



III TOMO 1: **ASPECTOS METODOLOGICOS Y CONCEPTUALES**

1.- ASPECTOS BASICOS VINCULADOS CON LAS GEOCIENCIAS

El objetivo de este tomo es dar los elementos básicos, metodológicos y conceptuales para comprender el desarrollo del trabajo sobre aplicaciones de las Geociencias a las actividades y organización espacial del NEA.

Interesa, por lo tanto, ver los condicionantes y limitantes que establece el sistema natural sobre aquellos aspectos relacionados con el accionar del hombre sobre la naturaleza.

Para ello es imprescindible conocer el sistema natural, es decir aquél que podríamos considerar existiendo sin la presencia del hombre y que en los niveles del planeamiento regional suele denominarse como sistema de sustentación

Sin embargo, es evidente que no se puede considerar la realidad como la suma de dos planos superpuestos: el natural y el antrópico, como consecuencia de las influencias bidireccionales que se establecen entre ellos y sus componentes

Conscientes de lo antedicho, se plantea el empleo de la Teoría General de Sistemas para abordar holísticamente la problemática y por lo tanto en este tomo se plantearán, de manera sintética, los conceptos fundamentales de la misma que permitan entender el desarrollo de la temática vinculada con el sistema natural.

El hombre desarrolla sus actividades en una delgada zona de contacto entre la atmósfera, la litósfera y la hidrósfera, las cuales constituyen los tres grandes subsistemas que estudian las Ciencias de la Tierra, además de la biósfera. Fig. 1 En el ambiente terrestre, o subaéreo, el contacto se realiza en la superficie topográfica, la cual tiene como atributos la latitud, la longitud y la altitud correspondiente a cada punto y constituye además formas topográficas. Estas últimas pueden analizarse morfométricamente, clasificarse en diferentes tipologías y agruparse en tipos de unidades de relieve.

Esa superficie topográfica es sólo el límite de contacto entre la atmósfera y la litósfera y está atravesado por flujos energéticos, de materia e información que dan lugar a una franja de interacción que se conoce como la epidermis de La Tierra.

En ella actúan agentes exógenos provenientes de la atmósfera y endógenos provenientes de la litósfera, de manera que se desarrolla sobre las rocas una delgada capa alterada (meteorizada: regolita) que termina superficialmente en la zona edafizada (suelos), la cual a su vez sustenta la biota (vegetales y animales) Fig. 1.

Atravesando dichos componentes se encuentra el agua proveniente de las precipitaciones, la cual escurre como escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo.

Las actividades humanas y la organización del espacio están íntimamente relacionadas con los aspectos precedentemente mencionados

La influencia de los agentes exógenos vinculados al clima, interesan directamente en lo atinente al comportamiento atmosférico con relación a los transportes y las comunicaciones, el comportamiento de los cultivos, la contaminación, el estado psico-físico, etc.

Indirectamente influyen en las crecientes e inundaciones, la génesis de los suelos, la meteorización, estabilidad de laderas, etc.



Por su parte, los agentes endógenos determinan las rocas y estructuras que soportan el relieve, condicionan las redes fluviales, el escurrimiento subterráneo y dan las rocas madres a partir de las cuales evolucionarán los suelos y que constituyen los yacimientos y base de las fundaciones.

Para estudiar los condicionamientos que establece el sistema natural sobre las actividades y organización espacial será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. *La Morfometría*, consistente en el análisis topológico del relieve, es decir, las alturas y su distribución (Amplitud y energía), las pendientes, la orientación y distribución espacial de las formas y todos aquellos valores directos y/o derivables de los valores topográficos.
2. *La Morfogénesis*, es decir los agentes y procesos que originaron las formas del relieve, teniendo en cuenta que ellas reflejan con frecuencia condiciones anteriores muy diferentes a las actuales (Herencia del paisaje)
3. *La Morfocronología*, vinculada con lo anterior y que consiste en la datación de las formas del relieve mediante la reconstrucción de los episodios anteriores
4. *La Morfotaxonomía*, es decir la clasificación de las formas en función del tamaño, que éstas tienen en relación con las unidades climáticas y geodinámicas asociadas, con el tiempo de gestación de la unidad de relieve considerada y por supuesto, con la escala de percepción.
5. *La Morfofisiología*, consistente en la manera en que están funcionando las formas del relieve, tanto por acción de los procesos actuales como por el condicionamiento de los ocurridos con anterioridad.

Este último aspecto justifica ampliamente el empleo de la Teoría General de Sistemas ya que el relieve constituye un sistema abierto, dinámico, con "memoria" y con tendencia a situaciones o estados de equilibrio, que pueden ser alterados de manera muy significativa por acción antrópica directa o indirecta.

Es importante tener en cuenta que a lo largo del tiempo se han ido estableciendo mecanismos de altísima complejidad que logra mantener el sistema geomórfico en equilibrio dinámico, es decir condicionado a los controles paramétricos externos.

Este concepto de equilibrio dinámico, que desarrollaremos más adelante, es fundamental, ya que el análisis de la historia geológica del planeta nos permite comprender que los estados que adoptó el sistema a lo largo del tiempo, han sido significativamente diferentes y podemos tomar como ejemplo los grandes cambios climáticos que se produjeron durante los periodos glaciales e interglaciales tan cercanos a nosotros.

En este trabajo vamos a considerar un espacio parcial del ecosistema global y por lo tanto es importante destacar que el mismo está incluido dentro de ese macrosistema y por lo tanto se encuentra controlado paramétricamente por este último.

Ello nos indica que para entender el espacio a analizar no podemos dejar de considerar aquellos controles y sus modificaciones en el tiempo geológico.

De manera que nuestro problema consistirá en ver cómo podemos conocer el funcionamiento de una parte del macrosistema (es decir de un subsistema incluido), para lo cual se necesita separarla, es decir caracterizarla por sus atributos particulares.



Ello va a implicar definir las variables que le dan identidad y permiten describir el subsistema considerado estructural y funcionalmente, lo cual no es tarea muy sencilla, como veremos.

Dicha separación implica establecer un límite (es decir separar el conjunto del universo), lo cual nos introducirá en toda una problemática compleja sobre el tipo de límite (Neto, no neto, de transición, etc.) y en los criterios con los cuales se intentará limitarlo.

El siguiente paso consistirá en ver las relaciones paramétricas que se establecen entre el sistema y el universo, es decir entre el subsistema del NEA y el macrosistema global, tratando de encontrar los ingresos de materia, energía e información que activan el subsistema y lo hacen adoptar determinados estados como respuesta de adecuación.

También interesará conocer los mecanismos de retroalimentación con el universo y entre los componentes del sistema, para poder entender posteriormente los mecanismos de equilibrio

Al abrir la "caja negra" analizaremos los componentes del sistema y las características de la estructura dura y la blanda (Mensajes) a fin de comprender como funciona el sistema y los condicionantes que aquellos establecen.

El punto crítico a considerar es el equilibrio dinámico, es decir el campo de oscilaciones o de estados posibles dentro de lo que puede considerarse como normalidad en base a los umbrales de percepción e irreversibilidad.

Teniendo en cuenta los cambios paramétricos que se han originado a lo largo del tiempo geológico, será necesario contemplar el concepto de función escalonada y por lo tanto de superestabilidad, lo cual nos conducirá a la teoría de la Bio-rexistasia para explicar los saltos o cambios bruscos entre dos situaciones de equilibrio.

