

Itinerarios de la Complejidad II  
**“LA REVOLUCIÓN DEL SABER  
CONTEMPORÁNEO”**

Dr. Pedro Sotolongo - Dra. Denise  
Najmanovich

**CLASE 8**

Pedro Sotolongo

## Seminario "La revolución del saber contemporáneo"

### CLASE N° 8 por el Dr. Pedro Sotolongo

**¿Qué es modelar? La modelación, sus modelos y las diversas modalidades de "encapsulamiento" de 'lo modelado' en el modelo.**

La presente Clase se centrará en los modelos que se construyen en el quehacer científico, en "la Ciencia" (*ni mejores, ni peores que otros modelos: musicales, poéticos, fílmicos, literarios, proyectos del quehacer cotidiano, etc., etc., sino simplemente "diferentes" de ellos. Con sus ventajas y sus desventajas*). Y asimismo argumentaremos *cuán diversos entre si pueden ser tales modelos científicos, sin dejar de serlo.*

NO desarrollaremos una argumentación *FILOSÓFICA* acerca del porqué tenemos esa *capacidad "modeladora"*, *NI TAMPOCO* acerca de cómo es que la misma involucra a unas u otras *facultades* humanas<sup>1</sup>. La argumentación que desarrollamos en nuestra exposición parte de dar por sentado que, de hecho, ponemos en juego dicha capacidad cognitiva (y dichas facultades) –sean las que sean- al construir *EN LA CIENCIA* unos u otros "constructos" –objetos del Saber o "concretos 'pensados'- mejores o peores, y cuyos resultados denominaremos como "modelos" científicos- con ayuda de los cuáles intentamos conocer al mundo.

---

<sup>1</sup> Aspectos éstos acerca de los cuáles se ha filosofado –en Occidente al menos- desde Platón (con sus *eidós*), Descartes (con su "*cogito-ergo-sum* representacionista"), Kant (con sus *aprioris* trascendentales), Bergson (con sus "imágenes" y su "duración"), Heidegger (con su "existencialismo ontológico" del "Ser-ahí") y/o Deleuze (con su "plano de inmanencia problémico"), para sólo mencionar a algunas de las más notables reflexiones *FILOSÓFICAS* acerca de ello.

Por lo mismo, la propia palabra de "modelo" NO pretende portar en esta Clase ningún contenido filosófico en particular, sino solamente designar al tipo genérico de "constructo *cognitivo*" resultante. Si es, por lo mismo, una argumentación que se identifica con el "constructivismo" epistemológico; no obstante sin caer en un constructivismo "radical" que pretendiera que "el-mundo-de-allá-afuera" no existe y que es construido en nuestras mentes (a pesar de lo cual no hemos conocido a ningún "constructivista-radical" que no abra el paraguas o la sombrilla cuándo llueve o cuándo el sol quema...).

Pero, ¿porqué tratar esta problemática, que quizás pueda parecerle "curiosa" a alguno(a)s de ustedes? Pues por la sencilla razón, de que todo(a)s nosotros(a)s constantemente "*modelamos*", es decir, construimos "*modelos*", incluido(a)s aquello(a)s a lo(a)s que se le haya despertado la aludida "curiosidad". Y si lo dudan, les pregunto: ¿hacen proyectos para la semana?; ¿para sus vacaciones?; ¿esculpen una escultura?; ¿elaboran una teoría científica?; ¿escriben un poema?; ¿piensan en el futuro?... ¿Sí?...Pues todo eso no es más—pero tampoco menos— que "modelar", construir "modelos". Por supuesto diferentes, pero "modelos" al fin...

Y por la asimismo "sencilla" circunstancia de que NO somos "espejos cognitivos" que podamos "reflejar" al mundo "tal-cuál-es" (a pesar de lo tantas veces que, posiblemente, nos hayan repetido eso a todo(a)s en la escuela; al menos al que esto escribe se lo dijeron unas cuantas veces). Sí somos criaturas cognitivas —y afectivas y volitivas (nunca lo olvidemos)— emergidas —y componentes— de ese mismo mundo que deseamos, después, aprehender (intelectivamente); expresarlo a través de nuestra sensibilidad (en prosa, en verso, en sonidos, etc.) o reproducirlo (si ya no está) o preverlo (si aún no ha ocurrido). Y lo podemos hacer solamente construyendo modelos —mejores o peores— de ese mundo.

### ***¿Qué es modelar?***

Entonces, ¿qué es construir un modelo –modelar- en una u otra Ciencia? Es intentar “arrojar luz” conceptual y/o empíricamente, acerca de ciertos integrantes de uno u otro ámbito del mundo, así como de ciertas interacciones, ciertas articulaciones, conexiones y/o relaciones entre ellos, que resultan características para lo que se modela (en la naturaleza, en la sociedad, en la subjetividad humana, en la tecnología, etc.) y que no se habían distinguido conceptual y/o empíricamente con anterioridad, o se habían distinguido de otra manera. Y siempre “pagando el precio” al hacer lo aludido, de no “arrojar luz”, es decir, dejar sin atender, abstraernos, de OTROS integrantes, así como de OTRAS interacciones, articulaciones, conexiones y/o relaciones entre ellos, que, para el caso de lo que estamos modelando, no nos parece necesario y/o importante distinguir.

En otras palabras, uno u otro modelo científico nos proporciona cierto conocimiento, al precio de cierto no-conocimiento. Y en indagaciones *diferentes*, tal conocimiento y no-conocimiento puede cambiar de lugar. De cierta manera, entonces, se puede concebir el construir modelos científicos como una actividad de “experimentación cognitiva”.

**TODO MODELO DEBE TRATARSE  
QUE POSEA :**

**SIMPLICIDAD  
CLARIDAD  
AUSENCIA DE PREJUICIOS  
TRATABILIDAD**

Pero aún cumpliendo esos requisitos, no todos los modelos científicos que construimos nos sirven de igual manera (ello sería el "todo vale"). Como ya hemos apuntado, los hay unos mejores que otros. Es su contrastación con cómo nos sirven en la práctica para lidiar con lo modelado, lo que va distinguiéndolos unos de otros. Aunque debe subrayarse que incluso tal contrastación de índole práctica con lo modelado por el modelo, no transcurre igual en todos los campos del Saber, incluso en los del Saber científico o Ciencia<sup>2</sup>. Se trata –quién lo duda- de la mayor cercanía o lejanía relativa del ámbito modelado con los intereses, necesidades y fines sociales cotidianos de los seres humanos (de los que indagan y de los demás). Y no solamente de los intereses, necesidades y fines familiares, laborales, educacionales, religiosos, etc.; sino también de lo(a)s condicionados por la etnia, el género, la raza, la pertenencia de clase y/o la pertenencia generacional. Y de ello "no se salva" nadie... Por supuesto que los partidarios –ya en franca retirada- de una supuesta "neutralidad axiológica" de la Ciencia, ven a los modelos científicos de otro modo.

