

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



La Ciencia, desde Morelos para el mundo

Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dra. Georgina Hernández Delgado, Dr. Hernán Larralde Riadura y Dr. Joaquín Sánchez Castillo (Coordinador)
Comentarios y sugerencias: joaquin.sanchez@microbio.gu.se

Explorando la Complejidad sin Complejos



Parte 1 de 2

Dr. Gustavo Martínez Mekler
Centro de Ciencias Físicas,
UNAM
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

No me sorprendería que tras una ojeada de esta edición de La Unión de Morelos nos topemos con las palabras caos, crisis o complejidad [1]. Vivimos tiempos en que estos calificativos son tan cotidianos que aparecen reiteradamente en los cotidianos. En 1977 la obra póstuma de un visionario, el embriólogo, geólogo y filósofo inglés Conrad Waddington, "Las Herramientas del Pensamiento" [2], da inicio con el siguiente texto: "... hoy las cosas van mal tantas veces y en contextos tan diferentes, que mucha gente comienza a sentir que su modo de pensar sobre el funcionamiento del mundo es el que debe estar errado. Creo que esta sospecha probablemente tiene sustento. Los modos como se conciben las cosas, que han sido aceptados en el pasado y que se han vuelto sentido común, en realidad no funcionan en todas

las circunstancias y muy probablemente hemos llegado a un periodo de la historia en que este buen sentido no corresponde a los procesos que ocurren en el mundo en general... Hoy debemos ser capaces de pensar no solamente en sistemas simples, sino en sistemas complejos". La vigencia de este texto es evidente.

Aunque a la fecha no se tiene una definición universalmente aceptada de qué son los sistemas complejos, estos son fácilmente identificables, por ejemplo la turbulencia, huracanes, sismos, una célula, el sistema nervioso, inmunológico, el desarrollo urbano, el sistema de salud, el de seguridad pública, la evolución de ecosistemas, el estudio de mercados, de la bolsa de valores, la mente, conciencia y lenguaje, en fin, la lista es larga. Puestos a caracterizarlos notamos que se trata de sistemas que involucran a muchos componentes o procesos interdependientes, con comportamientos que podríamos asociar a interacciones no lineales (aquellas para las cuales los efectos no son proporcionales a las causas). Bajo estas condiciones el sistema en su conjunto presenta propiedades que

emergen de la colectividad, estas propiedades a su vez se interrelacionan en formas no triviales, de nuevo en general no lineales. Consideremos, como ejemplo, un linchamiento perpetrado por una

turba enardecida. En general los partícipes del suceso no tenían la intención de un linchamiento antes del suceso y se cuestionan sus actos después. Esa intención es una propiedad emergente.

Sucede además que en estos sistemas no es necesario ni suficiente el conocimiento detallado del comportamiento de los componentes. En palabras de Murray Gell-Mann, premio nobel de física por sus trabajos sobre los componentes de las partículas sub-atómicas: "Una de las características más importantes de los sistemas complejos no lineales es que no pueden, en general, ser analizados exitosamente con la determinación previa de un conjunto de propiedades o aspectos estudiados separadamente, para luego combinar estos tratamientos parciales en un intento de formar una imagen del todo. Es necesario ver al sistema en su totalidad, aún cuando ello signifique tomar una visión cruda, y luego permitir que posibles simplificaciones emerjan del trabajo." [2] Esta característica confiere a los sistemas complejos un grado de universalidad, en el sentido que conforman familias que exhiben el mismo comportamiento colectivo. Propiedades de esta naturaleza fomentan el desarrollo de un pensamiento analógico que ayuda a tender puentes entre variedad de problemas incluso provenientes de distintas disciplinas. Con frecuencia, el estudio de los sistemas complejos requiere por su naturaleza de un tratamiento transdisciplinario que va más allá de la multidisciplinaria al conjugar no solo las herramientas, sino la forma de pensamiento, de



Diplomado Pensamiento científico en el aula



Este Programa tiene como objetivo la **actualización y capacitación en Ciencias para los profesores de Secundaria y Preparatoria/Bachillerato del estado de Morelos. Las sesiones son impartidas por científicos de primer nivel en los Institutos y Centros de Investigación de la UNAM Campus Morelos (Cuernavaca).**

Acreditación por parte de la Academia de Ciencias de Morelos y la Secretaría de Educación del Estado de Morelos, con valor escalafonario.

INSCRIPCIONES ABIERTAS

Inicio de Diplomado 27 de Septiembre de 2008

Más información: almadcaro@yahoo.com.mx

Tel: 3 11 08 88 y Cel 777 15 57 221

Módulos

Se imparten en forma intercalada:
Biología, Física, Química e Historia de las Ideas Científicas.

Plan de trabajo

• Semiescolarizado y sabatino.

• Horario de 9:00 a 12:00 horas - Secundaria
11:00 a 14:00 horas - Preparatoria/Bachillerato

• Se realizarán conferencias especializadas para docentes y conferencias de divulgación para todo público.

Las instalaciones están ubicadas dentro del Campus de la UAEM.

Secundaria-Auditorio del Instituto de Biotecnología, UNAM. De 9-12hrs.

Preparatoria/Bachillerato- Auditorio del Centro de Ciencias Genómicas, UNAM. De 11-14 hrs.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



percepción de problemas de las disciplinas involucradas.