Finalmente podemos analizar la influencia antrópica sobre el sistema natural y sus posibles efectos en el equilibrio y los procesos internos del sistema, como base para los estudios del Proyecto 2 que considera el sistema antrópico superpuesto al natural.

Los puntos mencionados aquí se irán desarrollando a continuación, recomendando la lectura de la Bibliografía para una mejor comprensión de la temática, que por supuesto no puede agotarse en este trabajo

1.1.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA NATURAL

En este punto vamos a plantear los aspectos y variables que caracterizan a lo que denominaremos de aquí en adelante como Sistema Natural o De Sustentación y para ello emplearemos el concepto moderno de la Geomorfología, como el más adecuado para su caracterización.

Entendiendo como Geomorfología a la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre como resultado de la interacción entre los universos o macrosistemas, Climático y Geodinámico a través del tiempo, podemos observar (Fig. 2) que se trata de un conjunto intersección.

En efecto, como resultado de esa interacción a través del tiempo se origina lo que algunos autores han denominado como "La epidermis de La Tierra" y que se compone de una topo-



grafía, con una cubierta biótica y edáfica, interpenetrada por el subsistema hidrológico (Fig. 1).

Este sistema resultante del contacto no es estático y pulsa y se modifica conforme lo hacen los universos controlantes, de manera que el estado o aspecto que presenta en un momento determinado puede esquematizarse como se indica en la Fig. 3.

Se trata de un esquema topológico, donde el plano representa el espacio geográfico y el eje vertical el tiempo, es decir el campo de la Geología, con lo cual es fácil comprender que algunos autores consideren a la Geomorfología como parte de aquella y otros como parte de la Geografía.

Si bien ambas ciencias son auxiliares y básicas para el enfoque geomorfológico, ella en la actualidad puede considerarse como una ciencia aparte, ya que dispone de objetivo formal y metodología propios.

Observemos en la Fig. 3 que si consideramos un área en el plano geográfico estaremos haciendo Geomorfología Regional, pero también podemos imaginar otros planos en tiempos diferentes (anteriores o posteriores al actual), con lo cual podemos hacer Paleogeomorfología (Pasado) o Geomorfología Prospectiva (futuro).

Este enfoque es de singular importancia en el trabajo, ya que se necesita considerar las condiciones pasadas para poder interpretar las tendencias y los mecanismos de control a fin de plantear escenarios futuros posibles.

Podemos ahora plantear los cinco aspectos básicos de la Geomorfología, imprescindibles para comprender cualquier situación particular. Ellos son:

- **Morfometría:** consistente en el análisis de la topografía, es decir, de las formas en sus aspectos topológicos y por lo tanto todo aquello que pueda medirse (altura, dimensiones, orientación, etc.) o bien obtenerse como valores derivados de un proceso matemático (pendientes, media, mediana, densidad, etc.)
- **Morfogénesis:** consistente en el análisis de los agentes y procesos que originaron el relieve a través del tiempo, pudiendo distinguirse los monogénicos y los poligénicos (los más comunes)
- **Morfocronología:** que consiste en la datación de las formas del relieve, es decir, su ubicación en el tiempo geológico, debiendo destacarse que ello es diferente a la Geocronología, consistente en la datación de las rocas y estructuras.
- **Morfotaxonomía:** referida a la clasificación de las formas y/o unidades del relieve en función del tamaño de las mismas ya que este se relaciona con la unidad climática y la geodinámica asociada, así como también con el tiempo necesario para su gestación.
- **Morfofisiología:** consistente en el análisis funcional, es decir, el estudio de la manera en que están funcionando los agentes y procesos y por lo tanto, las tendencias evolutivas y las condiciones de equilibrio; aspectos fundamentales cuando se quiere hacer un estudio prospectivo.

Volviendo a la primera consideración de la Geomorfología como conjunto(o sistema) intersección, podemos mejorarlo teniendo en consideración la influencia del hombre, la cual



crece cada día más, a tal punto que podemos decir que ya no existen zonas del planeta donde de manera directa o indirecta no esté actuando.

Si le damos la debida importancia a lo que a partir de ahora llamaremos Universo (o macrosistema) Antrópico, podemos esquematizar a la Geomorfología tal como se indica en la Fig. 4 y donde las flechas con doble sentido indican que los mensajes, la materia y la energía pueden fluir en ambas direcciones.

Vemos que bajo la acción de los tres universos (Climático, Geodinámico y Antrópico) el sistema geomórfico se pone en movimiento dando lugar a las formas y procesos del relieve terrestre. Obsérvese que el resultado también influye sobre el propio sistema y los universos por retroalimentación.

Es justamente lo expuesto, es decir, que los mensajes circulan en todas direcciones mediante relaciones circuitales, lo que indica la conveniencia de emplear la Teoría General de Sistemas como forma de encarar el comportamiento del sistema geomórfico.

Hasta el momento, el mismo se nos presenta como una "caja negra" que recibe ingresos desde tres universos o macrosistemas controlantes y origina una salida que son los procesos y las formas del relieve terrestre.

Pero si abriéramos un poco la caja negra, podríamos suponer que incluye cuatro subsistemas: Lito-estructural, biótico, edáfico e hidrológico, los cuales se encuentran a su vez ligados por relaciones circuitales intercambiando materia, energía e información entre si, de manera que una modificación en uno de ellos se propaga hacia todos los otros.

De manera que para caracterizar el sistema geomórfico se necesita conocer el estado de cada uno de estos sistemas componentes y las relaciones funcionales que se establecen entre ellos.

1.2.- LA DELIMITACION DEL SISTEMA NATURAL

En Teoría General de Sistemas la delimitación surge como consecuencia de la definición de los componentes del sistema, es decir de su definición, que etimológicamente significa justamente poner límite.

Parece conveniente distinguir en primer lugar aquellos límites resultantes de un equilibrio de fuerzas de aquellos consecuencia de un equilibrio de flujos (Fig. 5).

Es evidente que en el primer caso se trata de una verdadera barrera, donde los elementos de un sistema no pueden pasar, en tanto que en el segundo el equilibrio se mantiene en la medida que el flujo de salida es igual al de entrada y estos conceptos tienen mucha significación cuando se analizan sistemas antrópicos.

Es cierto que existen muchos casos de límite netos, como ocurre por ejemplo en las costas abruptas, pero son mucho más frecuentes los límites por transición, los cuales son dominantes en las áreas de llanura.

Dicha transición permite además cierta tipificación, pudiendo distinguirse transiciones en forma de bandas, gradual, por islas, compartimentada, etc. y reviste singular importancia caracterizarla para cada caso particular.

Por otra parte, si tenemos en cuenta los subsistemas componentes del sistema Geomórfico es fácil observar que no siempre los límites de cada uno de ellos coinciden con los otros, ya



que los controles genéticos son diferentes. Podemos encontrarnos con situaciones extremas en las cuales existe una fuerte coincidencia entre las unidades litoestructurales, bióticas, edáficas e hidrológicas o bien otras, en las cuales exista una casi total falta de coincidencia entre las mismas.

Si tenemos en cuenta que los tiempos de respuesta son diferentes para cada uno de los subsistemas, es posible entender que los límites de cada uno de ellos cambia en el tiempo y a diferente velocidad, como veremos más adelante.

Vemos entonces que uno de los problemas más significativos y a veces difícil de resolver es cómo se logra diferenciar, separar o limitar un sistema geomórfico para distinguirlo del universo o de otros sistemas.

