equifinal en cualquier subsistema de elementos  $Q_j$  si las condiciones iniciales  $Q_{i0}(x, y, z)$  pueden cambiarse sin cambiar el valor de  $Q_j(x, y, z, \infty)$ . Se trata siempre de la misma idea, sólo que expresada en lenguaje matemático.

### **2. Equifinalidad y crecimiento**

La equifinalidad aparece claramente en los procesos de crecimiento. Todo organismo tiende a alcanzar un mismo estado final (el tamaño típico de su especie), aún cuando parta de condiciones iniciales diferentes o aunque el proceso de crecimiento se vea ocasionalmente entorpecido o interrumpido (141, 154). Al menos algunos procesos de crecimiento son equifinales, es decir que se alcanzan los mismos valores finales en diferentes tiempos (ver esquema adjunto). Aún sin prueba matemática estricta, se ve intuitivamente que esto no sería posible si la tasa de crecimiento dependiera directamente del tiempo pues, de ser este el caso, no podrían darse tasas diferentes en tiempos dados, como pasa a veces (180). El esquema al que aludimos, intenta mostrar por sobretodo la equifinalidad en el crecimiento. La curva continua corresponde al crecimiento normal de la rata. La curva punteada indica un crecimiento interrumpido por deficiencia vitamínica a los 50 días. Luego de haberse restablecido nuevamente el aporte vitamínico, los animales alcanzaron el peso final normal (o sea, desde distintos estados iniciales se llegó al mismo estado final).

### **3. Conceptos similares**

La equifinalidad debe ser distinguida de otros tipos de finalidad, especialmente de la directividad estructural y de la intencionalidad, que son las ideas más próximas (80-81).

Equifinalidad y directividad estructural.- Ambos procesos son observables en los sistemas vivos, donde la directividad estructural se manifiesta por ejemplo como homeostasis. La diferencia está en que la directividad estructural, como su nombre lo indica, depende de la estructura misma del organismo para lograr su fin, mientras que la equifinalidad implica procesos que no pueden basarse en estructuras o mecanismos preestablecidos. Si así fuera, cambiando la estructura de un cigoto transformándolo en una mitad, no obtendríamos el mismo estado final (o sea el organismo tal como es al nacer). Además, la directividad estructural puede estar presente en máquinas creadas por el hombre, pero la equifinalidad no. Las máquinas son estructuralmente rígidas, los organismos son flexibles.

Equifinalidad e intencionalidad.- La equifinalidad es propia de todo sistema vivo, mientras que la genuina intencionalidad es exclusiva del hombre y está posibilitada por el desarrollo de su sistema simbólico: un cigoto no sabe 'mentalmente' que debe evolucionar hacia un organismo normal ni puede hacer experimentos mentales meditando acerca de 'qué pasaría si...'. La intencionalidad implica en cambio que la meta está prevista por el pensamiento.

## EQUILIBRIO, PRINCIPIO

Uno de los cuatro principios básicos que fundan la psicología del hombre-robot, según el cual el comportamiento implica esencialmente una reducción de tensiones, con el objeto de retornar al equilibrio anterior (199).

### **1. Definición**

El principio de equilibrio es, junto a los principios de estímulo-respuesta, del ambientalismo y de economía, uno de los cuatro pilares de las llamadas psicologías del hombre-robot, dentro de las cuales von Bertalanffy incluye teorías tan diversas como el conductismo y el psicoanálisis.

Formulado freudianamente, es el "principio de estabilidad": la función básica del aparato mental consiste en mantener un equilibrio homeostático. Si se incrementan las tensiones, particularmente las sexuales en el caso del psicoanálisis, estas deben descargarse para recuperar el equilibrio perdido. Si se alivian las tensiones mediante la promiscuidad y otros recursos, se tendrán seres humanos normales y satisfechos (199).

### **2. Críticas**

Biológicamente, la vida no es mantenimiento o restauración de equilibrio sino más bien mantenimiento de desequilibrios, según revela la doctrina del organismo como sistema abierto. Alcanzar el equilibrio significa la muerte. Psicológicamente, el comportamiento no sólo tiende a aflojar tensiones sino que también las establece. Para ser más concretos, el hombre no desarrolla solamente, conductas para sobrevivir él mismo o su especie (que implican satisfacción de necesidades y por tanto reducción de tensiones), sino que hay una extensa gama de comportamientos irreductibles a principios utilitarios de adaptación del individuo y conservación de la especie como por ejemplo la escultura, la pintura, la música y, en general, cualquier aspecto de la cultura. Considerada como adaptación, la creatividad sería un fracaso, una enfermedad y una desdicha (200, 201).

Sobre esta base, von Bertalanffy sugiere revisar el concepto de 'stress'. Este mecanismo no está relacionado solamente con un retorno al equilibrio adaptativo, sino que también crea vida superior. Si, luego de ser perturbada desde afuera, la vida volviera ni más ni menos a lo que se llama equilibrio homeostático, nunca habría progresado más allá de la ameba (201).

(a) Laplanche J. y Pontalis J., *Diccionario de psicoanálisis*, Barcelona, Labor, 1981, 3ª edición.

(b) Rycroft C., *Diccionario de psicoanálisis*, Buenos Aires, Paidós, 1976, pág. 92.