Y algunos de los criterios que empleamos –a veces explícita, a veces implícitamente- en dicha contrastación práctica, tienen que ver con las respuestas que damos a interrogantes como éstas: ¿Qué sabemos ya? ¿Qué más deseamos saber? ¿Qué nos preguntamos aún? ¿Qué nuevas preguntas podríamos hacer? ¿Cuáles

---

<sup>2</sup> Así, en las Ciencias Naturales, todos los Físicos pasaron de newtonianos a einsteinianos, en una sola generación; todos los Químicos pasaron de lavoisierianos a daltonianos, en una sola generación; todos los Biólogos pasaron de lamarckianos a darwinianos en una sola generación. En los tres casos, con excepciones, pero que "confirmaban la regla". Sin embargo, algo muy diferente sucede en las Ciencias Sociales: no todos, ni mucho menos, de los comteanos pasan, ni en una, ni en dos, ni en varias generaciones, a marxistas (y viceversa); no todos, ni mucho menos, los existencialistas pasan en una, ni en dos, ni en varias generaciones, a estructuralistas sociales (y viceversa); por el contrario es sólo el paso de toda una época –y con zig-zags y agudas polémicas- que va decantando la utilidad de una u otra variante de modelación *social* con relación a las otras.

riesgos estamos dispuestos a aceptar? Todas vinculadas al indagador-modelador. O también vinculadas con lo indagado-modelado: ¿qué componentes del ámbito a indagar no habríamos distinguido?; ¿cuáles interacciones, articulaciones, vinculaciones y/o, relaciones entre ellos han sido abarcadas? Y también, esta vez vinculado al propio modelo que construimos: ¿En qué y cómo- nos ayuda el modelo científico que estamos construyendo a lidiar mejor con lo modelado que el modelo anterior que teníamos? ¿A cuál precio lo hace por no prestarle atención a otros aspectos de lo modelado? Para no mencionar los criterios que nos ayudan a distinguir, ahora que tenemos-a-mano la nueva manera "de obtener Saber" y "de hacer Ciencia" que nos está proporcionando las Ciencias de la Complejidad, los modelos que desde esta nueva perspectiva construimos con relación a los que tradicionalmente construíamos en la Ciencia que se tornó tradicional en la Modernidad.

Lo que nos lleva como "de la mano" a nuestro siguiente tópico...

***La modelación, sus modelos: ¿Por qué 'la Complejidad' nos había eludido hasta ahora, si siempre "ha estado ahí"?***

Según uno u otro modelo científico nos sirva para responder a las preguntas *¿por qué?, ¿cómo?, ¿dónde? y ¿cuándo?*, y/o se oriente hacia el pasado, el presente o el futuro, clasificará como "modelo explicativo", como "modelo predictivo" o como "modelo prescriptivo":

## TIPOS DE MODELOS: (por sus propósitos)

- ✓ **PREDICTIVOS** (pasivos y hacia el futuro)
- ✓ **EXPLICATIVOS** (pasivos y hacia el pasado)
- ✓ **PRESCRIPTIVOS** (activos y hacia el presente)

(PUEDEN TRANSFORMARSE ENTRE SI)

No responden igualmente a las preguntas  
de ¿porqué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?

Por ejemplo, en el caso de conocidas teorías (una teoría no es más que un *modelo conceptual más global, que "engloba" a varios modelos conceptuales menos abarcadores*), como la ptolemaica, la newtoniana, o la darwiniana, tendremos:

<u>Modelo</u>	<u>Explicativo: ¿Porqué?</u>	<u>Predictivo: ¿Dónde y Cuándo?</u>
Darwiniano (selección natural)	Bueno	Malo
Ptolemaico (geo-centrico)	Malo	Bueno
Newtoniano (F=ma)	Bueno	Bueno

A su vez, existen los ya aludidos modelos científicos teóricos y los modelos científicos empíricos:

**MODELOS:**

(por su modalidad)

- TEÓRICOS

(A nivel agregado o  
basados en agentes)

Agentes reactivos

o Agentes intencionales

o Agentes colaborativos

**MATEMÁTICOS**

**ANALÓGICOS**

(Con ecuaciones

o computacionales)

- EMPÍRICOS

**EXPERIMENTALES**

**SIMULACIONALES**

**Los modelos TEÓRICOS  
(los MATEMÁTICOS y los ANALÓGICOS)  
suelen ser deductivos (parten de  
suposiciones cuya evidencia y/o certeza  
se asumen como probadas –sus axiomas  
o sus enunciados teóricos de base)  
y deducen sus consecuencias lógicas,  
para llegar a una u otra afirmación  
de certeza probatoria  
(teorema matemático o ley universal  
de una u otra disciplina científica).**



**Los modelos EMPÍRICOS  
(los EXPERIMENTALES  
y los SIMULACIONALES)  
suelen ser inductivos  
(parten de datos -ya establecidos u  
obtenidos ahora- empíricamente, y  
supuestamente “no contaminados de  
teoría”) y se realizan las inferencias  
(inducciones lógicas), para llegar a una  
u otra consecuencia de esas circuns-  
tancias (ley o resultado empíricos de una  
u otra disciplina científica).**

**Los modelos a nivel agregado son  
“de-arriba-hacia-abajo”  
(priorizan los procesos y no los datos  
buscando dar un cuadro general realista)**

**Los modelos basados en agentes son  
“de-abajo-hacia-arriba”  
(priorizan los datos buscando precisión  
en los detalles)**

Tendremos ocasión, más adelante en esta Clase, de caracterizar a unos (los de “nivel agregado”, “basados-en-ecuaciones” y por ello “de-arriba-hacia-abajo”) y a otros (los “desagregados” o “Basados-en-Agentes” y por ello “de-abajo-hacia-arriba”) en más detalle.

Los modelos que construíamos con la manera tradicional de hacer ciencia, en particular los modelos de los procesos sociales, no han sido capaces de aprehender adecuadamente –ni a preveer- el desenvolvimiento de los comportamientos y procesos reales –ni individuales, ni colectivos- y en especial a lo largo de periodos considerables de tiempo.

Entre otras circunstancias, ello ha estado condicionado por no ser adecuados esos modelos para captar los procesos del emerger, del mutar y del diseminarse los fenómenos estudiados. Y ese carácter emergente (el surgimiento espontáneo "de lo local hacia lo global") es, como sabemos ya, un rasgo característico del comportamiento que denominamos como el "cambiar y transformarse complejo" (la dinámica "compleja"). Por el contrario, los modelos tradicionales han gravitado hacia el enfoque estructural, con su concomitante fijeza y estática. A lo que ha contribuido el centrarse dichos modelos en el estudio de aspectos (naturales, sociales y/o humanos) "atrapados" o "atraídos", como expusieramos en la Clase 4, solamente por atractores ya bien "fijos o puntuales", o ya bien "cíclicos o periódicos" (y por lo mismo, más simples, pronosticables y más fácilmente "matematizables").