Para ello es necesario recordar los conceptos de Morfotaxonomía, es decir la escala a la cual se desea realizar el estudio, ya que las variables de caracterización cambiarán conforme a aquella

En un trabajo anterior hemos destacado la importancia relativa que tienen la influencia de la Geodinámica, de los medios bioclimáticos y la acción antrópica en función de tamaño de la unidad de relieve considerada (Fig. 6)

Es posible observar que en unidades de primer orden (gran tamaño) las variables geodinámicas dominan absolutamente, mientras que en las unidades pequeñas (microformas) ellas son despreciables y en cambio las bioclimáticas y antrópicas se convierten en dominantes.

Para las unidades intermedias, correspondientes a las regiones y áreas de planeamiento territorial, los tres componentes tienen casi igual importancia, siendo con frecuencia difícil priorizarlas o separarlas.

Otros ejemplos importantes los podemos encontrar en trabajos anteriores que recomendamos leer para visualizar el método de elección de variables de caracterización de unidades geomorfológicas de diferentes tamaños.

Resumiendo, podemos decir que lo primero a definir es la escala de trabajo o de percepción con la cual se trabajará y a partir de allí considerar las variables que pueden caracterizar al sistema en consideración

Dichas variables deben ser aquellas que sean dominantes y den cohesión al sistema geomórfico para poder caracterizarlo y diferenciarlo y luego se podrá ir cambiando de escalas para definir las subunidades incluidas en las mayores, es decir realizar la división taxonómica (Recomendamos la lectura de los trabajos sobre los Bajos Submeridionales e Iberá) Con frecuencia ocurre que esas unidades no coinciden con los límites de una región geográfica o de un sistema societal y sin embargo con demasiada frecuencia se ha querido forzar la situación para hacerlos coincidir y con resultados lamentables

El sistema societal NEA, que será analizado en el Proyecto 2, no se desarrolla sobre una unidad geomórfica particular sino sobre varias, cuyos límites no coinciden con los de aquel. Podemos adelantar que el sistema natural o de sustentación del societal NEA es deshomogéneo y compartimentado en varias unidades que se extienden más allá de los límites de aquel.



Nos encontramos con una aparente contradicción, en la medida que con lo dicho pareciera que no existe el sistema natural NEA que soporte al antrópico, pero las cosas no son de esa manera.

Desde el punto de vista sistemático o sectorial, es claro que no se podría definir ese sistema natural, pero si se emplea el enfoque sistémico la situación puede cambiar totalmente.

Una cosa es hacer la delimitación y clasificación de las unidades geomórficas del espacio donde se desarrolla el sistema societal NEA y otra muy distinta es la percepción del sistema natural

Esa percepción de aceptar la diversidad y las transiciones más o menos graduales hacia unidades que sobrepasan ampliamente los límites del sistema societal

Esto es frecuente en sistemas desh homogéneos y su análisis se hace sobre la base de las variables que dominan la percepción y que suelen coincidir con las áreas iniciales de ocupación y de diferenciación del espacio societal

Junto con estas variables existen otras que van apareciendo e incrementándose hacia la periferia hasta que se vuelven dominantes y se pierde la percepción de la identidad

En el NEA esta es la manera en que se presenta la realidad, como un sistema desh homogéneo desde el punto de vista de las unidades geomórficas y donde hacia la periferia van apareciendo elementos de desagregación y de identificación con espacios periféricos diferenciados de manera que no se puede hablar de límites netos en ninguna parte.

No puede negarse sin embargo, como se verá más adelante, que existen elementos de cohesión que determinan una percepción asociada a la zona de ocupación inicial que alcanza aun a los sectores periféricos diferenciados de manera a veces significativas desde el punto de vista natural.

Tampoco puede dejarse de mencionar que las unidades geomórficas y ambientales sobre las cuales se desarrolla el sistema societal NEA son fácilmente reconocibles pero que lo extra limitan

De manera que al analizar el sistema de sustentación que corresponde al NEA societal se deberá tener en cuenta esta desh homogeneidad y la extensión de las unidades naturales más allá de sus límites

1.3.- LOS UNIVERSOS CONTROLANTES

Al individualizar un conjunto queda automáticamente separado todo aquello que no pertenece al conjunto (o sistema) y que forma aparte de lo que se denomina "universo" Fig. 7.

Con frecuencia un sistema está incluido dentro de macrosistemas, que de alguna manera lo controlan y por ello podemos decir que el sistema geomórfico está controlado por tres universos o macrosistemas: el Climático, el Geodinámico y el Antrópico, como hemos visto con anterioridad (Fig. 4)

Es importante recordar que cada uno de esos universos tienen modos de comportamiento y de control diferentes, de manera que el estado que adopta el sistema es una respuesta de adecuación a esos controles paramétricos, los cuales varían a lo largo del tiempo y obligan al sistema a oscilar.



Es sumamente importante analizar la materia, energía e información que ingresa desde esos universos al sistema, no solamente en tipo y cantidad sino también los flujos y los pulsos de cada uno de dichos ingresos.

Con frecuencia es relativamente fácil detectar la materia y la energía que ingresan, pero no así la información que traen asociada y que en última instancia es lo más importante desde el punto de vista funcional.

Por ejemplo, el universo climático hace ingresar materia como precipitación, pero no es suficiente saber cuanta agua cae sino que se necesita conocer su distribución temporal (pulso), ya que la respuesta de los otros subsistemas (como el biótico por ejemplo) será distinta conforme sea aquella.

De igual manera el enfoque del clima con carácter dinámico, es decir considerando los tipos de tiempo en su secuencia habitual, es mucho más útil al enfoque sistémico y permite comprender las respuestas de los subsistemas mucho mejor que a través de los valores medios y promedios

El Universo Climático es directa o indirectamente responsable de los procesos exógenos de modelado, tales como la meteorización, la edafogénesis, los movimientos colectivos y los procesos de erosión y transporte, así como también del comportamiento de la biota.

El Universo Geodinámico es responsable de los procesos endógenos y de suministrar la energía gravitacional (altura del relieve), la disponibilidad litológica y la disposición estructural.

Por su parte el Universo Antrópico interfiere sobre los procesos exógenos y algunos endógenos de manera cada vez más significativa incluso llevando al sistema al borde, o más allá del equilibrio natural

Creemos necesario insistir sobre los estilos y los ritmos propios de cada uno de los universos ya que con frecuencia difieren en el espacio, el tiempo y la velocidad

Es conocido que a lo largo del tiempo geológico las condiciones climáticas del planeta no han sido constantes y han sufrido profundas modificaciones, cuyos orígenes y pulsos todavía no son suficientemente conocidos

Estas oscilaciones han repercutido de manera muy significativa en el comportamiento del sistema geomórfico, tanto por los cambios climáticos regionales como también por las modificaciones eustáticas y epirogénicas asociadas

Gran parte del relieve que observamos es heredada de condiciones morfoclimáticas anteriores diferentes a las actuales, las cuales apenas si han comenzado a retocarlas, como veremos más adelante

Es por ello que para interpretar el funcionamiento y las características del sistema geomórfico es imprescindible conocer los cambios que se sucedieron en el tiempo es decir los aspectos morfogenéticos.