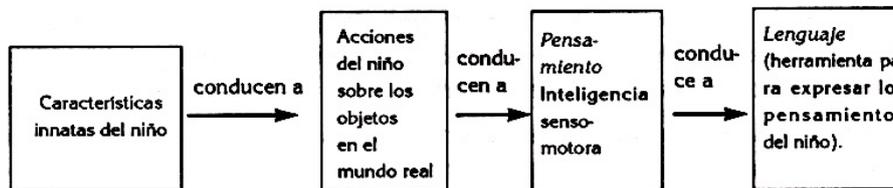
## COMUNICACIÓN

### Formulación Sapir-Whorf



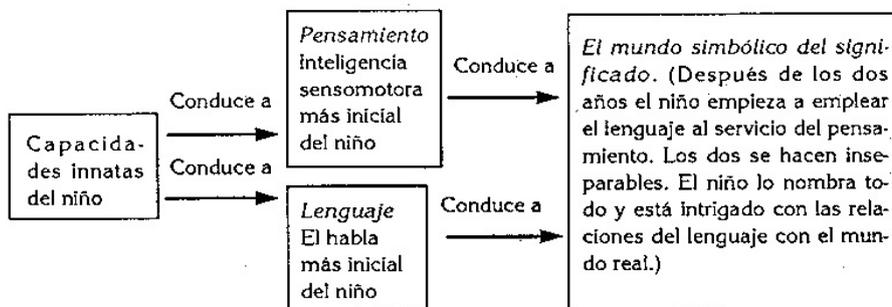
*Ambiente social*

### Desarrollo cognitivo - Piaget

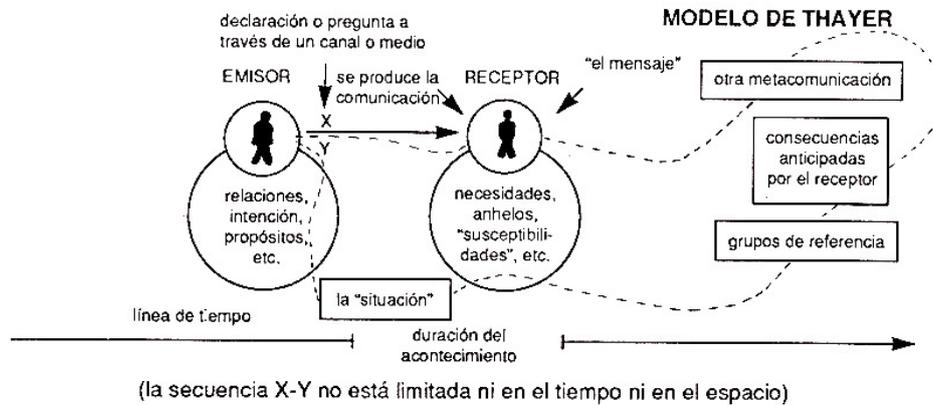


18

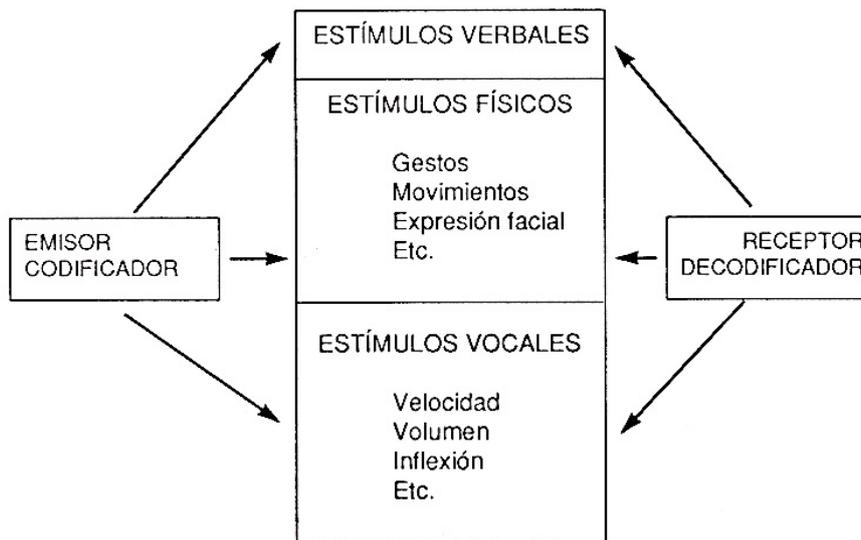
### Formulación de Vygotsky



22

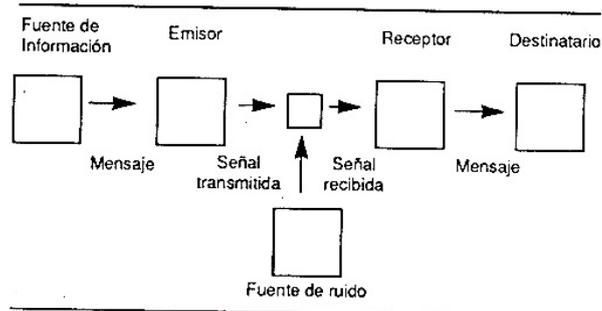
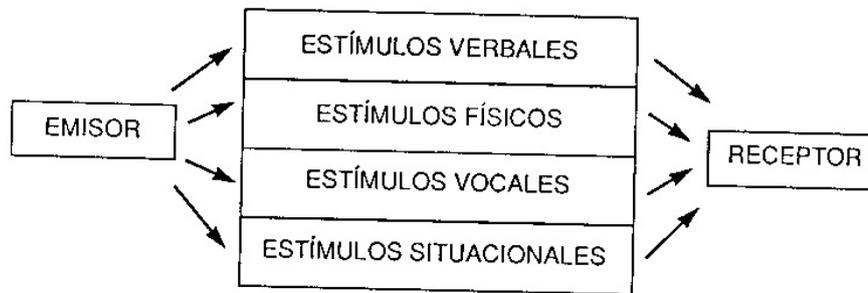


27

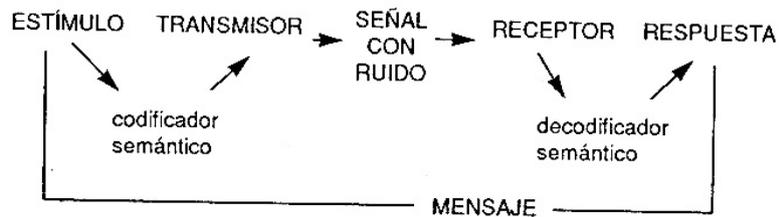


La línea de puntos indica que el mensaje es emitido y recibido como un todo, y que no se responde a estímulos aislados. Para Goffman (1957) las cuatro clases de estímulos que intervienen, cuando un codificador transmite mensajes a un decodificador, son los físicos, verba-

28



\* Leaver elaboró más tarde lo que llamó el modelo semántico.