Por lo mismo, semejantes modelos no han sido proclives a evidenciar lo que denominamos como "la complejidad" del mundo –ni la de la naturaleza, ni la de la sociedad, ni la de la subjetividad de los seres humanos. Ya aludíamos en las Clases 4 y 6 como toda la problemática de la morfogénesis quedó "en tierra de nadie" para esos modelos. ¿A través de que rasgos concretos se plasmaba dicha falta de proclividad hacia "lo complejo" del mundo? Señalemos algunas de las limitaciones específicas de dichos modelos tradicionales que explican tal incapacidad explicativa:

- Una tendencia a las "racionalizaciones", "optimizaciones" y "maximizaciones" en los procesos, situaciones, conductas y/o circunstancias tratadas.
- Una tendencia hacia la "homogeneización", la "promediación", de procesos, situaciones y/o agentes "representativos".
- La excesiva primacía ya bien de bien de las partes con relación a la totalidad (los reduccionismos), ya bien de la totalidad con relación a las partes (las "malas holísticas");
- El basamento en, y/o búsqueda de –a todo costo- situaciones de "equilibrio" en los modelos analíticos

Pasemos entonces a examinar más de cerca algunas manifestaciones concretas de esas limitaciones que hemos señalado:

En lo concerniente a la tendencia a las "racionalizaciones", "optimizaciones" y "maximizaciones" en los procesos, situaciones, conductas y/o circunstancias tratadas:

- Considerar a la racionalidad individual de los agentes sociales como necesaria
- y/o suficiente para alcanzar los resultados deseados (en el espacio y/o tiempo),
- La creencia en que los agentes sociales actúan siempre optimizando su "ciclo de vida" y/o maximizando siempre su propio beneficio.<sup>3</sup>

Circunstancias esas (la necesidad y/o suficiencia de una actuación social siempre racional; la optimización y/o maximización, siempre, de los beneficios de dicha actuación) que han quedado desmentidas -por contraintuitivo que ello nos parezca- por un nuevo tipo de modelos sociales (a los que aludiremos al final de esta Clase) basados en el Pensamiento -y Ciencias- de "la Complejidad". Aquélla -la racionalidad- no es ni necesaria siempre, ni suficiente cuándo está presente, para lograr resultados socialmente deseados; ni éstas -la optimización y/o la maximización- están siempre presentes en el actuar de los agentes sociales.

Pasemos ahora a lo concerniente a la tendencia hacia la "homogeneización", la "promediación", de procesos, situaciones y/o agentes "representativos". Se manifiesta en:

- La proclividad a considerar "procesos y/o situaciones medias", sujetos y conductas sociales "típico(a)s".

---

<sup>3</sup> Apuntemos, por cierto, para constatar que no nos estamos refiriendo a nada alejado de las realidades mundanas -aunque pueda así parecerlo- que precisamente en tales erróneos supuestos se ha "fundamentado" la concepción predominante desde el último tercio del siglo XX en la Ciencia Económica de los países desarrollados (conocida como la Teoría de la Elección Racional o Rational Choice en Inglés); sobre cuya -endebles- base, se han concebido y ejecutado muchas de las políticas públicas en esos países. ¿Son de sorprender, entonces, los amargos resultados de que estamos siendo testigos?

- La no consideración de "trayectorias" evolutivas naturales o sociales y los
- resultados no sólo adaptativos, sino en ocasiones inadaptativos, de las mismas.
- La insuficiente consideración de las diferencias en opciones sociales de distintas generaciones

Circunstancias que eliminan excesivamente la diversidad, la heterogeneidad siempre presente en los procesos naturales y en las socialidades reales; que parten de un cuadro ya existente y fijo –que no evolucionará más- sino que se extrapolará (más-de-lo-mismo) hacia el futuro, privilegiando además los resultados funcionales–y soslayando- los contradictorios ya para el proceso natural, ya para el status quo social; y, siguiendo con lo social, que obvian aquéllo de que lo que constituyó una aspiración, un logro y/o un éxito para una generación, con frecuencia se torna "lo dado por sentado", "lo acostumbrado" y hasta eventualmente "lo ya caduco" para las siguientes generaciones.

Y ya abordando lo concerniente a la excesiva primacía ya bien de las partes con relación a la totalidad (los reduccionismos), ya bien de la totalidad con relación a las partes (las "malas holísticas"), ello se ha manifestado en:

- El uso (y abuso), como unidad para el análisis, de sistemas enteros, sin la suficiente atención a sus ámbitos componentes.
- Un excesivo aislamiento del tratamiento de uno u otro ámbito más locales con relación al resto de los ámbitos más globales.

Circunstancias que no propician tener en cuenta los procesos morfogénicos, en los que diversos ámbitos locales experimentan diferentes procesos aunque conformando una sola globalidad, haciéndola la que es; o bien que reducen ésta última a uno u otro de tales ámbitos locales, en detrimento del aporte del resto, lo que asimismo imposibilita tener en cuenta lo morfogénico.

Y finalmente, en lo concerniente al basamento y/o búsqueda –a todo costo- en los modelos analíticos de situaciones de "equilibrio":

- Equilibrios inexistentes.
- Equilibrios existentes en teoría, pero no obtenibles realmente.
- Equilibrios obtenibles pero en una escala de temporalidad inaceptable para lo estudiado.

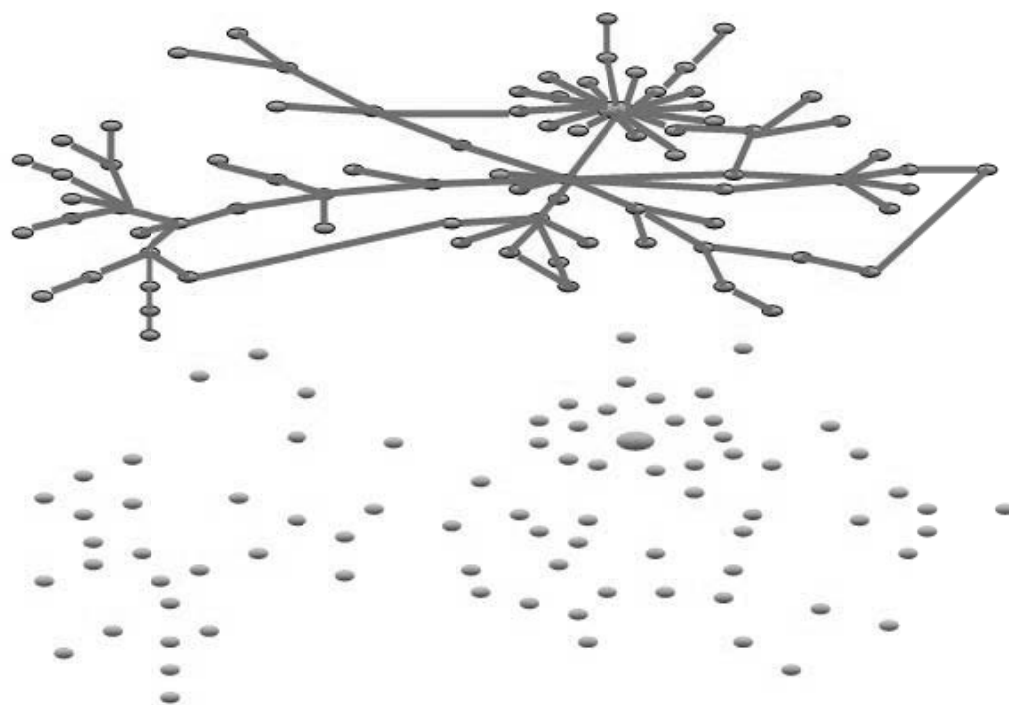
Circunstancias que privilegiaban los comportamientos característicamente no complejos –“simples”- incapaces de alejarse significativamente del equilibrio, retornando siempre al mismo previamente existente si se apartan –o son apartados- del mismo (comportamientos no excitables); incapaces de experimentar bifurcaciones o de dar cabida al emerger de una nueva cualidad.