Lo mismo ocurre con la influencia del Universo geodinámico, que también cambia en el tiempo modificando las alturas del relieve, las rocas y las estructuras expuestas, de manera que debe hacerse un seguimiento simultáneo con los cambios climáticos ya que ambos interaccionan entre si.



La acción del Universo Antrópico es de mucho menor duración si se la compara con los anteriores, pero la rapidez con que puede alterar el funcionamiento del sistema geomórfico es muy alta y crece día a día

Veremos más adelante como los efectos de la acción antrópica pueden parecerse a los generados por los otros universos pero en un tiempo muchísimo más corto.

Tampoco podemos dejar de mencionar que existe retroacción entre el sistema y los universos y entre ellos mismos, de manera que los mensajes fluyen en todas direcciones y de manera circuital, por lo cual es tan importante el enfoque sistémico de la problemática.

No nos extendemos demasiado sobre los aspectos vinculados con los universos ya que en capítulos posteriores se hará un análisis detallado de los mismos y solamente se ha pretendido destacar en este punto la significación que tienen en los estudios de los sistemas abiertos como es el caos del sistema natural o de sustentación.

1.4.- LOS PROCESOS DE RETROALIMENTACION

Este aspecto tal vez sea el más significativo en la Teoría General de Sistemas, ya que a partir de él se produce la diferenciación entre el enfoque sistemático y el sistémico.

En el análisis lineal la causa y el efecto se encuentran ligados en un solo sentido, tal como se indica en la Fig. 8, de manera que el último no influye sobre la primera.

Si se establece una conexión hacia atrás desde el efecto hacia la causa se genera una relación circuital, con lo cual este influye sobre aquella y aparece un comportamiento muy singular que se denomina de "feed back" o referencia Fig. 8.

La primera máquina que introduce este concepto es la de Wath, impulsada por vapor, y su principio es el mismo que el empleado en un termostato

Observemos que en un sistema lineal si la relación que liga la causa con el efecto es positiva, mientras siga aumentando la primera lo hará el segundo y si fuera negativa siempre decrecerá el último es decir que la tendencia es unidireccional.

Si en cambio se establece una relación circuital y se introduce una función inversa veremos que al aumentar la causa aumenta el efecto pero la acción hacia atrás es negativa, con lo cual disminuye la primera lo que obliga a disminuir al segundo que manda, a su vez, la orden de aumentar la causa.

Vemos entonces que el sistema oscilará con relación a un valor medio es decir que logra una estabilidad oscilante que se denomina homeóstasis

De manera que al establecer una relación circuital entre la causa y el efecto se pueden dar tres situaciones básicas indicadas en la Fig. 9, donde observamos que en los dos primeros casos la salida es siempre creciente o decreciente y en el tercero homeostática.

Es fácil observar que en el primer caso el efecto crece cada vez más rápido y puede llegar a destruir el sistema, denominándose por ello: efecto de "bola de nieve" o de avalancha por semejarse a dicho fenómeno

En el segundo caso el efecto decrece cada vez más rápido hasta que el sistema puede llegar a detenerse, es decir a dejar de funcionar



Es interesante comparar lo expuesto con ciertos comportamiento psicológicos que responden a esquemas neuróticos o autistas respectivamente, debido a que las neuronas y los sistemas nerviosos más complejos presentan relaciones circuitales.

No deja de llamar la atención que el mismo mecanismo circuital de refuerzo de la causa que puede llevar a un comportamiento neurótico se emplee en el proceso de aprendizaje, recomendando algunos de los trabajos de la bibliografía para los que estén interesados en estos temas.

En el sistema natural los procesos de retroalimentación están por todas partes permitiendo que los mensajes fluyan en todas direcciones y obligando a emplear un modelo sistémico para comprender el funcionamiento del sistema geomórfico y sus subsistemas.

Supongamos por ejemplo que el universo geodinámico genera un volcán, con lo cual aparece una morfología que aumenta alturas y pendientes. A causa de ello se produce el inicio de los procesos de erosión y transporte que acumulan los sedimentos en otros sectores aumentando el peso isostático y por lo tanto retroactúa sobre el universo geodinámico.

A su vez la emisión de cenizas influye en el universo climático, con lo cual se pueden modificar las relaciones energéticas y cambiar las temperaturas acentuándose las sequías e inundaciones en diferentes lugares y por lo tanto influyendo por retroalimentación sobre el geomorfológico.

De igual manera existen innumerables ejemplos de comportamiento homeostáticos por retroacción y como ejemplo podemos dar el siguiente: Si se produce un aumento de la velocidad en un curso este puede aumentar su capacidad de erosión, con lo cual puede llegar a disminuir la pendiente y obligar a un descenso de la velocidad.

Un interesante ejemplo de efectos de retroalimentación y procesos homeostáticos hemos expuesto en un trabajo anterior vinculado con las modificaciones en los sistemas de escurrimiento.

Pero tal vez el efecto más interesante de lo expuesto consista en la relación entre la retroalimentación y los tiempos de respuesta de los diferentes sistemas.

1.5.- ASPECTOS ESTRUCTURALES

El análisis de las características estructurales de un sistema constituye un aspecto fundamental ya que ellas, si bien no determinan, controlan el comportamiento del mismo.

Es necesario distinguir entre la estructura dura, es decir de los componentes y su organización, de la blanda, correspondiente a los mensajes que circulan por la primera.

En el campo de la Geomorfología el aspecto estructural está íntimamente vinculado con las redes de escurrimiento ya que ellas reflejan en gran parte el comportamiento del sistema, lo cual nos ha llevado a desarrollar el tema en un trabajo anterior.

La tipología de las redes analizadas en el mencionado trabajo influye decididamente en el comportamiento del escurrimiento, pero también refleja los condicionamientos litológicos y morfológicos que determinan el diseño.

Obsérvese, por ejemplo, el contraste entre la red dendrítica que refleja homogeneidad, es decir isotropía superficial, frente a la red ortogonal o angular fuertemente condicionadas por los lineamientos (fallas y/o diaclasas) estructurales



Otro aspecto interesante es la densidad de las redes de escurrimiento, ya que el aumento de esta se traduce en una disminución del tiempo de concentración y ello debe ser tenido muy en cuenta cuando artificialmente se crean nuevos canales ya que el comportamiento hidrológico se modificará.

La presencia de depresiones (lagos, lagunas, cañadas y/o esteros) incorporadas a la red se comportan como verdaderos reservorios retardadores del escurrimiento e influyen decididamente en el desplazamiento de las ondas de creciente.

Estas depresiones, muy comunes en la llanura, pueden empezar a funcionar a partir de un cierto nivel ya que para aguas bajas el escurrimiento puede desplazarse por canales que existen en los niveles más bajos de dichas depresiones.

No podemos olvidar que el concepto de estructura se emplea en muchos otros aspectos de la Geomorfología, como ser la litoestructural o la de los suelos, entendiéndose como tal a la organización de los componentes de un sistema particular

Es por ello que no basta la descripción de los elementos constituyentes sino que se requiere analizar que qué manera están organizados y por qué canales se conectan, así como también las redes que pueden llegar a formar.

La unión de los elementos se realiza por medio de los canales (elementos de conducción), pero por cada uno de ellos pueden pasar diferentes mensajes transportados por distintos portadores

Ello no lleva a considerar la estructura blanda, es decir los mensajes que fluyen por lo canales.

Es evidente que la estructura dura no determina pero si condiciona el funcionamiento de un sistema, de manera que ella debe ser muy tenida en cuenta, como lo hemos mencionado en el caso de depresiones en la red de escurrimiento.