## LOS SISTEMAS

Los sistemas, a su vez, pueden ser abiertos o cerrados, dependiendo de su relación con el medio en el que se ubican.

El medio queda definido como el conjunto de todos los objetos cuyos atributos, al cambiar, afectan al sistema y también aquellos objetos que son modificados por la conducta del sistema.

Por "abierto" se entiende que existe un intercambio de materiales, energía o información con su medio externo.

El sistema "cerrado", por su parte, es aquel en el que no se produce importación o exportación de energía, en cualquiera de sus formas.

### 2.1.2. Entropía

Todo sistema cerrado está sujeto a entropía, de acuerdo con el segundo principio de la termodinámica. Este principio nos dice que todas las formas de organización tienden hacia el máximo desorden y, por lo tanto, hacia la muerte organizacional. La muerte organizacional viene definida por la cantidad de entropía introducida en el sistema; esto es, la cantidad de desorden. En los sistemas abiertos generalmente se produce un proceso negentrópico (contrario a la entropía) que supone un aumento de orden. Este fenómeno se produce en la medida en que estos sistemas son capaces de asegurarse un orden que les permita mantener en funcionamiento sus estructuras, y así garantizar su supervivencia en el medio en el que se ubican. Así, por ejemplo, el riesgo de una evolución patológica en un niño es mayor en un sistema familiar en el que existe una barrera en el intercambio de informaciones entre el niño y sus padres. En esta situación, los mensajes que vienen del niño no son recibidos o correctamente reconocidos en la familia, y éste debe adaptarse para sobrevivir a una ley irracional que no lo reconoce como persona. En cambio, cuando las fronteras entre el individuo, la familia y el medio social existen y son percibidas como tales, la entropía disminuye, aumentando la negentropía. De esta forma, la familia selecciona la información que viene de exterior y la asimila para un mejor dominio de la realidad para sus miembros.

La observación de la realidad se da en tres momentos: primero observamos desorden (una multitud de estrellas); segundo, observamos un orden tras ese desorden (cada planeta cumple una trayectoria estable); y tercero contemplamos al mismo tiempo orden y desorden (vemos un universo que se organiza y que al mismo tiempo se desintegra). Los mismos tres momentos pueden observarse en los seres vivos y en la historia humana.

Resulta imposible, tanto en el conocimiento del mundo natural como en el del mundo histórico y social, reducir nuestra visión solamente al orden o solamente al desorden.

Es preciso concebir un cuarto momento, una nueva visión sobre nuestra propia visión del mundo, o sea, tenemos que concebir la forma en que concebimos el orden o el desorden, y considerarnos a nosotros mismos considerando el mundo, o sea, incluirnos en nuestra visión del mundo. En tal sentido debe diferenciarse orden

de determinismo, y desorden de azar.

Comencemos entonces considerando como concebimos el orden. Antiguamente el orden tenía el aspecto de una ley anónima, impersonal que regía el universo, y donde había determinismo y determinación (o constreñimiento). Sin embargo la idea de orden es más amplia, pues incluye también la idea de constancia, regularidad, repetición, estructura, con lo cual el orden se ha complejizado: hay diversos tipos de orden (viviente, inanimado, etc.)

Con la noción de estructura, la idea de orden requiere de otra idea: la de organización, pues se puede concebir el orden singular de un sistema como la estructura que lo organiza. Sin embargo, no se puede reducir la organización al orden, aunque la organización produzca ese orden. Ello es así porque las organizaciones producen orden pero al mismo tiempo, son coproducidas por los principios de orden. Ello vale para cualquier tipo de organización: atómica, viviente, etc.

Esta idea enriquecida de orden requiere confrontarla con la idea de desorden. En suma hasta aquí, la idea enriquecida de orden, puesto que no puede expulsar el desorden, y puesto que requiere la idea de interacción (estructura) y de organización, es más rica que idea de determinismo. Pero al enriquecerse también la idea de orden se ha relativizado y complejizado.

Respecto de la idea de desorden, vemos que también es mucho más rica, en este caso que la idea de azar, aunque siempre la comporte o incluya. Incluso la idea de desorden es más rica que la de orden porque abarca dos polos: uno objetivo (las irregularidades e inestabilidades que vemos en la realidad) y otro subjetivo (la imposibilidad de hacer predicciones exactas).

El desorden es algo más que el simple azar, porque es a partir del desorden que se va a generar el orden y la organización, y es aquello que también amenaza con desorganizarla ya sea por factores externos (accidente destructor) o por factores internos (aumento de la entropía).