Recapitulemos pues las características limitaciones ya examinadas de los modelos tradicionales “no complejos”, añadiendo, para sólo mencionarlas, otras que no trataremos en esta ocasión:

- Son racionalizadores, optimizadores, maximizadores, tipificadores, homogeneizadores, promediadores, “representativos”, pendulan entre reduccionismos y malas holísticas, y son equilibradores.
- Son “regulares” (buscan y establecen a todo costo regularidades, cuándo no “leyes”) con un determinismo rígido o probabilístico.
- Tienen pocas variables e interacciones (y éstas son externas).
- Siguen líneas de mando centralizadas y rígidas y operan de acuerdo con esquemas, con reglas rígidas, planes.
- El presente aparece sin morfogénesis y el futuro sin rupturas, bifurcaciones o discontinuidades.
- En caso de fluctuaciones internas, o perturbaciones externas, estas se amortiguan, volviendo el sistema al equilibrio; o bien pierde estabilidad y son fuente de su desaparición, dado que no muestran capacidades de adaptación y/o evolución.
- Son cerrados desde el punto de vista de intercambios de sustancias (masas), energías, información y sentido identitario (recordar la Clase 6) con su entorno.

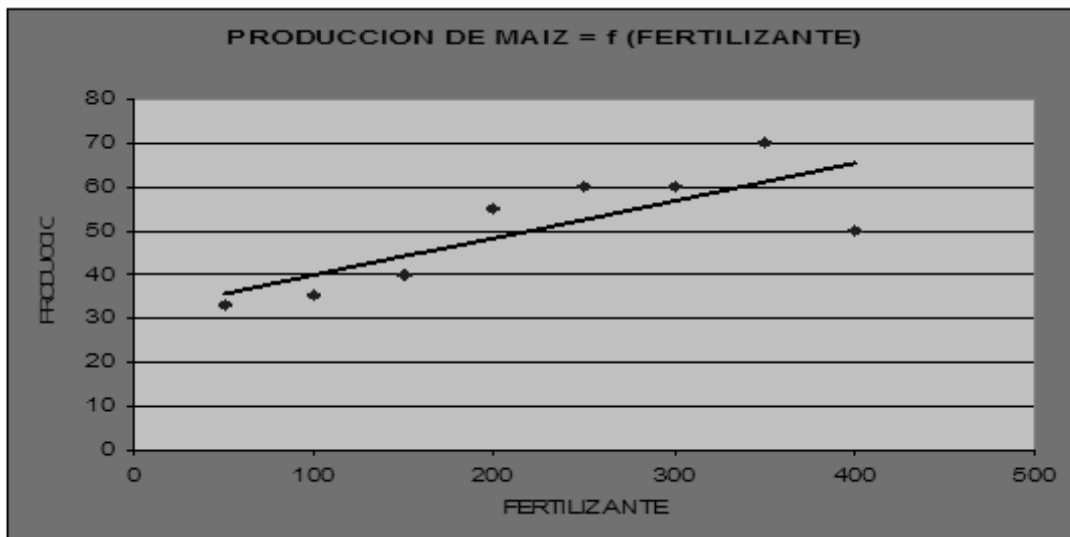
Al mismo tiempo, han existido otras circunstancias, de índole epocal, que como ya sabemos de Clases anteriores, desde el punto de vista metodológico-general han condicionado el Saber y la ciencia de la modernidad y que tampoco han propiciado el evidenciar “la complejidad” del mundo. Tales otras circunstancias epocales del Saber y la Ciencia de la modernidad han sido:

- Su ideal analítico.
- Su índole lineal.
- Su organización disciplinar



El IDEAL ANALÍTICO de desmembrar las totalidades –demasiado “complejas”, tomada la palabra como sinónimo de “complicadas”- para entonces poder **analizar** esas partes más simples (menos “complicadas”): ya desmembradas. Descartes (1637) indicaba “Conducir ordenadamente los pensamientos, comenzando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para ascender gradualmente hasta el conocimiento de los más compuestos”).

LA LINEALIDAD (efectos siempre proporcionados a las causas) todavía en la actualidad, con base en la linealidad (de la causalidad eficiente, del mecanicismo y del reduccionismo), la ciencia para explicar y pronosticar un fenómeno, busca una variable independiente que asociada a la variable dependiente, dentro de un plano cartesiano, muestren un comportamiento lineal. Si se observa que a cada  $x$  de  $X$ , en forma proporcional corresponde un  $y$  de  $Y$ , entonces se dice que las variables están asociadas y que por tanto, una causa a la otra en cierta medida. La “**obsesión por las líneas**”;



LA ORGANIZACIÓN DISCIPLINAR: Los conocimientos agrupados en compartimientos por disciplinas del Saber (con sus especialidades, especializaciones, cada una con su "jerga"). Cada vez, como aludiéramos en otra Clase, sabemos "más", acerca de "menos".....

Circunstancias que, mutatis mutandi, a lo largo de la segunda mitad del recién finalizado Siglo, fueron ocasionando todo un "movimiento" o tendencia hacia la multidisciplina, la interdisciplina y, más recientemente, hacia la transdisciplina. Recordemos las fuertes demandas del estudiantado francés, en medio de los acontecimientos de Mayo del 68, reclamando la reforma de los curricula hacia una orientación interdisciplinar.

---

Como apuntáramos en otra ocasión, estamos acostumbrados a los laboratorios tradicionales, diseñados para estudiar las pautas o patrones ya existentes de interacciones externas –y por ende lineales– entre masas (sustancias) y energía (fuerzas); pero ha surgido ahora un nuevo tipo de laboratorio diseñado a la medida del estudio de las pautas o patrones emergentes de transformación de información (organización) y sentido (identitario), sobre la base de las interacciones internas en las totalidades complejas no desmembrables: la pantalla de la computadora.

Ese nuevo tipo de laboratorio está permitiendo ya realizar indagaciones de "la Complejidad" de lo social y lo humano, análogas a las que hasta ahora se consideraban factibles sólo para los procesos naturales y/o tecnológicos. Lo que viene condicionado por la circunstancia de que los fenómenos cuyos comportamientos denominamos como "complejos" presentan otras manifestaciones diferentes a las aprehendidas por los modelos de la ciencia tradicional.

Algunas de dichas manifestaciones del comportamiento complejo son:

- Los sistemas complejos intercambian sustancias (masa), energía, información y sentido identitario entre sus componentes; y están abiertos a su entorno, con el que asimismo llevan a efectos tales intercambios.
- Operan bajo condiciones que están lejos del equilibrio, de la estabilidad, pero esas condiciones son morfogénicas, en tanto son las que les propician y conducen hacia el emerger auto-organizante de nuevas formas de orden complejo, hacia formas de complejidad creciente.
- Son producto de una serie de condiciones históricas (de "lo-que-les-ha-venido-ocurriendo") y condiciones contextuales ("lo-que-les-está-ocurriendo-ahora").
- Pueden contener un gran número de componentes, articulados en red (en-red-ados).



- Las interacciones internas entre sus componentes son suficientemente intensas, lo que impide desmembrarlos de la totalidad que conforman, so pena de perder "lo-que-se-indaga" (la "buena holística")
- Esas interacciones internas en red (mediadas y mediadoras) son no lineales
- Cualquier componente puede influir al sistema global y es influenciado por la totalidad global que componen.
- Una causalidad compleja, circular o en red "de-lo-local-a-lo-global" y "de-lo-global-a-lo-local", entre los componentes locales y la totalidad global.
- Pueden presentar comportamientos no factibles para los sistemas simples ("el caos complejo"; "al borde o límite del Caos complejo"), particularmente creativos y/o contraintuitivos.
- Pueden presentar propiedades similares a diversas escalas – espaciales y en el tiempo- no caracterizables por medio de la geo o crono-metrías tradicionales, sino a través de una geometría y/o cronometría fractálica (de la autosimilaridad).
- Al mismo tiempo, son multidimensionales, y no siempre caracterizables en todos esos ámbitos suyos por medio de un sólo estado y/o una misma temporalidad.

Es para aprehender esos comportamientos "complejos" que se necesitan entonces otra clase de modelos distintos a los ya tradicionales.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> En particular, para tener en cuenta esa aludida *multidimensionalidad cualitativa* de los sistemas complejos, sobre todo de los de índole social y/o de la subjetividad humana, se están desarrollando cada vez más novedosos modelos –incluyendo los de una matemática cualitativa y dinámica, que han develado un nuevo ente matemático básico -además del Espacio (geométrico-topológico) y del Grupo (algebraico)- que es el Retículo. Tales

Otra clase de modelos que no homogenizen, no racionalizen, que no partan ni busquen a todo costo condiciones de equilibrio, que no subsuman las partes al todo, ni reduzcan éste a aquéllas, posibilitando así aprehender la auto-organización y los procesos emergentes entre los componentes de la misma y la totalidad que conforman.

Ya hemos examinado anteriormente en otra Clase, la manera auto-organizada en que el mundo –espontáneamente- articula, aprovechándolas, sus fuentes más generales de cambio y transformación y resuelve los eventuales conflictos entre ellas. Así como que tales circunstancias resultan en procesos emergentes, aquéllos en que de las interacciones locales entre componentes (a veces sumamente sencillas), surge espontáneamente –de-lo-local-a-lo-global- un nuevo orden global que puede ser sumamente complejo (y con frecuencia muy contraintuitivo). Por ello han sido los procesos emergentes los que precisamente han sido “eludidos” por los modelos de la Ciencia tradicional.

Por el contrario, ha sido ahora con ayuda de modelos computacionales – aunque la propia computación no surgió con ese objetivo – que está siendo factible el modelar tales procesos emergentes.

Veamos esquemáticamente como esos procesos “emergentes” han sido eludidos por los modelos al uso:

---

métodos de una nueva Topología Algebraica o de Algebra Topológica incluyen, por ejemplo, a la Teoría de Redes inicial, a las Redes de Petri, a los Complejos Simpliciales (o compuestos por Simplex poliédricos), a la Teoría de Grafos (caso particular de los Complejos Simpliciales), al denominado “q-análisis” o dinámica poliédrica, que están aspirando a poder construir novedosos aspectos de *una nueva Teoría Social que tenga en cuenta tiempos concurrentes (no sincrónicos) y estados múltiples para un mismo sistema modelado*).

OBJETOS O INDIVIDUOS Y SUS INTER- ACCIONES	<i>LOS EMERGENTES</i>  <i>(LO QUE FALTA)</i>	ESTRUCTURAS NATURALES; INSTITUCIONES SOCIALES
Proclividad a los modelos del deno- minado “reduccio- nismo” y/o “indivi- dualismo metodo- lógico”	<i>(los emergentes efimeros)</i> <i>(los emergentes perdurables)</i>  <i>(por separación de las tasas tempo- rales de procesos parciales)</i>	Proclividad a los modelos basados en ecuaciones (de-arriba-hacia- abajo)

¿Porqué es más proclive la modelación computacional a evidenciar el emerger auto-organizante de “la Complejidad” y para qué nos sirve?

Para comprender lo anterior debemos detenernos en otras circunstancias *adicionales a las ya señaladas* más arriba y que tampoco han propiciado hasta ahora explicitar “la Complejidad” del mundo en los modelos tradicionales. Circunstancias que, por lo general, no eran tenidas nunca en cuenta:

- Las descripciones en términos de números que ha privilegiado la Ciencia tradicional.

- El considerar el tamaño (la magnitud) de los números como su propiedad más relevante por parte de la Matemática tradicional (y no, por ejemplo, su secuencia de dígitos).
- El operar la Ciencia y la Matemática tradicionales con ecuaciones que fungen como constreñimientos de los fenómenos estudiados (y no, por ejemplo con fenómenos basados en reglas).
- Así como operar dichas disciplinas mayormente con funciones continuas (y no, por ejemplo, con elementos discretos, es decir, discontinuos).

Todo ello contrasta, precisamente, con aquéllo en que se basan los modelos computacionales: *Secuencias de reglas que operan sobre elementos discretos*. Lo que está propiciando poner mejor y más rápido en evidencia los procesos *emergentes*.

Entonces, ¿en qué consiste la denominada modelación computacional "basada-en-agentes" de dinámicas complejas y para qué nos sirve?

Hasta no hace mucho las computadoras eran vistas como procesadoras DE DATOS (como calculadoras de grandes cantidades de datos y de gran rapidez; las llamadas "tritadoras de números"). Pero desde finales del recién terminado Siglo han pasado a ser vistas como PROCESADORES de datos (procesadores de símbolos generadores de patrones emergentes). No es posible interactuar con un DATO. Pero sí se puede interactuar con un PROCESO.

Cualquier combinación:

- de símbolos alfa-numéricos
- de matices de colores

en textos o en imágenes, puede ser codificada en series binarias (de bits) *discretas* (no continuas), o en series *discretas* (no continuas) de pixels y combinadas

en uno u otro programa (*secuencia de reglas*) computable, que, a su vez, puede ser decodificado en textos o imágenes.

Y no hay razón alguna para considerar al mundo cotidiano como MÁS REAL ONTOLÓGICAMENTE (o sea, perteneciente al Ser-del-mundo), que el que podemos ya crear en la pantalla de una computadora. Este mundo computarizado tiene el mismo status ontológico, siempre que lo contemplemos desde SU INTERIOR en la computadora.

Los modelos computacionales Basados-en-Agentes van siendo particularmente adecuados para obtener nuevos e importantes resultados en el estudio de los Sistemas Complejos (Adaptativos y Evolutivos) Naturales y Sociales, con sus complejas, auto-organizantes y emergentes circunstancias, siempre presentes, de colaboración competencia entre los entes naturales y/o los seres humanos. Tales modelos computacionales Basados en Agentes, y se proponen indagar cómo pueden tener lugar los cambios –y cuáles- en una población (en una multiplicidad) de ‘agentes’, a partir de criterios acerca de las propias preferencias e interacciones de los mismos.

Los modelos computacionales Basados en Agentes Adaptativos y Evolutivos permiten explorar entonces los procesos fundamentales de los fenómenos emergentes HACIÉNDOLOS CRECER (de-lo-local-a-lo-global), es decir, generativamente; y propiciar su aplicación en múltiples áreas. Su “lema” consiste en: “Si no lo generaste (si no “lo hiciste crecer”),....no lo explicaste....”<sup>5</sup>.