De la misma manera una organización como la que se indica en la Fig. 10 hace que si ingresan simultáneamente mensajes por los canales de la red ellos tienden a superponerse en el punto de convergencia originando una función "empuntada" o "en pico", como ocurre en el caso de los torrentes.

La estructura blanda es el (o los) programas de funcionamiento que deberá recorrer la estructura dura y está formado por mensajes que ingresan y se propagan por la red.

Con relación a los mensajes es necesario tener en cuenta varios aspectos tales como el momento de ingreso, la intensidad y la función que le corresponde.

A medida que ellos se desplazan se requiere conocer la velocidad, el flujo y las deformaciones que sufre la onda a medida que se desplaza, tales como retardos, aceleraciones, modulaciones, interferencias, superposiciones, etc.

El análisis de la propagación de una creciente puede ser un ejemplo muy práctico de lo que estamos diciendo, pero ello es válido para cualquier estructura blanda en cualquier sistema Finalmente debe tenerse en cuenta que, con frecuencia, el estado que adquiere el mensaje en la propagación depende del estado anterior y el posterior.



1.6.- EL CONCEPTO DE EQUILIBRIO

Este aspecto reviste particular importancia en el análisis del sistema natural porque se trata de un equilibrio dinámico, cuyas características es necesario explicitar para evitar ciertas confusiones

Con frecuencia existe la tendencia de asociar el equilibrio con un valor constante, pero los sistemas que vamos a analizar están oscilando permanentemente alrededor de un estado medio y como consecuencia de la necesidad de adecuarse a las variaciones de los controles paramétricos

Sin embargo, para reconocer si se encuentran en equilibrio es necesario tener en cuenta que existen dos umbrales entre los cuales se producen dichas oscilaciones y los cuales se denominan de percepción y de irreversibilidad Fig. 11 El primero de ellos corresponde al nivel de mínima excitación externa necesaria para que el sistema perciba dicha acción y responda a la misma, mientras que el segundo es el nivel máximo que puede soportar sin salir del equilibrio, es decir, para poder funcionar normalmente

La diferencia entre ambos umbrales se denomina "amplitud de oscilación y puede ser muy diferente para cada sistema en particular y sin que por ello dejen de estar en equilibrio.

La normalidad puede, por lo tanto, definirse como las condiciones en las cuales un sistema puede cumplir su función por si solo y con el mínimo gasto de energía compatible con su estructura, es decir que se encuentra en un equilibrio dinámico.

Es evidente que la energía que gasta el sistema es diferente en cada caso particular y proporcional a la amplitud que le corresponda. De allí que dos sistemas con amplitudes muy diferentes y por lo tanto con distintos comportamientos puedan tener el mismo valor medio Fig. 12.

Para poder ejemplificar, esto observemos dos cursos fluviales: el Paraná y el Bermejo y consideremos los valores máximos y mínimos con relación a los valores medios de cada uno. Podremos observar que para el segundo la amplitud relativa es mucho mayor que para el Paraná a pesar de que dicho río tiene caudales mucho mayores y ambos cursos están funcionando normalmente.

Este aspecto de la normalidad merece destacarse porque con frecuencia se escucha hablar de crecientes "anormales" en ambos cursos y si embargo ellas no tienen nada de anormalidad porque están dentro del campo de la amplitud que corresponde a dichos ríos.

Las crecientes extraordinarias e incluso las excepcionales forman parte de la dinámica natural de los sistemas hídricos, como respuesta adecuada a los ingresos del universo climático y los controles del geodinámico.

Para que se pudiera hablar de rotura del equilibrio o de anormalidad el curso debería salir de su valle (Que él mismo labró a lo largo de su historia) y cambiar de posición, como ocurrió con el Bermejo en épocas pasadas, o bien que ocurra otro fenómeno que indique un cambio en sus condiciones funcionales.

El sistema natural está compuesto por numerosos subsistemas cuyos funcionamientos son muy diferentes y cuyas amplitudes de oscilación varían entre entornos muy amplios pero que se han ajustado delicadamente para responder a los controles paramétricos.



Es importante destacar que todos los sistemas naturales tienen umbrales, como medida de seguridad: por ejemplo escuchamos a partir de un cierto nivel y dejamos de hacerlo a partir de otro y lo mismo ocurre con la vista y el tacto.

Lo dicho indica que internamente existen mecanismos homeostáticos que logran mantener el equilibrio y por lo tanto permitir que la oscilación del sistema se mantenga dentro de los mencionados umbrales.

Por lo tanto, cuando se analizan los sistemas o se está pensando en una cierta intervención es necesario verificar si se encuentran en equilibrio y en ese caso conocer cuales son los valores de los umbrales de percepción y de irreversibilidad.

De igual manera es necesario detectar los mecanismos homeostáticos internos que son responsables del equilibrio.

Con mucha frecuencia los proyectos de manejo no tienen en cuenta lo expuesto y afectan dichos mecanismos o llevan al sistema más allá del límite de irreversibilidad, rompiendo el equilibrio y generando efectos negativos a veces peores que aquellos que se pretendió corregir.

1.7.- EL CONCEPTO DE FUNCIÓN ESCALONADA

Hemos visto que el estado de un sistema es la respuesta de adecuación a los controles paramétricos, pero esto tiene un límite que está determinado por el umbral de irreversibilidad. Si el sistema es llevado más allá de dicho límite ya no puede responder adecuadamente a los controles externos y entonces oscila aleatoriamente en busca de otra condición paramétrica que lo vuelva a un estado de equilibrio.

Podríamos decir que "pega un salto" hacia otro modo de comportamiento, de manera que la función tiene un quiebre brusco, es decir, un escalón y de allí el nombre de función escalonada.

En las Geociencias este concepto reviste mucha importancia, porque al romperse el equilibrio el paso a un nuevo estado se realiza de manera brusca y no por un proceso gradual de transición.

Ello debe ser tenido muy en cuenta cuando se está realizando una intervención sobre el sistema natural que lo pueda llevar a estados límites, ya que bruscamente oscilará y nos podemos encontrar con situaciones muy difíciles, sino imposibles, de manejar.

Este concepto por el cual los periodos de cambios fundamentales son de corta duración y gran intensidad nos lleva de nuevo a las teorías catastrofistas, de manera que la naturaleza se caracterizaría por largos periodos de estabilidad o estados de equilibrio dinámico seguidos de bruscos y significativos cambios.

Todo parece indicar que las cosas ocurren de esta manera y que los sistemas al salir del equilibrio entran a oscilar aleatoriamente con un enorme gasto de energía y gran entropía en busca de una nueva situación estable.

Podemos imaginar entonces un comportamiento como el que se indica en la Fig. 11 donde podemos ver que inicialmente el sistema está oscilando entre los umbrales de percepción y de irreversibilidad en condiciones de equilibrio dinámico y configurando una etapa que podemos considerar como determinística.



En efecto si se conocen todas las variables es posible conocer el estado siguiente ya que la función que controla el sistema está perfectamente definida. Al salir del equilibrio se ingresa en una etapa estocástica o probabilística, ya que no se puede determinar con precisión el estado siguiente y solo es posible establecer la probabilidad de ocurrencia.

Este periodo es verdaderamente crítico, porque durante el mismo se pueden originar procesos de retroalimentación (positiva o negativa) que conducen a una excitación creciente o a una paralización paulatina según el caso.

De manera que si estos procesos, se desarrollan, el sistema termina por destruirse o por paralizarse respectivamente lo cual conduce al mismo resultado la inoperancia del mismo.

El sistema puede caer "de casualidad" en una nueva condición de equilibrio al encontrar nuevas relaciones paramétricas aceptables para funcionar de otra manera, es decir, lograr caer en una nueva etapa determinada pero si, que se pueda saber desde el comienzo cual será y por lo tanto cómo se comportará.

Esto nos lleva a tener mucho cuidado cuando se realiza una intervención sobre el sistema natural si ésta lo va a modificar, es decir, sacarlo del equilibrio ya que es imprescindible conocer a que nuevo estado se pretende llevarlo y si el mismo será mejor que el existente.

En efecto, debemos aceptar que para cambiarlo se necesita que atraviese la etapa estocástica y que ella debe ser controlada para evitar el peligro de los procesos de retroalimentación mencionados y perder el control del sistema.

Considerando lo expuesto, el enorme gasto de energía y los altos valores de la entropía de dicha etapa, se requiere acortar al máximo posible el tiempo de duración y prever con debida antelación los controles necesarios.

Es frecuente que se decida una intervención sin tener en cuenta estos aspectos y esperando que el sistema se estabilice por si mismo en un estado conveniente, lo cual no deja de ser más que una gran ingenuidad.

Debe tenerse muy en cuenta la diferencia que existe entre la etapa estocástica y la determinada porque los modelos de manejo y sus resultados son diferentes.

En efecto, durante una etapa determinada se conoce con exactitud las reacciones del sistema frente a determinadas acciones y por lo tanto se puede actuar con criterios de certeza y cierta tranquilidad dentro del grado de conocimiento que tengamos del mismo, en la etapa estocástica solamente podemos manejarnos con probabilidades y por lo tanto con mucha incertidumbre, de manera que necesitamos elaborar estrategias para controlar el sistema si no ocurre el estado más probable.

Es evidente que los costos de manejar un sistema dentro del equilibrio así como los riesgos son muy inferiores que cuando se debe operar en una etapa estocástica y ello debería ser tenido muy en cuenta al planificar las acciones sobre un sistema natural.

Debemos dejar sentado que nuestro grado de conocimiento de las variables y procesos que controlan los sistemas naturales es ciertamente limitado, especialmente si tenemos en cuenta la complejidad de los mismos.

Es por ello que ciertas situaciones de equilibrio deban ser tratadas por métodos probabilísticos sin que por ello se afirme que el sistema no está determinado o en equilibrio dinámico.



Un caso típico lo constituyen los sistemas fluviales, los cuales son estudiados con dichos métodos a causa de nuestra incertidumbre y propias limitaciones sobre la información (estados de las variables) e incluso de los procesos.

Los ríos son por naturaleza sistemas en equilibrio dinámico y con perfecto ajuste a los controles paramétricos de los universos Climático y Geodinámico. La prueba de ello es que sus valles están adaptados para recibir los máximos valores de las crecientes que pueden ocurrir a lo largo del tiempo y que ello nos guste o nos genere enormes problemas o perjuicios le tiene sin cuidado a ellos ya que seguirán funcionando normalmente.

Recordemos de paso que no todos los sistemas de escurrimiento indican condiciones de equilibrio dinámico como ocurre por ejemplo en los torrentes, que por esa misma razón no deben incluirse en el sistema fluvial sino en el transicional.

Resumiendo podemos decir que lo primero a tener en cuenta al querer operar sobre un sistema natural es saber si se encuentra en equilibrio o en desequilibrio.

Lo segundo es asegurarse si la intervención lo hará oscilar dentro de los umbrales de aquel estado o si lo hará superar el de irreversibilidad.

Si optáramos por esto último habrá que definir claramente hacia que estado determinado queremos llevar el sistema y a partir de allí fijar las estrategias necesarias para asegurar que caiga en el mismo y no en otro que pudiera ser inconveniente o peor que las condiciones iniciales que se desean modificar.

Con frecuencia al operar sobre un sistema natural se rompe el equilibrio y se ingresa a una etapa estocástica, de manera que debemos estar prevenidos para enfrentarla y ello requiere una estrategia particular que le permita oscilar pero dentro de ciertos márgenes que lo conduzcan al estado deseado y por otra parte tratar que esa etapa dure el menor tiempo posible.

Si el salto a realizar entre el estado inicial y el final es demasiado grande es mucho más conveniente y seguro hacer la transición por saltos o escalones parciales. Ello da mayor margen de manejo sobre el sistema y evita que se desencadenen situaciones de tal magnitud que no se puedan manejar.

1.8.- LA BIOSTASIA-REXISTASIA

Conforme a lo visto en el punto anterior, para el estudio de los sistemas naturales se requiere emplear la teoría de la Bio-rexistasia desarrollada inicialmente para los estudios edafológicos pero extrapolada luego a un campo más general.

Aplicando lo expuesto con anterioridad, podemos esquematizar los conceptos fundamentales de la teoría mediante la Fig. 13 presentada en un trabajo anterior del autor.

Tomaremos un eje vertical que represente la energía gastada por el sistema geomórfico mediante algún parámetro, por ejemplo, toneladas de suelo arrastradas por año y por hectárea y un eje horizontal que represente el tiempo.

Partimos de una condición de clima cálido y húmedo y se ha graficado el pluviograma correspondiente, que nos indica altos montos de precipitación durante todos los meses del año.



Podemos observar que los otros parámetros, tales como la temperatura, la humedad y la amplitud térmica se comportan de igual manera, es decir, que varían muy poco durante el año

Frente a estas condiciones el sistema reacciona gastando poca energía y de manera casi constante como respuesta de adecuación a los controles del universo climático

Podemos observar que el paisaje adopta la forma de colinas mamelonares totalmente cubiertas por la selva, cuyo papel de freno frente a las precipitaciones es muy significativo con un alto valor de intercepción reduciendo el efecto de impacto de las gotas sobre el suelo. El agua llega chorreando por las hojas y troncos en forma de una llovizna generalizada y encuentra el suelo con muy alta capacidad de absorción por lo cual el escurrimiento superficial se ve reducido y se potencia el subterráneo.

Las rocas están profundamente meteorizadas y el manto edáfico y de regolita impide el afloramiento de la roca sana que solamente se manifiesta en el fondo de los valles o en escarpes muy abruptos.

En estas condiciones todo el sistema ha logrado un equilibrio entre todos los subsistemas componentes: hidrológico, edáfico, biótico y litoestructural, de manera que la capacidad erosiva está fuertemente frenada y el paisaje aparenta estar siempre igual

En efecto, las aguas superficiales deben atravesar el colchón de vegetación del piso y de materia orgánica en descomposición, de manera que no logran arrastrar más que partículas coloidales

Los ríos no disponen, por lo tanto, de aportes significativos de materiales con los cuales realizar incisión lineal y por lo tanto sus perfiles longitudinales evolucionan muy lentamente y el escurrimiento es permanente en base al significativo aporte subterráneo

Ese equilibrio dinámico, ejemplificado para este caso particular, corresponde a una condición biotásica, que se correspondería con la climática para la biota y es la que hemos definido en el punto anterior como etapa determinada

Si se produjera un cambio climático, por ejemplo hacia condiciones cálidas y secas correspondiente, por ejemplo, a un sistema de modelado desértico, el sistema sobrepasaría el umbral de irreversibilidad y entraría en una etapa estocástica

Podemos observar en el esquema que el equilibrio se rompe y la energía del sistema aumenta rápidamente a causa de mecanismos de retroalimentación que aceleran los procesos. Frente al cambio brusco la biota reacciona de muchas maneras: los animales migran y otros desaparecen mientras se origina la inmigración de otros más adaptados a las nuevas condiciones climáticas

Con la vegetación ocurre algo semejante y las especies son reemplazadas por invasoras, subsistiendo solamente algunas que puedan adaptarse, pero desaparece el papel protector de la cubierta vegetal frente a las precipitaciones

En estas condiciones las intensas y muy concentradas lluvias tienen un efecto desbastador, arrastrando gran cantidad de materiales y modificando rápidamente las formas del relieve

Los cursos se cargan de materiales aumentando su capacidad de erosión y rectificando sus perfiles, en tanto que los movimientos colectivos y el desarrollo de pedimentos se generaliza.