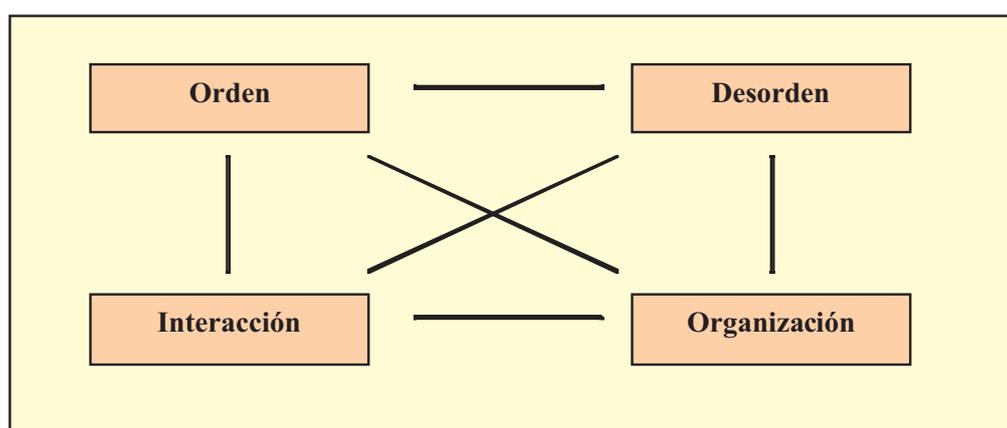
Así, la idea de desorden requiere la idea de organización, e incluso la idea de un entorno con caracteres aleatorios.

Respecto de la incertidumbre, no se puede saber si ella procede de la incapacidad del hombre para predecir hechos, o si procede del hecho de que la misma realidad es impredecible por ser en buena parte azarosa. El azar abre así el problema del espíritu ante la realidad y ante su propia realidad, e introduce la relación del observador con la realidad (cuando el viejo determinismo excluía ambas cosas).

Si el determinismo tuvo tanto éxito fue porque la ciencia clásica puso la indeterminación y la contingencia en el sujeto, y lo excluyó de la ciencia: tal vez fuera una necesidad subjetiva presente en determinado momento del desarrollo científico.

Tanto un mundo determinista como uno totalmente aleatorio excluyen al espíritu humano que los observa, del cual sin embargo no podemos prescindir. Habrá entonces que mezclar ambos mundos para poder comenzar a entender la realidad. Debemos aprender a pensar juntos el orden y el desorden por cuanto ambos pueden ser dos caras de un mismo fenómeno: la explosión de estrellas está determinada físicamente (orden) pero al mismo tiempo es un accidente, una desintegración, un desorden.

Para incluir juntos el orden y el desorden necesitamos relacionarlos con otros dos conceptos, formando el siguiente tetragrama, relaciones que nos permitirán comprender el universo:



El esquema nos permite concebir que el orden del universo se autoproduce al mismo tiempo que se autoproduce este universo a partir de las interacciones físicas que producen organización, pero también desorden. Nos permite concebir la morfogénesis (surgimiento de lo ordenado a partir del desorden) pero también las transformaciones, complejizaciones, desarrollos, destrucciones, decadencias. El tetragrama no es una fórmula mágica sino un esquema que permite entender las transformaciones del universo sin renunciar a la idea de su complejidad. No aclara, por ejemplo, el misterio del orden y el desorden.

También se requiere una dialógica entre organización y entorno, objeto y sujeto, ya que es preciso reconocer que el campo real del conocimiento no es el objeto puro, el mundo, sino la comunidad nosotros-mundo. Nuestro mundo real es el de un universo que jamás podrá eliminar el desorden y del cual jamás podrá eliminarse a sí mismo.

Por tanto:

- 1) de la dialógica entre orden y desorden surge que el conocimiento debe intentar negociar con la incertidumbre
- 2) el trabajo con la incertidumbre es una incitación a la racionalidad: un universo con solo orden no sería racional sino racionalizado, y
- 3) el trabajo con la incertidumbre incita al pensamiento complejo: la incomprendibilidad del mismo tetragrama nos muestra que jamás habrá una fórmula clave mágica que rijan el universo.

## VOCABULARIO DE METODOLOGIA Y ESTADISTICA

### Letras L-Z

#### LÍMITES DEL INTERVALO

Son los valores extremos que tiene el intervalo de clase, inferior y superior, entre los cuales van a estar los valores de los datos agrupados en ese intervalo de clase.

*(Fuente: Valdés Fernando, "Comprensión y uso de la estadística", Glosario, Universidad Rómulo Gallegos, 1998).*

#### MARCO TEORICO

1. El tercer paso del proceso de investigación consiste en elaborar el marco teórico.
2. El marco teórico se integra con las teorías, enfoques teóricos, estudios y antecedentes en general que se refieran al problema de investigación.
3. Para elaborar el marco teórico es necesario detectar, obtener y consultar la literatura y otros documentos pertinentes para el problema de investigación, así como extraer y recopilar de ellos la información de interés.
4. La revisión de la literatura puede iniciarse manualmente o acudiendo a un banco de datos al que se tiene acceso por computación.
5. La construcción del marco teórico depende de lo que encontremos en la revisión de la literatura: a) que existe una teoría completamente desarrollada que se aplica a nuestro problema de investigación, b) que hay varias teorías que se aplican al problema de investigación, c) que hay generalizaciones empíricas que se aplican a dicho problema o d) que solamente existen guías aún no estudiadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de investigación. En cada caso varía la estrategia para construir el marco teórico.
6. Una fuente muy importante para construir un marco teórico son las teorías.
7. Con el propósito de evaluar la utilidad de una teoría para nuestro marco teórico podemos aplicar cinco criterios: a) capacidad de descripción, explicación y predicción, b) consistencia lógica, c) perspectiva, d) fructificación y e) parsimonia.
8. El marco teórico orientará el rumbo de las etapas subsecuentes del proceso de investigación.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 3: La elaboración del marco teórico: revisión de la literatura y construcción de una perspectiva teórica, pág. 54).*

## MEDIA ARITMETICA

Se define "como la suma de los datos dividida por el número de los mismos". Entre las propiedades de la media se cuentan:

- 1) la media es sensible al valor exacto de todos los datos de la distribución;
- 2) la suma de las desviaciones con respecto a la media es cero;
- 3) la media es muy sensible a los datos extremos;
- 4) la suma de los cuadrados de las desviaciones de todos los datos en torno a su media es la mínima posible;
- 5) para un gran número de circunstancias, de todas las medidas utilizadas para calcular la tendencia central, la media es la que menos se sujeta a la variación debida al muestreo. Esta última propiedad se relaciona con el uso de la media para la inferencia estadística.