Todo lo cual torna más comprensible la índole y el significativo papel (junto a su oportuna factibilidad tecnológica) que están desempeñando los modelos de simulaciones computacionales Basados-en-Agentes (agentes-componentes, por cierto, autónomos y distribuidos, heterogéneos, con información limitada e interaccionar local en redes) para evidenciar a ‘la Complejidad’ natural y social. Los modelos computacionales Basados-en-Agentes van siendo particularmente adecuados para obtener nuevos e importantes resultados en el estudio de los

---

<sup>5</sup> Precisamente lo que ningún modelo de la Ciencia tradicional era capaz de realizar: “hacer crecer”...

Sistemas (Adaptativos y Evolutivos) Sociales, con sus complejas, auto-organizantes y emergentes circunstancias, siempre presentes, de colaboración y competencia entre los componentes o agentes de la Naturaleza y/o los seres humanos.

Algunas de las cuestiones generales que deben ser tenidas en cuenta al construir un modelo computacional "Basado-en-Agentes" son:

- ¿Cómo el "mundo" simulado computacionalmente se relaciona con su contraparte del mundo real?
- ¿Cuáles parcelas del mundo real se prestan más a ser modeladas por un "mundo" computacional?
- ¿Cómo se construye ese tipo de "mundo" computacional?
- ¿Cómo podemos utilizar esos "mundos" computacionales para estudiar el mundo real?
- ¿Qué tipos de comportamientos pueden emerger de la interacción de agentes en ese "mundo" electrónico?
- Cuando incluso el modelo ha dado un resultado similar al observado en el mundo real: ¿significa ello siempre que se plasmó en el mundo real a través de las mismas interacciones modeladas en el mundo electrónico?

Y una especie de "máxima" que se va generalizando al construir modelos Basados-en-Agentes es la de: "introducir en el modelo lo-menos-posible, y, "corriendo" el mismo sacar de él lo-más-posible.....<sup>6</sup>

El modelar basado en los Agentes Adaptativos y Evolutivos contrasta con los modelos que suponen agentes homogéneos, racionales siempre, con información completa y "optimizadores", (que toman siempre la decisión óptima) como en los

---

<sup>6</sup> Sitio Web para recursos a emplear en los Modelos Computacionales Basados en Agentes:<http://www.physics.lsa.umich.edu/Software/ComplexCoop.html>

modelos que emplea la ya aludida teoría económica de la decisión racional tan en boga –y tan desacertada- en recientes decenios.

Por el contrario, en los modelos computacionales Basados-en-Agentes adaptativos y evolutivos, éstos últimos no son "representativos", sino heterogéneos, son autónomos (ningún agente le dicta a los demás qué hacer o no hacer), tales agentes nunca tienen la información completa de lo que les está sucediendo (de la totalidad global que componen), interactúan localmente según ciertas maneras –que pueden ser muy sencillas- con los demás y con el entorno al cual siempre están abiertos.

Tales agentes adaptativos y evolutivos pueden manifestarse:

- en índole individual (a través, por ejemplo, de su aprendizaje) (pueden cambiar su comportamiento sobre la base de la información que reciben del comportamiento de los otros agentes o del entorno),
- en índole colectiva o "poblacional" (a través, por ejemplo, de la tasa de supervivencia diferencial y la reproducción prevaeciente de los más exitosos, dada la índole de sus interacciones con el resto de los agentes y con el entorno).

No obstante, para poder construir modelos con agentes que presenten tales características, se necesitan "lenguajes comunicacionales" cada vez más sofisticados, para ser introducidos ("encapsulados") en los agentes.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> No obstante la capacidad ya argumentada de las computadoras para "hacer crecer" los procesos emergentes, dichas computadoras han sido construidas basándose en una modalidad secuencial del tiempo -concepción incluso superada ya por la Física relativista desde principios del siglo XX- y por lo cual, entre otras circunstancias, es que se están desarrollando algunos de las modalidades de modelación aludidas en una Nota al Pie anterior, tales como las Redes de Petri y el denominado "q-análisis", que parten de otras concepciones del espacio (no causalmente totalmente cerrado) y/o del tiempo (no

Lo que, de nuevo, nos lleva "de la mano" a nuestro siguiente tópico:

***Las diversas modalidades de "encapsulamiento" de 'lo modelado' en el modelo.***

Ya mencionamos desde el comienzo que construir un modelo científico – modelar en la Ciencia- es "arrojar luz" conceptual y/o empíricamente, acerca de ciertos integrantes de uno u otro ámbito del mundo, o acerca de ciertas interacciones, articulaciones, conexiones, vínculos y/o relaciones entre los mismos que les son características, y que no se habían distinguido conceptual y/o empíricamente con anterioridad o se habían distinguido de modo diferente. *Y ello equivale –nos damos cuenta o no- a poner en correspondencia a los elementos pertenecientes a un conjunto, con los elementos pertenecientes a otro conjunto*<sup>8</sup>. Al mismo tiempo, como también apuntáramos, lo hacemos siempre abstrayéndonos de algo otro, pues al prestar atención a unos integrantes, a sus interacciones, articulaciones, conexiones, vínculos y/o relaciones, al mismo tiempo dejamos de prestarle atención a lo(a)s restantes.

Los elementos de uno de esos conjuntos no son otra cosa que *las características* de ese –uno u otro- ámbito (o "parcela") del mundo que modelamos, para estudiarlo, y que designaremos con el símbolo (C); y los elementos del otro de los conjuntos que ponemos en correspondencia, son *los "observables"* que seleccionamos para indagar

---

totalmente secuencial y por lo mismo no totalmente sincrónico), para *un mismo* sistema complejo multidimensional. Lo que se muestra particularmente valioso para la modelación en las Ciencias Sociales y Humanas (y asimismo para la problemática vista en la Clase 6, acerca de la morfogénesis).

<sup>8</sup> Un "conjunto" no es más que los elementos que lo componen, junto a la regla que indica la pertenencia a ese conjunto.



esa "parcela" de mundo, y que designaremos como (O), asociándolos a aquellas características de esa "parcela" de mundo modelada.

Y es el indagador de dicha "parcela" de mundo, el que toma las decisiones de qué y cómo distinguir ("delimitándolo") en ella, para modelarla (aprehenderla); así como hacia cuál conjunto de características de la misma va a estar orientada la indagación, así como cuáles "observables" tener en cuenta para aprehenderlas, y de esa manera propiciar el poder distinguir ciertas correlaciones y/o regularidades en lo modelado. Y debemos tener siempre en mente (lo que no significa que ello se haga, incluso por muchos científicos; particularmente en las Ciencias Sociales y Humanas), que *existen diversas maneras de poner en correspondencia* los elementos pertenecientes a uno de esos dos conjuntos, con los pertenecientes al otro.<sup>9</sup>

La manera más tradicional de ponerlos en correspondencia, pero no por ello la única, ha sido *la funcional (es decir, por medio de dependencias funcionales, expresadas en ecuaciones)*. No obstante, aún dentro de esa manera *funcional* de poner en correspondencia tales conjuntos de elementos, *existe más de una modalidad para hacerlo*:

- Con Funciones biyectivas (las que han prevalecido, a pesar de ser un caso altamente *restringido* de Funciones); y en la que cada característica de la "parcela" de mundo modelada y los "observables", presentan una correspondencia bi-unívoca:

$$(Ci.) \longleftrightarrow (Oi)$$

---

<sup>9</sup> Es muy pertinente en vinculación con lo aludido, tener en cuenta, además de lo que a continuación argumentaremos, lo expresado en la anterior Nota al Pie No. 7.

- Con Funciones *inyectivas*; en las que cada característica de la "parcela" de mundo modelada y los "observables", NO presentan una correspondencia bi-unívoca, sino que, por ejemplo, algunas características de la "parcela" de mundo indagada, NO tienen correspondencia con alguno de los "observables" ( $O_i$ ):

(C1) ← (O1)

(C2)

(C3) ← (O3)

(C4) ← (O4)

- Con Funciones *suprayectivas*; en las que cada característica de la "parcela" de mundo modelada y los "observables", NO presentan *tampoco* una correspondencia bi-unívoca, pero porque, en este caso, por ejemplo, algunas características de la "parcela" de mundo indagada, tienen correspondencia con más de uno de los "observables" ( $O_i$ ):

(C1) ↙ (O1)  
↘

(C2) ← (O2)

(C3) ↙ (O3)  
↘

Es muy importante, por otro lado, el tener claro, que *además* de los modos *funcionales* de poner en correspondencia los dos conjuntos de elementos ya aludidos, *existen aún otras maneras de poner en correspondencia dichos conjuntos de elementos* (el de los estados de la "parcela" del mundo que deseamos indagar; y el de los "observables" de que nos servimos para ello):

- Las *Aplicaciones*. (la *operación concreta* que vincula los elementos de un conjunto con los de otro)<sup>10</sup>
- Las *Relaciones*. (lo que define el porqué los elementos de dos conjuntos se vinculan)<sup>11</sup>

Y si *toda* Función (suprayectiva, introyectiva o biyectiva) es una Aplicación, *no toda* Aplicación es una función. Asimismo, si *toda* Aplicación es una Relación, *no toda* Relación es una Aplicación.

Y precisamente, las Aplicaciones y las Relaciones son sumamente pertinentes para la modelación de procesos sociales, los que es muy corriente que no puedan ser modelados por ecuaciones. Ellas implican una "flexibilización" de las maneras de modelar, no suficientemente tenida siempre en cuenta en las indagaciones sociales y de las subjetividades humanas, así como para tener en cuenta los procesos morfogénicos.

De todo lo expuesto no es difícil concluir que la propia actividad de modelación de la dinámica (es decir, del cambio y la transformación) de una u otra "parcela" de mundo, constituye, *de por sí*, todo un campo digno de estudio y reflexión. Lo que raramente ocurre entre los científicos sociales, que frecuentemente "se abalanzan" sobre la primera modalidad de modelar que tienen a la mano, frecuentemente con ecuaciones funcionales, sin meditar que quizás no sea la más adecuada para construir el modelo anhelado –con la suficiente fuerza heurística– para aprehender la "parcela" del mundo de que se trate.

Por el contrario, los modelos con ayuda de ecuaciones funcionales –o "modelación basada en ecuaciones"– precisamente se denominan como "modelación de arriba-hacia-abajo", ya que no captan a los componentes de la dinámica que pretende modelar, sino "la captan sólo desde sus dependencias

---

<sup>10</sup> Por ejemplo: multiplicar por 10 y sumarle 1 a cada elemento de uno de los conjuntos..

<sup>11</sup> Por ejemplo: Un conjunto de países y la producción de café en ellos. O un conjunto de Profesores y los intereses profesionales de los mismos. Sobre cuya base se construye una "matriz de incidencias" entre cada elemento de un conjunto (si la tiene, con otro del otro conjunto)

funcionales globales" (*por eso precisamente es que las características o variables de orden o colectivas en las estrategias multiámbitos de indagación de dinámicas complejas –ya tratadas en Clases anteriores- son en ocasiones susceptibles de ser expresadas funcionalmente –es decir con ecuaciones- pues captan precisamente los rasgos más globales de la dinámica).*

Este tipo de modelación basada-en-ecuaciones presenta su mayor dificultad con la selección precisamente del "marco funcional" (la función en concreto) que va a reproducir la dinámica (el cambio y transformación) a estudiar. Pero ya una vez que el marco funcional del modelo basada-en-ecuaciones está seleccionado, el obtener las predicciones del mismo puede ser laborioso, pero es conceptualmente claro. Para modelos *sencillos*, para los cuáles existe solución *analítica* a la ecuación, la función escogida puede proporcionar una solución *precisa para todos los valores* de los parámetros. Sin embargo, para modelos sólo *medianamente complejos*, es necesario recurrir a soluciones *numéricas (no analíticas)*, mediante el procesamiento de números con ayuda de la computadora.

Y esa selección del marco funcional (de la Función con la cuál modelar la "parcela" del mundo estudiada) es siempre *sólo uno de los varios pasos en la elaboración del modelo*. Y bien pudiera suceder, como hemos apuntado ya, sobre todo con las "parcelas sociales y humanas" del mundo, *que la mejor selección no sea un "marco funcional", sino "un marco de Aplicaciones" o un "marco de Relaciones"*<sup>12</sup>. Es decir, construir un modelo científico, "modelar" en la Ciencia, incluye siempre:

---

<sup>12</sup> No resulta para nada ocioso precisar entonces, que las Redes de Petri y el "q-análisis" ya mencionados anteriormente, establecen precisamente un "marco de Aplicaciones" y/o "de Relaciones" para una u otra indagación. Siempre que partamos de Relaciones y/o Aplicaciones, podremos hallar las Funciones –si las hay- pero lo inverso (que sucede con frecuencia) no es válido: partir de Funciones puede "invisibilizar" las Aplicaciones y/o las Relaciones vigentes, "destruyendo" así mucha información útil sobre lo modelado.

- *Escoger qué modelar; o sea, la "parcela" o sub-sistema (Sm) del mundo real `que-nos-interesa-estudiar´ ("el problema" científico);*
- *Escoger cómo modelarlo. O sea:*
  - los `observables´ (*O*) –*características; variables-* que vamos a distinguir para aprehenderla;
  - las suposiciones acerca de cómo se interrelacionan dichos "observables", (cómo son las interacciones a captar en (Sm);
  - la ya aludida dependencia o *marco funcional* (la función matemática que reproduce tales interacciones); o *la Aplicación; o la Relación que más se adecúe, como marco de la indagación;*
  - estimar los `parámetros´ (es decir, aquéllas características o variables entre los distinguidos, que permanecen *constantes* para todo un rango de características de la "parcela" de mundo estudiada). *Recuerden los "parámetros-de-control" en las estrategias multiámbitos de indagación de dinámicas complejas.*
  - hallar la(s) solución(es) de la ecuación (solución analítica exacta o numérica- computacional); o plantear la "operación a ejecutar" para la Aplicación; o plantear la "matriz de incidencias" para la Relación.

¿Cuáles son los "puntos fuertes" de la modelación basada-en-ecuaciones?