Es común que un sistema complejo presente una fenomenología diversa a distintas escalas, se habla entonces de una jerarquía de niveles de descripción. En buena medida el objeto de los estudios de complejidad es esclarecer los procesos que permiten el tránsito entre estas jerarquías, por ejemplo mecanismos de retroalimentación como es el caso de la auto-organización. Un caso de jerarquización se puede apreciar en un ecosistema para el cual se pueden llevar a cabo estudios a nivel de individuos y de comunidades, por ejemplo, árboles y bosques. Al nivel de descripción de bosques pueden emerger comportamientos colectivos no previstos al contemplar el nivel de árboles, el elemento sorpresa es recurrente en los sistemas complejos. Es más, todos estos sistemas se encuentran inmersos en un ambiente que interviene en la determinación de los valores de los parámetros que regulan el cambio espacio-temporal del sistema, puede suceder que las propiedades emergentes modifiquen ese ambiente, cambiando no solo los valores de esos parámetros sino la propia regla de evolución. En estos casos se habla de sistemas complejos adaptativos. Este comportamiento tan socorrido en la biología ha permeado en tiempos recientes la física, donde se habla de materia inerte adaptativa.

Debido a la presencia de propiedades emergentes para las que no es necesaria ni suficiente la descripción detallada de los comportamientos de los componentes se dice con frecuencia que en los sistemas complejos el todo es mayor que la suma de las partes y que el estudio de la complejidad es contrario al reduccionismo que presupone que para comprender un fenómeno basta el entendimiento de los componentes más elementales. A mi parecer el enfoque de los sistemas complejos complementa los estudios reduccionistas, diferentes aspectos de un mismo problema pueden requerir de tratamientos típicamente reduccionistas o de un análisis propio de los sistemas complejos. En general el tránsito entre las jerarquías es de doble sentido y las dinámicas presentes en diferentes niveles de descripción están interrelacionadas.

A estas alturas, si planteamos la pregunta de qué es un sistema complejo, una respuesta razonable emerge de la concatenación ade-

cuada de las palabras resaltadas en el texto para su descripción.

¿Y cuál es el estado de la investigación sobre sistemas complejos en Morelos? Ese es el tema de una

próxima contribución a esta sección de la Academia de Ciencias de Morelos.

[1] Martínez Mekler G. y Cocho G.

1998, "Al borde del milenio, caos, crisis y complejidad" en Ciencias de la Materia, Génesis y Evolución de sus Conceptos Fundamentales, Luis de la Peña comp., Serie

Aprender a Aprender, Siglo XXI Editores, México D.F., pp 265-269 [2] Waddington, C.H. 1977, Tools of Thought, Jonathan Cape, Londres.

CARTELERA VIGENTE DEL VIERNES 3 AL JUEVES 9 DE OCTUBRE DE 2008

DIANA

AUTOPISTA MEX. - ACA. KM.87.5, COL. FLORES MAGÓN (JUNTO A LA MEGA COMERCIAL), TEL: 3 15 92 40

ESTRENOS	UNA CHIHUAHUA EN BEVERLY HILLS ESP (A) 11:00 12:05 13:10 14:15 15:20 16:25 17:30 18:35 19:40 22:00	CONTROL TOTAL (B) 12:50 15:25 17:55 20:25 22:55
	ESPEJOS SINIESTROS (B15) 11:30 13:55 16:30 19:00 21:30	DIVINA CONFUSION (B15) 11:45 16:15 20:40
	NOCHES DE TORMENTA (B) VIE SAB. MIERC. - 12:30 14:35 16:45 18:50 21:15 23:15 DOM-MAR. JUE. - 12:30 14:35 16:45 18:50 21:15	TINKER BELL ESP. (AA) 11:40 13:25 15:30 17:15 19:15
	PAMELA (C) 11:50 13:50 15:45 17:50 19:50 21:45	LOS EXTRAÑOS (B15) 21:00
	QUIEN ES CHARLIE (B15) 12:00 14:05 16:10 18:10 20:20 22:20	ARRANCAME LA VIDA (B15) VIE SAB. MIERC. - 11:15 13:40 14:50 16:00 18:20 19:30 20:50 23:05 DOM-MAR. JUE. - 11:15 13:40 14:50 16:00 18:20 19:30 20:50
	LA OTRA REINA (B) 15:05 17:40 20:05 22:35	MAMMA MIA! ING (B) 12:15 17:00 22:05
	PELIGRO EN BANGKOK (B15) VIE SAB. MIERC. - 14:00 18:30 23:00 DOM-MAR. JUE. - 14:00 18:30 23:00	DONKEY XOTE (A) 11:10 13:05

U23D IMAX 3D (A)
20:45 22:50

JACARANDAS

AV. CUAHUINAHUAC KM. 5, FRACC. ALEGRIA (JUNTO A CARREFOUR), TEL: 3 15 91 25

NOZ MATH	UNA CHIHUAHUA BEVERLY HILLS ESP (A) 11:30 13:30 15:30 17:30 19:30 21:40	CONTROL TOTAL (B) 12:00 14:20 16:40 19:00 21:20
	ESPEJOS SINIESTROS (B15) 11:00 13:20 15:50 18:00 20:20 22:40	TINKER BELL ESP. (AA) 11:20 13:05 15:00 17:00
	QUIEN ES CHARLIE (B15) 12:30 14:30 16:30 18:25 20:30 22:30	LOS EXTRAÑOS (B15) 11:10 19:55
	PELIGRO EN BANGKOK (B) 18:50 21:00	ARRANCAME LA VIDA (B15) 13:00 15:20 17:40 22:00

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx