



## DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS AMBIENTALES

<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>			
Nombre de Asignatura: TEORIA GENERAL DE SISTEMAS			
Nombre de los Docentes:			
<b>Jairo Roldan, Enrique Peña – Universidad del Valle</b>			
<b>Apolinar Figueroa – Universidad del Cauca</b>			
<b>Carlos Ossa – Universidad Tecnológica de Pereira</b>			
CODIGO: 920001		CREDITOS: 4	SEMESTRE: 2
<b>DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES</b>			Fecha: VIII-2017
Teórica		Teórico Práctica	Práctica
Requisito: Área de formación básica			
Pre-Requisito: NO			

<b>2. DESCRIPCIÓN DE CRÉDITOS</b>		
Distribución de actividades académicas	Horas/Semana	Horas/Semestre
Clase presencial	4/16	4/64
Talleres dirigidos		
Trabajo fuera de clase		
Trabajo investigativo		
<b>Total</b>	<b>4/16</b>	<b>4/64</b>

<b>3. CARACTERIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>						
Por su obligatoriedad	Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Electiva			
Por el estilo de clase	Cátedra	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" type="checkbox"/>	De campo	Laboratorio

<b>4. JUSTIFICACIÓN</b>
<p>La palabra “sistema” deriva del griego <i>Synístánai</i>, significa reunir, juntar, colocar juntos. Sistema es un todo integrado cuyas propiedades surgen de las relaciones entre sus partes; y “pensamiento sistémico”, la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior. Comprender las cosas sistémicamente significa literalmente colocarlas en un contexto, establecer la naturaleza de sus relaciones (Capra, 1996).</p> <p>Si bien el término sistema ha sido ampliamente usado en filosofía natural desde Galileo, a partir de su <i>Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo</i> (1632), es sólo hasta mediados del siglo XX que el término va a ser objeto de reflexión. La atención a los elementos constitutivos de los objetos y las leyes generales que los rigen, impidió toda emergencia de la idea de sistema. No hubo antes ninguna relación concebible entre los diversos empleos de la palabra sistema: sistema solar, sistema atómico, sistema social, entre otros (Morin, 1982).</p> <p>Es con la Teoría General de Sistemas –TGS-, propuesta por Bertalanffy (1968), que el sistema es concebido como un complejo de elementos en interacción, como una totalidad; una organización de fenómenos no descomponibles en acontecimientos locales; o bien, interacciones dinámicas manifiestas en la diferencia de conducta de partes aisladas.</p>



En el presente curso se tratarán diversos enfoques y contextos de aplicación de la teoría general de sistemas. Veremos inicialmente los orígenes del pensamiento sistémico, para luego concentrarnos en el concepto moderno de sistema, con base en diversos autores representativos. Posteriormente se presentarán las herramientas de la Teoría General de Sistemas, con especial referencia a los sistemas ambientales, incluyendo en este caso lo relacionado con la Dinámica de Sistemas Biológicos. Se abordarán algunos aspectos conceptuales y metodológicos de los sistemas no lineales, la teoría del Caos y su relación con los sistemas complejos. Por último se presentarán las relaciones encontradas entre la Complejidad y la Complementariedad. (Roldan et al, 2004)

## 5. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

### Objetivo general

- Proporcionar las bases conceptuales y metodológicas de la Teoría General de Sistemas, con el fin de contribuir a forjar un pensamiento sistémico en el estudio de los sistemas ambientales.

### Objetivos específicos

- Presentar las bases de la Teoría General de Sistemas a partir de diversos enfoques y herramientas, de tal forma que puedan ser aplicados en los problemas ambientales concebidos como problemas sistémicos.
- Proporcionar herramientas para extender la aplicabilidad de la Dinámica de Sistemas a la solución de problemas ambientales.
- Presentar las bases conceptuales sobre los sistemas dinámicos y la teoría del Caos, y su relación con la complejidad, como abordajes complementarios para el análisis y tratamiento de los problemas ambientales.

## 6. COMPETENCIAS

### Competencias básicas:

Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar

### Competencias disciplinares:

Capacidad para considerar como multidisciplinar y complejo un problema ambiental

### Competencias específicas:

Conciencia de las dimensiones temporales y espaciales de los procesos ambientales

### Competencias profesionales:

## 7. TIPO DE EVALUACIÓN

La mayoría de las clases serán trabajadas en dos bloques. El primero de ellos corresponde a la conceptualización sobre los temas, a partir de una presentación magistral. El segundo bloque se relaciona con la realización de talleres conducentes a la aplicación práctica de los aspectos teóricos abordados.

Se asignarán 4 ensayos o trabajos, cada uno de los cuales representa el 25% de la nota final.



Semana	Cronograma de Actividades
Jueves 24 de agosto	<b>A cargo de cada coordinador en cada Universidad:</b> Introducción general al curso. Presentación del Programa.
Jueves 31 de agosto	<b>Prof. Jairo Roldán</b> Orígenes del pensamiento sistémico. El concepto de sistema, según, L. Bertalanffy. (4 Horas: Conferencia)
Jueves 7 de septiembre	<b>Prof. Carlos Ossa.</b> La metodología de P.B. Checkland (4 Horas: Conferencia)
Jueves 14 de septiembre	<b>Prof. Carlos Ossa.</b> Un caso: sistemas duros-sistemas blandos (2 Horas: Conferencia) (2 horas: Taller)
Jueves 21 de septiembre	<b>Prof. Carlos Ossa</b> (4 Horas: Taller)
Jueves 28 de septiembre	<b>Prof. Enrique Peña.</b> Dinámica de sistemas ambientales: Ejercicios y uso del lenguaje Vensim en aplicaciones biológicas. (4 horas Conferencia)
Jueves 5 de octubre	<b>Prof. Enrique Peña.</b> (4 Horas: Taller)
Jueves 12 de octubre	<b>Prof. Apolinar Figueroa.</b> Dinámica de sistemas ambientales: El flujo de energía de Odum. (4 Horas: Conferencia)
Jueves 19 de octubre	<b>Prof. Apolinar Figueroa</b> (4 Horas: Taller)
Jueves 26 de octubre	<b>Prof. Jairo Roldán</b> El Todo y la Parte en el Mecanicismo (4 horas conferencia)
Jueves 2 de noviembre	<b>Prof. Jairo Roldán</b> Introducción a los sistemas dinámicos. Sistemas caóticos. Fractales y caos. (4 horas conferencia)
Jueves 9 de noviembre	<b>Prof. Jairo Roldán</b> El Todo y la parte en la Complejidad (4 Horas: conferencia)
Jueves 16 de noviembre	<b>Prof. Jairo Roldán</b> La Mecánica Cuántica y la Complementariedad (4 Horas: conferencia)



<b>Jueves 23 de noviembre</b>	<b>Prof. Jairo Roldán</b> Complementariedad y Complejidad (4 Horas: conferencia)
-------------------------------	--

9. RECURSOS DIDÁCTICOS					
Proyector de acetatos		Videobeam	x	Películas	x
Internet	x	Guías	x	Software	x
Elementos de laboratorio según guía		Textos, informes técnicos	x	Otros. ¿Cuáles?	

#### 10. EMPLEO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Tics

11. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS					
Clase Magistral	x	Talleres de refuerzo	x	Lecturas previas	x
Laboratorio		Trabajos en grupo	x	Exposiciones	
Presentación de contenidos mediante síntesis, cuadros, mapas conceptuales	x	Ejemplificación del contenido	x	Preguntas en clase	x
Realización de ejercicios y problemas por parte del profesor	x	Evaluación grupal		Diagnóstico de conocimientos previos	
Verificación y síntesis de contenidos previos	x	Implementación de recursos didácticos	x	Seguimiento de actividad en la clase	x

12. RECURSO LOCATIVO					
Salón de clase	x	Salón de dibujo		Salón de cómputo	
Salidas de campo		Laboratorio		Otro. ¿Cuál?	

Lugar y fecha de salidas de campo:  
**SALIDA DE CAMPO: N/A**

13. BIBLIOGRAFÍA	
Ackoff, R. L. (1972), "Toward a System of Systems Concepts", en: Beishon, J. y G. Peters, G. <i>Systems Behaviour</i> , The Open University Press.	
Andrade, Luis Eugenio. (2000), <i>Los Demonios de Darwin. Semiótica y codificación biológicas</i> . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.	
Aracil, Javier y Francisco Gordillo. (1997), <i>Dinámica de Sistemas</i> , Madrid: Alianza Universidad Textos.	
Baigorrotegui, G. (2008), "Gobernanza y Participación en Energía. Modos Alternativos para la Mediación y Deliberación Socio-Técnica", en: López Cerezo, J. A., y Gómez González, F. J. (Eds.) <i>Apropiación Social de la Ciencia</i> , Madrid: Biblioteca Nueva, OEI.	
Banco Mundial. (1978), "Towards a Typology of Popular Participation", <i>Policy Planning and Program Review Dept</i> , pp. 16.	
Barnley, M. F. (2000), <i>Fractals Everywhere</i> . San Diego: Ed. Morgan Kaufmann.	



Bernard, Cl. (1865). *Introduction a L'Etude de la Médecine Expérimentale*, Genève: Editions Cheval Ailé, 1945.

Bernard, Cl. (1879), *Leçons Sur les Phénomènes de la Vie*, I, II, Paris: Garnier-Flammarion, 1966.

Bertalanffy, L. V. (1968), *Teoría General de los Sistemas*, México: F.C.E., 1

Bertalanffy, L. V. "Historia y Situación de la Teoría General de Sistemas", en: L.Von Bertalanffy, *et al*, Madrid: Alianza editorial.

Bertalanffy, L. V. *Robots, Hombres y Mentes*, Barcelona: Ediciones Guadarrama, 1974.

Bogdanov, A. (1913/1920), *Essays in Tektology*, Intersystems Publications, 1980.

Bohr, Niels, 1934, *Atomic Theory and the Description of Nature*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bohr, Niels, 1963, *Essays 1958-1962 on Atomic Physics and Human Knowledge*, New York, Interscience Publishers.

Bohr, Niels, 1972, *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Gauthier Villars.

Boulding, K. (1971), *General Systems Theory: the Skeleton of Science*, en: *Management Systems*.

Briggs, J y Peat, F. D. (1999), *Las Siete Leyes del Caos*, Barcelona: Grijalbo.

Briggs, J. y Peat, F. D. (1994), *Espejo y Reflejo, del Caos al Orden*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Brikke, F. (2000), *Operation and Maintenance of Rural Water Supply and Sanitation Systems, A Training Package For Managers and Planners, Operation And Maintenance Network of the Water Supply and Sanitation Collaborative Council*, Delft: IRC-World Health Organization.

Bunge, M. (1959), *Causalidad, El Principio de Causalidad en la Ciencia Moderna*, Buenos Aires: Eudeba Editorial Universitaria, 1965.

Canguilhem, G. (1966), "Le Tout et la Partie Dans la Pensee Biologique", En: Canguilhem, G. (1970), *Études D'Histoire et de Philosophie des Sciences*, Paris: Vrin.

Cannon, W. (1920/1929), *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage*, New York: D. Apletton and Company.

Cambel, A. B. (1993), *Applied Chaos Theory. A Paradigm for Complexity*. New York: Academic Press.

Capra, F. (1996), *La Trama de la Vida*, Barcelona: Anagrama, 1999.

Capra, F. (2003), *Las Conexiones Ocultas*, Barcelona: Anagrama.



Castro, José Esteban. (2002), "La Construcción de Nuevas Incertidumbres, Tecnociencia y la Política de la Desigualdad: el Caso de la Gestión de los Recursos Hídricos", en: *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, OEI, Número 2 / Enero - Abril 2002.

CEPAL. (2004), "Avances de América Latina y el Caribe Hacia el Desarrollo Sostenible en los Temas de: Asentamientos Humanos, Agua y Saneamiento", *Proceso Preparatorio de la Región de América Latina y el Caribe para la Decimosegunda Sesión de la Comisión Sobre el Desarrollo Sostenible (CDS -12)*, Santiago de Chile: CEPAL.

Checkland, P. (1981), *Systems Thinking, Systems Practice*, New York: John Wiley & Sons Ltd.

Checkland, P. (1981), "A System Map of the Universe", en: Beishon, J. y G. Peters, G., *Systems Behaviour*, The Open University Press.

Checkland, P., y Scholes, J. *Soft Systems Methodology in Action*, S. D.

CINARA y EMCALI (Empresas Municipales de Cali). (1997), *Fortalecimiento de la Capacidad Local en el Sector de Agua y Saneamiento, Proyectos de Aprendizaje en Equipo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, El Hormiguero*, Cali: CINARA.

Commission on Global Governance. (1995), *An Overview of Our Global Neighbourhood –The Report of The Commission on Global Governance*, Oxford: Oxford University Press.

Cowie, G. M., Borrett, S. R. (2005), "Institutional Perspectives on Participation and Information in Water Management", *Environmental Modelling & Software*, 20, pp. 469-483.