- Su "lenguaje" funcional más tradicional y estandarizado (las ecuaciones diferenciales o ecuaciones en diferencias, usuales en los cursos universitarios de matemáticas)
- Son más "captables" a primera vista que un código de programación (pero solamente para el que tenga educación, entrenamiento y experiencia matemáticas)
- Permite intuiciones (insights) cualitativas para ciertas dinámicas a-largo-plazo,
- en casos no-lineales (dónde no hay solución analítica)
- Mientras que los "puntos débiles" de dicha modelación "basada-en-ecuaciones" son:
  - Requieren una buena familiarización con las matemáticas;
  - Describen lo que ocurre con la dinámica, pero su índole "de-arriba-hacia-abajo" no les permite explicar *cómo emerge ésta (porqué es esa y no otra)*:
  - Fallan con la no-linealidad;
  - No pueden abarcar complejidades significativas (las que, por su multidimensionalidad, requieren un "marco de Aplicaciones" o un "marco de Relaciones").

Por todo lo expuesto, una modalidad *alternativa* es la ya aludida modelación es la "Basada-en-Agentes", pues ella, al ser del tipo "de-abajo-hacia-arriba" (de "lo-local-a-lo-global") precisamente permite lo que no es factible con la modelación "basada-en-ecuaciones", es decir, "hacer crecer" la dinámica (el cambio y transformación) modelada *en su emerger*.

Entonces, el procedimiento de "encapsulamiento" para modelar computacionalmente procesos dinámicos que evolucionen, involucra los pasos siguientes:

- La especificación de un entorno en el cuál el proceso evolutivo puede operar,
- La especificación de "la génesis" (el originarse; "lo genético") de dicho proceso, incluyendo la manera en que la información del "cromosoma" simulado se traduce en una estrategia para el "agente" (individual o colectivo) o componente modelado,
- El diseño de un experimento para estudiar los efectos resultantes (convergentes o divergentes) de realidades alternas,
- "correr" el experimento durante una cantidad dada de "generaciones" en la computadora, con el procesamiento estadístico de los resultados.

El denominado algoritmo "genético" o "inteligente" es muy apropiado para los modelos computacionales basados-en-agentes, pues constituye un método automático para generar una población de estrategias (una multiplicidad de estrategias) y su modalidad de evolucionar. En contraste con las estrategias fijas dimanantes sólo de criterios previos. Así, los "algoritmos genéticos" posibilitan modelar computacionalmente dinámicas que varían "sobre la marcha" (es decir, no obedeciendo a características de origen, sino sobrevenidas después) y con finales abiertos....

Son útiles las comparaciones entre dos (o más) modelos computacionales, pues las mismas sirven:

- para validar su pertinencia a un ámbito dado,
- para poder decidir a favor de uno u otro modelo ( el "experimento" crítico),

- para poder saber cuándo un modelo es un caso particular de otro ("subsumir")<sup>13</sup>

En contraste con los modelos a nivel agregado (por ejemplo, los basados-en-ecuaciones empleados por la teoría económica de "la elección racional"), que emplean criterios exógenos (ajenos) a los agentes (componentes), los modelos – computacionales o no- Basados en Agentes combinan:

- suposiciones explícitas SIMPLES,
- especificación de reglas SENCILLAS,

para entonces ensayar o "correr" (si es computacional) el modelo y:

- establecer las consecuencias NO ESPERADAS de esas suposiciones,
- los patrones de datos NO LINEALES y EMERGENTES a partir de esas reglas (arribando a conclusiones más compleja y contraintuitivas de valor transdisciplinar).

Sin embargo, no deben verse estos dos tipos de modelación como completamente antagónicos. *Los modelos a nivel agregado ("de-arriba-hacia-abajo") priorizan la descripción global, permitiendo dar un cuadro general de la dinámica. Mientras que los modelos basados en agentes ("de-abajo-hacia-arriba") priorizan caracterizar las interacciones locales entre los agentes (personas, grupos,*

---

<sup>13</sup> Algunos programas de computación con vistas a la modelación basada en agentes: Fortran (anticuado); Basic (para no profundizar); Visual Basic (idem); Pascal (útil); C++ (avanzado); Dirigido a Objetos (la web); Net Logo; Star Logo.  
Sitio Web para recursos a emplear en los Modelos Computacionales Basados en Agentes:  
<http://www.physics.Isa.umich.edu/Software/ComplexCoop.html>



organizaciones, etc.) y como a partir de ellas, emerge la dinámica global que se estudia. Pueden, entonces, emplearse *complementariamente*, siempre que cada tipo de estos modelos sea aplicado en su región de pertinencia y no fuera de ella.

Por otra parte, los modelos computacionales "de arriba hacia abajo" (pues los hay tales también), pero *de nivel medio*, no requieren computadoras con tantos recursos (y son apropiados si lo que se quiere estudiar son grandes tendencias, magnitudes futuras basadas en las previas y/o rasgos resultantes de métodos estadísticos). Los modelos computacionales "de abajo hacia arriba", *de nivel local*, requieren recursos computacionales apreciables (y son apropiados si lo que se quiere estudiar son estrategias y/o resultados específicos).

Apuntemos, ya concluyendo, a otra máxima de la modelación: *El mejor modelo es aquel que mientras más sencillo sea (menos "encapsulamientos"), al mismo tiempo sea capaz de explicar lo más posible...O sea, demasiada "cercanía"* (en el sentido de aproximarse en sus detalles) del modelo con lo modelado NO es buena...Y finalicemos "mordiéndonos-la-cola" (como el mítico *euoroboros*), recordando lo expresado al inicio mismo de la Clase: "todos modelamos"....Pero la diferencia entre muchos otros modelos y los modelos científicos que hemos expuesto más arriba estriba en que en éstos están (o deben siempre estar) *explícitamente* presentes.

Los supuestos de los que se parte;

Las consecuencias lógicas de esos supuestos básicos;

La coherencia interna de tales supuestos y de tales consecuencias;

La pertinencia de los datos empíricos que se tienen en cuenta.

Mientras que en muchos otros tipos de modelos, tales circunstancias permanecen *implícitas*, por lo que no resulta posible comprobar ni sus supuestos, ni sus consecuencias, por lo tanto ni su coherencia interna, ni tampoco la pertinencia o no de los datos recopilados e incluso, si el modelo construido –el "encapsulamiento" de 'lo modelado' en el modelo- ha sido hecho dentro del "marco de

encapsulamiento” adecuado a la “parcela” de mundo a modelar. Nada más, pero....nada menos. O lo que es lo mismo, “del dicho –un modelo-.al hecho –un buen modelo- hay un gran trecho”...

---

### **Material complementario sugerido con la clase**

-[Sotolongo, P. Multi, Inter y Transdisciplina](#)

### **Material subido a la biblioteca**

Los siguientes dos textos de Epstein se relacionan directamente con la temática de la clase, pero lamentablemente no están traducidos al español. Los incluimos en la biblioteca para aquellos que lean inglés ya que sobre esta temática hay poca bibliografía en nuestro idioma y este es un autor muy reconocido

- [Epstein, J. Why model? \(¿por qué modelar?\) \(En Inglés\)](#)
- [Epstein, J. Agent-Based Generative Social Science \(Ciencia Social Generativa Basada-En-Agentes\) \(En Inglés\)](#)
- [Sotolongo, P. Epistemología Hermenéutica: El Status Spistemológico Del Psicoanálisis](#)
- [Sotolongo, P. La Incidencia En El Saber Social De Una Epistemología De La Complejidad Contextualizada](#)
- [Sotolongo, P. Posmodernismo y contemporaneidad](#)