*(Pagano R., Estadística para las ciencias del comportamiento, México, International Thomson Editores, 1999, 5ta. edición, pág. 62-65).*

## MEDIANA

"Es el valor central o medida de posición de la variable que divide una distribución estadística con igual número de observaciones por debajo y por encima. Se utiliza en lugar de la media aritmética cuando el número de datos es pequeño y pueden ser sensibles a unos cuantos valores grandes que distorsionarían el valor central. En estos casos la mediana es más real que una media aritmética".

*(Ander-Egg E., Técnicas de investigación social, Buenos Aires, Hymánitas, 1987, 21 edición, pág. 363).*

## MEDICION

Medir es el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificación. En toda investigación medimos las variables contenidas en la hipótesis. Un instrumento de medición debe cubrir dos requisitos: confiabilidad y validez. No hay medición perfecta, pero el error de medición debe reducirse a límites tolerables.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 9: Recolección de los datos, pág. 338).*

## METODO

Es “el camino a seguir mediante una serie de operaciones, reglas y procedimientos fijados de antemano de manera voluntaria y reflexiva, para alcanzar un determinado fin que puede ser material o conceptual”.

*(Ander-Egg E, “Técnicas de investigación social” Hymnitas, Buenos Aires, 1987, pág. 41).*

## METODO CIENTIFICO

“Conjunto de pasos reglados que utiliza la Ciencia para la ampliación de sus conocimientos”. León y Montero distinguen tres variantes: a) Deductivo: variante consistente “en partir de una ley general para, mediante la lógica, extraer implicaciones que puedan ser contrastadas en la realidad”. b) Hipotético-deductivo: variante donde “el investigador utiliza, en los distintos momentos del proceso de investigación, tanto la inducción como la deducción”. c) Inductivo: variante donde “el investigador parte de la información recogida mediante sucesivas observaciones para, mediante la generalización, establecer una ley de ámbito lo más universal posible”.

*(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 22).*

### **Características**

“El método científico consiste en establecer unas reglas o procedimientos generales que aseguren una investigación científicamente significativa”. Las más importantes características del método científico son las siguientes: a) Es fáctico en el sentido de que los hechos son su fuente de información y de respuesta. b) Trasciende los hechos: si bien el método científico parte del conocimiento de los hechos particulares, no se detiene en ellos: mediante un ‘salto del nivel observacional al teórico’, los trasciende. c) Se atiene a reglas metodológicas formalizadas (operaciones y procedimientos establecidos de antemano), pero no por ello desecha la imaginación y la intuición. d) Se vale de la verificación empírica para formular respuestas a los problemas planteados y para apoyar sus propias afirmaciones. e) Esta permanente confrontación hace que el método sea además autocorrectivo y progresivo: ajusta sus conclusiones a los nuevos datos, y sus conclusiones no son finales. f) Sus formulaciones son generales: el hecho en particular interesa en tanto es miembro de una clase o caso de una ley. g) Es objetivo en tanto busca alcanzar la verdad fáctica, independientemente de los valores y creencias del científico.

*(Ander-Egg E, “Técnicas de investigación social” Hymnitas, Buenos Aires, 1987, pág. 44).*

### **Pasos**

Los pasos del método científico son: formular correctamente el problema y descomponerlo; proponer una tentativa de explicación verosímil y contrastable con la experiencia; derivar consecuencias de esas suposiciones; elegir los instrumentos metodológicos para realizar la investigación; someter a prueba los instrumentos elegidos; obtener los datos que se buscan mediante la contrastación empírica; analizar e interpretar los datos recogidos; y estimar la validez de los resultados obtenidos y determinar su ámbito de validez: hacer inferencias a partir de lo que ha sido observado o experimentado.

*(Ander-Egg E, "Técnicas de investigación social" Hvmanitas, Buenos Aires, 1987, pág. 44-45).*

### **MODA**

"Llamada también módulo, modo, valor prevalente, promedio típico, valor dominante, etc., es la medida de posición que nos da la magnitud del valor que se presenta con más frecuencia en una serie. Dicho en otras palabras: se trata del valor de la variable que tiene mayor frecuencia absoluta".

*(Ander-Egg E., Técnicas de investigación social, Buenos Aires, Hvmanitas, 1987, 21 edición, pág. 364).*

### **MUESTRA**

Parte de una población que está disponible, o que se selecciona expresamente para el estudio de la población. (Pablo Cazau).

La muestra es un subgrupo de la población –previamente delimitada- y puede ser probabilística o no probabilística. El elegir qué tipo de muestra se requiere depende de los objetivos del estudio y del esquema de investigación. Para seleccionar la muestra, lo primero que se tiene que plantear es el quiénes van a ser medidos, lo que corresponde a definir la unidad de análisis –personas, organizaciones o periódicos-.

Se procede después a delimitar claramente la población con base en los objetivos del estudio y en cuanto a características de contenido, de lugar y en el tiempo.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 8: Cómo seleccionar la muestra?, pág. 233).*

## MUESTRA NO PROBABILISTICA

Las muestras no probabilísticas pueden también llamarse muestras dirigidas, pues la elección de sujetos u objetos de estudio depende del criterio del investigador.