Podemos observar en el esquema que poco a poco la curva de gasto energético disminuye su crecimiento hasta que los mecanismos homeostáticos la invierten y el sistema se dirige a un nuevo equilibrio adaptado a los controles del universo climático, es decir hacia una nueva etapa biostásica

Nótese que nos encontramos, luego de pasar por la rexistasia, en otra etapa biostásica o de equilibrio dinámico pero totalmente diferente, ya que la oscilación de los parámetros es ahora muy grande (Por ejemplo, las precipitaciones, la temperatura, la amplitud) es decir que presenta una amplitud muy amplia

A diferencia de lo visto en la primera etapa considerada, el aspecto del paisaje puede ser muy cambiante y el valor de la energía gastada, si bien oscilante, es mucho más alto en estas condiciones y sin embargo el sistema está en equilibrio

El periodo intermedio y durante el cual se producen las grandes modificaciones del paisaje se denomina rexistásico y corresponde a la etapa estocástica o probabilística indicada en el punto anterior

El ejemplo, muy escuetamente desarrollado, nos permite visualizar varios aspectos fundamentales comentados con anterioridad:

- 1) Los sistemas adoptan estados que son respuestas de adecuación a los controles paramétricos
- 2) Los sistemas naturales tienden al equilibrio con los universos Climático y Geodinámico y poseen mecanismos homeostático para lograrlo
- 3) Las condiciones de equilibrio dinámico pueden ser muy diferentes entre un sistema y otro, al igual que la energía que gastan para funcionar en biostasia
- 4) Los sistemas cambian muy poco durante los estados de equilibrio y las grandes transformaciones tienen lugar durante los periodos rexistásico, que en general son de menor duración que aquellos.

1.9.- LA REXISTACIA ANTROPICA

El hombre no ha logrado por el momento modificar el clima, pero si alterar de manera muy significativa los componentes del sistema natural, originando desequilibrios demasiados significativos como para pasarlos por alto. Dichos desequilibrios, que de alguna manera se asemejan a los mencionados en el punto anterior y a veces se desarrolla más rápidamente, se denominan: "rexistasia antrópica".

Podemos decir, que salvo contadas excepciones, ya no existe el sistema natural y lo que observamos es un paisaje antropizado directa o indirectamente y donde la presión o impacto de las obras y actividades humanas crece continuamente.

En el ejemplo mencionado anteriormente, hemos visto que el efecto de la modificación climática se traduce rápidamente sobre la cubierta vegetal y cuando el hombre procede a talar la misma (como de hecho lo está haciendo en distintos puntos del planeta) y reemplazarla por cultivos se modifica el circuito biota-suelo y se desencadena, procesos de erosión y movimientos colectivos. Ello es muy significativo en las áreas de selvas donde la vegetación forma un circuito totalmente cerrado con los recursos edáficos, de manera que al alterarse el mismo los suelos rápidamente pierden su fertilidad. Las intensas precipitaciones ya



no son frenadas e interceptadas por la vegetación, de manera que se produce la compactación y el arrastre de los suelos dando lugar a procesos de erosión (surcos y cárcavas) que se generalizan rápidamente desmantelando el relieve. Lo mencionado puede realizarse en tiempos muy cortos y originar desequilibrios semejantes a los que hemos detallado como consecuencia de los cambios climáticos.

Como por ejemplo: la desertificación de las selvas y las sabanas, que ya afectan a tantas áreas del planeta. El reemplazo de la cubierta vegetal por cultivos, el uso del fuego en las técnicas agrícolas, el riego en regiones áridas o semiáridas, las obras de embalse, las modificaciones del escurrimiento por las obras viales, la contaminación atmosférica, son algunas de las más frecuentes interferencias de los procesos naturales.

Cabe destacar que en las áreas de transición entre las zonas intertropicales y las zonas templadas y entre estas y las frías, son las más susceptibles a los cambios naturales y/o antrópicos; de manera que el NEA se encuentra, justamente en un sector de altísimo riesgo, es decir de alta susceptibilidad a la acción antrópica.

La historia geológica nos muestra que dichas áreas fueron las más sometidas a los profundos cambios que tuvieron lugar durante las crisis climáticas, como fuera expuesto en numerosos trabajos.

Cuando se desea realizar una intervención en el sistema natural, es necesario tener en cuenta los múltiples mecanismos homeostáticos que están regulando el equilibrio del sistema. De lo contrario a veces, mínimas alteraciones originan procesos de retroalimentación que la van incrementando generando problemas que a veces son peores de aquellos que se han querido evitar mediante la mencionada intervención.

No debemos olvidar, finalmente, que gran parte del modelado, en la región NEA, es originado de condiciones más secas que las actuales y por lo tanto, se encuentra una morfología eólica, paleotorrentes, y antiguos sistemas de escurrimiento que están ocultos solo parcialmente por las condiciones del modelado actual.

Resumiendo podemos decir que el NEA requiere una especial atención frente a las actividades agrícola-ganaderas y forestales, así como también frente a las modificaciones en el escurrimiento que pueden originar las obras viales o hidráulicas.

La experiencia de lo que ha ocurrido durante las crisis climáticas del Cuaternario en nuestra región, nos debe llevar a una toma de conciencia frente a la alta susceptibilidad del sistema natural para evitar que se originen procesos de rexistasia antrópica.

BIBLIOGRAFIA

- ASHBY, W.R.
1 1958. General Systems Theory as a New Discipline, General Systems Yearbook, 3:1,16.
BERTALANFFY, L. Von
2 1933. Modern Theories of Development an Introduction to Theoretical Biology. Oxford University Press, Londres, 204 p.



- 3 1950. The Theory of Open Systems in Physics and Biology. *Science*, 11:23-29.
- 4 1950. An Outline of General Systems Theory. *British Journal of Philosophical Science* 1:134-165.
- 5 1951. Problems of General Systems Theory. *Human biology*, 23:302-312.
- 6 1978. Tendencias en la Teoría General de Sistemas. De. Alianza. Madrid. 323 pp.
BERLO, D.K.
- 7 1979. O processo da comunicação Introdução á teoria e á prática. Livraria Martins Fontes Editora Ltda. Sao Paulo. 296 pp.
BOULDING, K.
- 8 1956. General Systems Theory - the Skeleton of a Science. *General Systems Yearbook*, 1:11-17.
CHORLEY, R.J.
- 9 1962. Geomorphology and General System Theory. U.S. Geol. Survey Prof. Paper (500-B) 1:10.
CHORLEY, R.J.-HAGGET, P.
- 10 1975. Modelos físicos e de informação em Geografia. Editora da Universidade de Sao Paulo 260 pp. Rio de Janeiro.
CHORLEY, R.J.-HAGGET, P.
- 11 1975. Modelos integrados em Geografia. Editora da Universidade de Sao Paulo 222 pp. Rio de Janeiro.
CHIRISTOFOLETTI, A.
- 12 1979. Análisis de Sistemas en Geografia. De. HUCITEC. De. da Universidade de Sao Paulo. 106 pp.
HOWARD, A.D.
- 13 1965. Geomorphological System : Equilibrium and Dinamics. *American Journal of Science*, 263(4):302-312.
LIMA, E.L.
- 14 1976. Elementos de Topología General. 2da. De. Livros Técnicos e científicos editora S.A. Rio de Janeiro. 299 pp.
MESSENGER, J.B.
- 15 1980. Nervos, cérebro e comportamento. *Temas de Biología*. Vol. 22. De. Pedagógica e Universitaria Ltda. Sao Paulo. 73 pp.
ODUM, H.T.
- 16 1980. Ambiente, energía y sociedad editorial Blume. Barcelona. 409 pp.
POPOLIZIO, Eliseo
- 17 1981. Teoría de Sistemas aplicadas a los recursos naturales. IAOISA - Mendoza. Inédito.
- 18 1982. The runoff systems in the northeast argentine plains. IV Congreso Mundial de Recursos Hídricos. IWRA.



- 19 1982. Enfoque sistémico de la Geomorfología Aplicada a la Ingeniería. Congreso Latinoamericano de Geología. Buenos Aires.
- 20 1982. Conceptos de la Teoría General de Sistemas en los Grandes Aprovechamientos Hidroeléctricos y el contexto sociocultural - VIII Seminario de Grandes Obras Hidroeléctricas. Resistencia - Chacó.
- 21 1983. Los sistemas de escurrimientos en las llanuras del NEA como expresión del sistema Geomórfico. Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del coloquio de Olavarría. Vol. III. CONAPHI - UNESCO - Buenos Aires.
- 22 1983. Teoría General de Sistemas Aplicada a la Geomorfología. Geociencias XI - Centro de Geociencias Aplicadas UNNE. Resistencia - Chaco.
- 23 1983. El enfoque sistémico de la Geomorfología del Nordeste Argentino - Testimonios - Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Humanidades. Resistencia - Chaco.
- 24 1985. Análisis sistémico del transporte fluvial. Simposio sobre el Transporte Fluvial. Seminario Latinoamericano de Grandes Obras Hidroeléctricas - Corrientes.
SIMPSON, G.G.
- 25 1966. El sentido de la evolución. EUDEBA. 3ra. De. Buenos Aires. 320 pp.
STODDART, D.R.
- 26 1965. Geography and the Ecological. Approach the Ecosystem as Geographis Principle and Method. Geography. 50:242-251.
- 27 1967. Organism and Ecosystem as Geographycal. Model. In:Model.
TELES, E. y OTROS
- 28 1978. Fundamentos científicos de Comunicação. 3ra. De. Editora VOZES Ltda. Petrópolis. 287 pp.
TRICART, J.
- 29 1965. Principes et méthodes de la Geomorphologie. Masson et Cie. Editeurs. Paris.
WIESER, W.
- 30 1962. Organismos, estructuras y máquinas. EUDEBA 2da. De. 128 pp. Buenos Aires.
WOLMAN, M.G. - MILLER J.P.
- 31 1960. Magnitude and Frecuency of Forces in Geomorphic Processes. Jor. of Geology. 68:57-74.

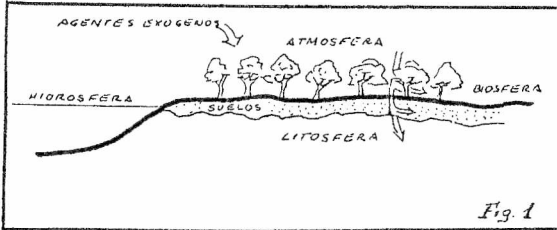


Fig. 1

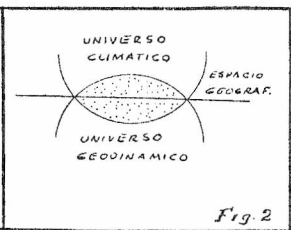


Fig. 2

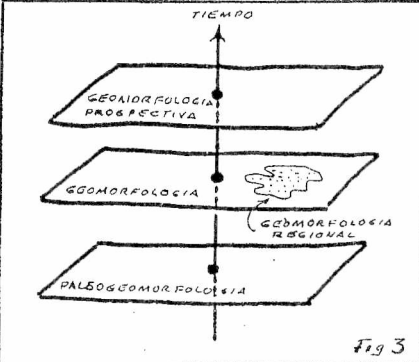


Fig. 3

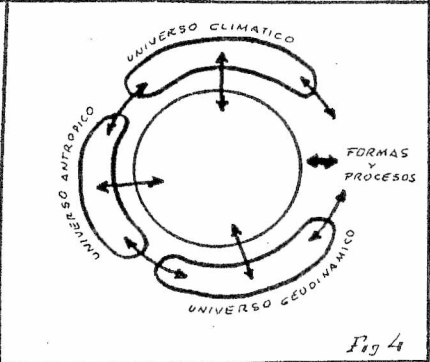


Fig. 4

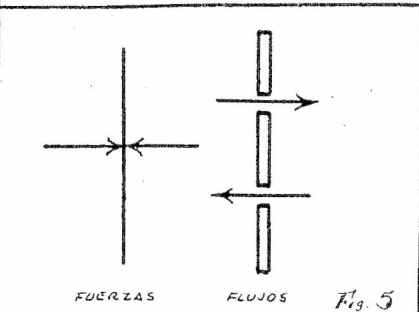


Fig. 5

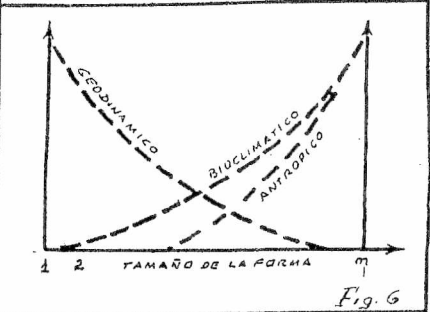


Fig. 6

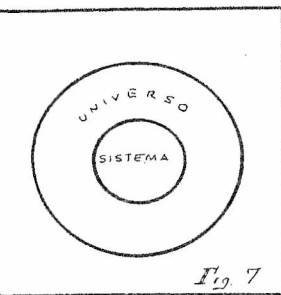


Fig. 7

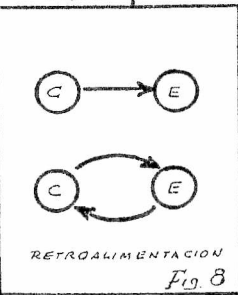


Fig. 8

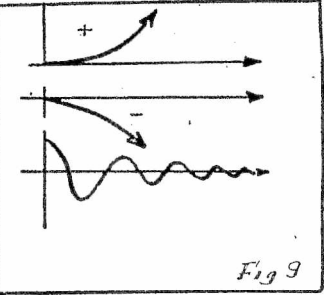


Fig. 9