Las muestras dirigidas pueden ser de varias clases: **(1)** Muestra de sujetos voluntarios –frecuentemente utilizados con diseños experimentales y situaciones de laboratorio. **(2)** Muestra de expertos –frecuentemente utilizados en estudios exploratorios. **(3)** Muestra de sujetos tipo –o estudio de casos-, utilizados en estudios cuantitativos y motivacionales y **(4)** muestreo por cuotas –frecuentes- en estudios de opinión y mercadotecnia. Las muestras dirigidas son válidas en cuanto a que un determinado diseño de investigación así lo requiere, sin embargo los resultados son generalizables a la muestra en sí o a muestras similares. No son generalizables a una población.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 8: Cómo seleccionar la muestra?, pág. 233).*

## MUESTRA PROBABILISTICA

Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación por encuestas donde se pretenden generalizar los resultados a una población. La característica de este tipo de muestra, es que todos los elementos de la población tienen al inicio la misma probabilidad de ser elegidos, de esta manera los elementos muestrales tendrán valores muy aproximados a los valores de la población, ya que las mediciones del subconjunto, serán estimaciones muy precisas del conjunto mayor. Esta precisión depende del error de muestreo, llamado también error estándar.

Para una muestra probabilística necesitamos dos cosas: determinar el tamaño de la muestra y seleccionar los elementos muestrales en forma aleatoria.

El tamaño de la muestra se calcula con base a la varianza de la población y la varianza de la muestra. Esta última expresada en términos de probabilidad de ocurrencia. La varianza de la población se calcula con el cuadrado del error estándar, el cual determinamos. Entre menor sea el error estándar, mayor será el tamaño de la muestra.

Las muestras probabilísticas pueden ser: simples, estratificadas y por racimos. La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de submuestras para cada estrato o categoría que sea relevante en la población. El muestreo por racimos implica diferencias entre la unidad de análisis y la unidad muestral. En este tipo de muestreo hay una selección en dos etapas, ambas con procedimientos probabilísticos. En la primera se seleccionan los racimos –escuelas, organizaciones, salones de clase- en la segunda y dentro de los racimos a los sujetos que van a ser medidos.

Los elementos muestrales de una muestra probabilística siempre se elijen aleatoriamente para asegurarnos de

que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido. Pueden usarse tres procedimientos de selección: **1.** Tómbola, **2.** Tabla de números random y **3.** Selección sistemática. Todo procedimiento de selección depende de listados, ya sea existentes o contruidos ad hoc. Listados pueden ser: el directorio telefónico, listas de asociaciones, listas de escuelas oficiales, etc. Cuando no existen listas de elementos de la población se recurren a otros marcos de referencia que contengan descripciones del material, organizaciones o sujetos seleccionados como unidades de análisis. Algunos de estos pueden ser los archivos, hemerotecas y los mapas.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 8: Cómo seleccionar la muestra?, pág. 233).*

## **MUESTREO**

Procedimiento por el cual se selecciona una muestra de una población. Los procedimientos de muestreo suelen clasificarse en probabilísticos, si cualquier elemento de la población tiene las mismas probabilidades de ser incluido en la muestra, y no probabilísticos, en caso contrario.

*(Pablo Cazau).*

## **NIVEL DE SIGNIFICACION**

El nivel de significancia y el intervalo de confianza son niveles de probabilidad de cometer un error o equivocarse en la prueba de hipótesis o la estimación de parámetros. Los niveles más comunes en ciencias sociales son los del .05 y .01.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 10: Análisis de los datos, pág. 429).*

## **OBSERVACION PARTICIPANTE**

Procedimiento para la recolección de datos en el cual el investigador se introduce en el medio natural y dedica buen tiempo a notar y observar lo que allí sucede, y a veces a interactuar con las personas que estudia".

*(Vander Zanden James, Manual de Psicología Social, Barcelona, Paidós, 1986, pág. 623).*



La “observación participativa es un método para conducir la investigación descriptiva en el cual el investigador se convierte en un participante de la situación a fin de comprender mejor la vida de ese grupo”. Woolfolk A (1996) “Psicología educativa”, México, Prentice-Hall Hispanoamericana SA, pág. 14.

### **PERCENTIL**

Un percentil o "punto percentil es el valor sobre la escala de medida, debajo del cual cae un porcentaje dado de los datos de la distribución" .

*(Pagano R., Estadística para las ciencias del comportamiento, México, International Thomson Editores, 1999, 5ta. edición, pág. 43).*

### **POBLACION**

En el lenguaje cotidiano, este término suele empleárselo en su sentido demográfico; por ejemplo, población como cantidad de habitantes de un país. En el lenguaje estadístico, el término designa mas bien un conjunto de datos (ver Datos). Por ejemplo, el conjunto de edades de todos los habitantes de la provincia de Buenos Aires es una población. También es una población el conjunto de calificaciones obtenidas por una persona a lo largo de sus estudios universitarios.

*(Pablo Cazau).*

### **POLÍGONO DE FRECUENCIA**

Se obtiene conectando los puntos medios de cada intervalo de un histograma de frecuencias acumuladas con segmentos rectilíneos.

*(Fuente: Valdés Fernando, “Comprensión y uso de la estadística”, Glosario, Universidad Rómulo Gallegos, 1998).*

### **PROBABILIDAD**

Es el conjunto de posibilidades de que un evento ocurra o no en un momento y tiempo determinado. Dichos

eventos pueden ser medibles a través de una escala de 0 a 1, donde el evento que no pueda ocurrir tiene una probabilidad de 0 y uno que ocurra con certeza es de 1.

**Ejemplo:** Cuando se lanza una moneda, se desea saber cual es la probabilidad de que se selle o cara, es decir existe un 0,5 (50%) de que sea cara o 0,5 (50%) de que sea sello.

(Fuente: Valdés Fernando, “Comprensión y uso de la estadística”, Glosario, Universidad Rómulo Gallegos, 1998).

## PROBLEMA DE INVESTIGACION

“Ambito de la investigación para el que la Ciencia no tiene todavía una solución satisfactoria”.

(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 22).

1. Plantear el problema de investigación es afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación, desarrollando tres elementos: objetivos de investigación, preguntas de investigación y justificación de ésta. Los tres elementos deben ser capaces de guiar a una investigación concreta y con posibilidad de prueba empírica.

2. Los objetivos y preguntas de investigación deben ser congruentes entre sí e ir en la misma dirección.

3. Los objetivos establecen qué pretende la investigación, las preguntas nos dicen que respuestas deben encontrarse mediante la investigación y la justificación nos indica porqué debe hacerse la investigación.

4. Los criterios principales para evaluar el valor potencial de una investigación son: conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica. Además debe analizarse la viabilidad de la investigación y sus posibles consecuencias.

5. El planteamiento de un problema de investigación científico no puede incluir juicios morales o estéticos. Pero debe cuestionarse si es o no ético llevarlo a cabo.

(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 2: Planteamiento del problema, pág. 17).

## PROCEDIMIENTO

“Plan de actuación del investigador a la hora de recoger los datos en el que se detallan los aspectos relativos a instrumentos utilizados, medidas empleadas, unidades de observación, pasos seguidos, etc.”.

(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 22).

## PRUEBAS NO PARAMETRICAS

Los análisis o pruebas estadísticas no paramétricas más utilizadas son:

<b>PRUEBA</b>	<b>TIPOS DE HIPOTESIS</b>
Ji-cuadrada ( $\chi^2$ )	Diferencia de grupos para establecer correlación
Coefficientes de correlación e independencia para tabulaciones cruzadas: Phi, C de Pearson, V de Cramer, Lambda, Gamma, Taub, D de Somers y Eta.	Correlacional
Coefficientes Spearman y Kendall	Correlacional

Las pruebas no paramétricas se utilizan con variables nominales u ordinales.

(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 10: Análisis de los datos, pág. 429).

## PRUEBAS PARAMETRICAS

Los análisis o pruebas estadísticas paramétricas más utilizadas son:

<b>PRUEBA</b>	<b>TIPOS DE HIPOTESIS</b>
Coefficiente de correlación de Pearson	Correlacional
Regresión lineal	Correlacional Causal
Prueba "t"	Diferencia de grupos
Contraste de la diferencia de proporciones	Diferencia de grupos
Análisis de varianza (ANOVA): unidireccional y factorial, unidireccional con una variable independiente y factorial con dos o más variables independientes	Diferencia de grupos Causal
Análisis de covarianza (ANCOVA)	Correlacional Causal

En todas las pruebas estadísticas paramétricas las variables están medidas en un nivel por intervalos o razón.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 10: Análisis de los datos, pág. 429).*

### **PUNTAJE Z**

Un puntaje z "es un dato transformado que designa a cuántas unidades de desviaciones estándar por arriba o por debajo de la media se encuentra un dato en bruto". Pueden resaltarse tres características de los puntajes z:

- 1) los puntajes z tienen la misma forma que el conjunto de datos en bruto;
- 2) la media de los puntajes z siempre es igual a cero;
- 3) la desviación estándar de los datos z siempre es igual a uno.

*(Pagano R., Estadística para las ciencias del comportamiento, México, International Thomson Editores, 1999, 5ta. edición, págs. 84-87).*

Las puntuaciones "z" son transformaciones de los valores obtenidos a unidades de desviación estándar.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 10: Análisis de los datos, pág. 429).*

### **RECOLECCION DE DATOS**

Recolectar los datos implica seleccionar un instrumento de medición disponible o desarrollar uno propio, aplicar el instrumento de medición y preparar las mediciones obtenidas para que puedan analizarse correctamente.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, "Metodología de la investigación", México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 9: Recolección de los datos, pág. 338).*

### **REGRESION**

"Tema que analiza la relación entre dos o más variables para determinar una predicción".



*(Pagano R., Estadística para las ciencias del comportamiento, México, International Thomson Editores, 1999, 5ta. edición, págs. 127).*

### **REPLICABILIDAD**

“Característica propia del método científico consistente en que los hallazgos de un investigador puedan ser obtenidos por cualquier otro colega que utilice el mismo método”.

*(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 22).*

### **SOCIOMETRIA**

“Método objetivo para evaluar criterios de atracción, rechazo o indiferencia que operan entre los miembros de un grupo”.

*(Vander Zanden James, Manual de Psicología Social, Barcelona, Paidós, 1986, pág. 626).*

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Es la cantidad de datos que serán extraídos de la población para formar parte de la muestra.

*(Fuente: Valdés Fernando, “Comprensión y uso de la estadística”, Glosario, Universidad Rómulo Gallegos, 1998).*

### **TASA**

Una tasa es la relación entre el número de casos de una categoría y el número total de casos, multiplicada por un múltiplo de 10.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 10: Análisis de los datos, pág. 429).*

## **TECNICA**

“El método no basta ni es todo; se necesitan procedimientos y medios que hagan operativos los métodos. A este nivel se sitúan las técnicas. Estas, como los métodos, son respuestas al ‘como hacer’ para alcanzar un fin o resultado propuesto, pero se sitúan a nivel de los hechos o de las etapas prácticas que, a modo de dispositivos auxiliares, permiten la aplicación del método, por medio de elementos prácticos, concretos y adaptados a un objeto bien definido”.

*(Ander-Egg E, “Técnicas de investigación social” Hymanitas, Buenos Aires, 1987, pág. 42).*

## **TEORIA**

“Manera de conferir sentido a un conjunto confuso de datos mediante una construcción simbólica; la red que tendemos para atrapar al mundo de la observación”.

*(Vander Zanden James, Manual de Psicología Social, Barcelona, Paidós, 1986, pág. 626).*

“Conjunto de hipótesis relacionadas que ofrecen una explicación verosímil de un fenómeno o grupo de fenómenos”.

*(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 23).*

Una teoría –de acuerdo con F Kerlinger- es un conjunto de conceptos, definiciones y proposiciones vinculadas entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos especificando relaciones entre variables, con el objeto de explicar y predecir los fenómenos.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 3: La elaboración del marco teórico: revisión de la literatura y construcción de una perspectiva teórica, pág. 54).*

## **UNIDAD DE ANALISIS**

Elemento de una población en tanto se lo considera como poseedor de ciertas propiedades, atributos o características denominadas variables. Por ejemplo: a) las personas son unidades de análisis si consideramos

su edad, su sexo, su inteligencia, su salario o la cantidad de sillas que posee, como variables; b) las sillas son unidades de análisis si consideramos su precio, su color o su estado como variables; c) los colores son unidades de análisis si consideramos su tono o su longitud de onda como variables.

*(Pablo Cazau).*

## **VALIDEZ**

Un test, y, en general cualquier instrumento de medición “debe ser válido, o sea que mida lo que supuestamente quiere medir. A veces es suficiente una validez de contenido, es decir, que mida lo que pretende medir. En otros casos se evalúa la validez de un test comparándolo con otros tests que miden lo mismo, y en otros casos se aplica la validez predictiva, según la cual un test es válido si puede predecir una puntuación en el futuro”.

*(Myers David, Psicología, Editorial Médica Panamericana, Madrid, 3º edición, pág. 319).*

La validez se refiere al grado en que el instrumento de medición mide realmente la(s) variable(s) que pretende medir. Se pueden aportar tres tipos de evidencia para la validez: evidencia relacionada con el contenido, evidencia relacionada con el criterio y evidencia relacionada con el constructo.

Los factores que principalmente pueden afectar la validez son: improvisación, utilizar instrumentos desarrollados en el extranjero y que no han sido validados a nuestro contexto, poca o nula empatía, factores de aplicación.

La validez de contenido se obtiene contrastando el universo de ítems contra los ítems presentes en el instrumento de medición. La validez de criterio se obtiene comparando los resultados de aplicar el instrumento de medición contra los resultados de un criterio externo. La validez de constructo se puede determinar mediante el análisis de factores.

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 9: Recolección de los datos, pág. 338).*

## **VALIDEZ INTERNA**

**I.** Para lograr el control o la validez interna los grupos que se comparen deben ser iguales en todo, menos en el hecho de que a un grupo se le administró el estímulo y al otro no. A veces graduamos la cantidad del estímulo que se administra, es decir, a distintos grupos (semejantes) les administramos diferentes grados del estímulo para observar si provocan efectos distintos.

2. La asignación al azar es –normalmente- el método preferible para lograr que los grupos del experimento sean comparables (semejantes).
3. Hay nueve fuentes de invalidación interna: historia, maduración, inestabilidad, administración de pruebas, instrumentación, regresión, selección, mortalidad, interacción entre selección y maduración.
4. Los experimentos que hacen equivalentes a los grupos y que mantienen esta equivalencia durante el desarrollo de aquellos, controlan las fuentes de invalidación interna.
5. Lograr la validez interna es el objetivo metodológico y principal de todo experimento. Una vez que se consigue es ideal alcanzar validez externa (posibilidad de generalizar los resultados a la población, otros experimentos y situaciones no experimentales).

*(Fuente: Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Lucio P, “Metodología de la investigación”, México, McGraw-Hill, 1996. Resumen del capítulo 6: Diseños experimentales de investigación, pág. 182).*

## **VARIABLE**

Propiedad, atributo o característica de una unidad de análisis, susceptible de adoptar diferentes valores o categorías. Un mismo elemento puede ser entendido como una unidad de análisis o como una variable. Por ejemplo, un sonido en tanto 'propiedad de algo' es una variable (por ejemplo propiedad de un sonajero), pero en tanto 'elemento que tiene una propiedad' es una unidad de análisis (por ejemplo el sonido tiene altura, intensidad o timbre). Los valores o categorías de la variable pueden variar tanto entre sujetos, como en el mismo sujeto a lo largo del tiempo

*(Pablo Cazau).*

## **VARIABLE DEPENDIENTE**

“Factor que resulta afectado dentro de un marco experimental; aquello que ocurre o cambia como resultado de la manipulación de otro factor (la variable independiente)”.

*(Vander Zanden James, Manual de Psicología Social, Barcelona, Paidós, 1986, pág. 628).*

“En un sentido general, fenómeno que se pretende explicar con una hipótesis”.

*(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 23).*

“Es la variable sobre la que se quiere analizar los efectos de las variables independientes”.

*(Vallejo Ruiloba J y otros, “Introducción a la psicopatología y la psiquiatría”, Masson, Barcelona, 1999, 4ª edición, pág 73.)*

### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

“Factor manipulado en un marco experimental; factor causal o condición determinante de la relación que se estudia”.

*(Vander Zanden James, Manual de Psicología Social, Barcelona, Paidós, 1986, pág. 628).*

“En forma general, factor que se considera explicación del fenómeno que se está estudiando”.

*(León O y Montero I, “Diseño de investigaciones”, Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación, McGraw Hill, Madrid, 1995, pág. 23).*

“Variable cuya influencia sobre la dependiente se quiere estudiar. En los estudios experimentales se halla bajo el control directo del investigador (de ahí su nombre). En los observacionales los sujetos se asignan a diferentes grupos sobre la base de su valor. En este tipo de situaciones quizá sea más apropiado denominarla ‘predictor’, y ‘criterio’ a la variable dependiente”.

*(Vallejo Ruiloba J y otros, “Introducción a la psicopatología y la psiquiatría”, Masson, Barcelona, 1999, 4ª edición, pág 73).*

*Jose Luis de la Mata*