De Marchi, B y Funtowicz, Silvio. (2004), "La Gobernabilidad del Riesgo en la Unión Europea", en: Luján, J. L. y Echeverría, J. *Gobernar los Riesgos, Ciencia y Valores en la Sociedad del Riesgo*, Madrid: Biblioteca Nueva OEI.

Devaney, R. L. (1989), *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems*. Canada: Addison Wesley.

Dourojeanni, Axel y Jouravlev, Andrei. (2001), "Crisis de Gobernabilidad en la Gestión del Agua", en: *Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 35*, Santiago de Chile: CEPAL.

Forrester, J. W. (1981), "Understanding the Counterintuitive Behaviour of Social Systems", en: Beishon, J. y G. Peters, G. *Systems Behaviour*, The Open University Press.

Fuller, S. (1994). "The Constitutively Social Character of Expertise", *International Journal of Expert Systems*, 7, pp. 51-64.

Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1997), "Problemas Ambientales, Ciencia Post-Normal y Comunidades de Evaluadores Extendidas", en: González García, M. I.; López Cerezo, J. A.; Luján, J. L. (Eds.) (1997), *Ciencia, Tecnología y Sociedad, Lecturas Seleccionadas*, Barcelona: Editorial Ariel, S. A.



García, M. *et al.* (1996), "La Formación de Capacidades Mediante los Proyectos de Aprendizaje en Equipo", en: Quiroga, E y Visscher, J. T. (Eds.) (1999), *Transferencia de Tecnología en el Sector de Agua y Saneamiento en Colombia, Una Experiencia de Aprendizaje*, IRC-CINARA, Cali: Universidad del Valle.

Gentes, I. (2004), "Políticas Sustentables de Agua, Gestión Comunitaria de Propiedad Hídrica y Sistemas Alternativos de Solucionar Disputas, Algunas Lecciones Para los Países Andinos", Santiago de Chile: CEPAL-Naciones Unidas, Diciembre 2004.

Guzman, M. (1993), *Estructuras Fractales y sus Aplicaciones*. Barcelona: Labor.

Hacking, I. (1990), *La Domesticación del Azar. La Erosión del Determinismo y el Nacimiento de las Ciencias del Caos*, Barcelona: Gedisa, 1995.

Hughes, T. P. (1987), "The Evolution of Large Technological Systems", En: Bijker, W.E., T.P. Hughes y T. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge (Mass.): MIT Press, 1987.

Jacob, F. (1970), *La Lógica de lo Viviente. Una Historia de la Herencia*. Barcelona: Tusquets Editores, S. A., 1999.

Kauffman, D., Kraay, A y Labaton-Zoido, P. (2000), "Aggregation Governance Indicators", *Policy Research Working Paper* 2195 (Disponible en Internet: <[http://www.worldbank.org/wbi/governance/pdf/agg\\_ind.pdf](http://www.worldbank.org/wbi/governance/pdf/agg_ind.pdf)>)

Kooiman, J. (1993), "Socio Political Governance: Introduction", *Modern Governance*, Gran Bretaña: SAGE Publications.

Lauwerier, H. (1991), *Fractals Images of Chaos*. Ed Penguin Books.

Le Moigne, J-L. (1977), *La Théorie du Système General. Theorie de la Modelisation*, Paris: Presses Universitaires de France, 1994.

Lewin, Roger. (1995), *Complejidad. El Caos como Generador de Orden*. Barcelona: Tusquest Editores S. A.

Lorenz, E. N. (1995), *La Esencia del Caos*. Madrid: Ed Debate.

Luhmann, N. (1984), *Sistemas Sociales*, Barcelona: Anthropos, 1998.

Maldonado, Carlos. (Ed) (2007), *Complejidad: Ciencia, Pensamiento y Aplicaciones*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Mandelbrot, B. (1992), *La Geometría Fractal de la Naturaleza*. Barcelona: Ed. Tusquets.

Mandelbrot, B. y Hudson, R. (2006), *Fractales y Finanzas. Una Aproximación Matemática a los Mercados: Arriesgar, Perder y Ganar*. Barcelona: Tusquets Editores.



Universidad  
del Cauca



Universidad  
del Valle



Universidad Tecnológica  
de Pereira



Doctorado  
Interinstitucional en  
Ciencias Ambientales

Matés, J. M. (1999), *La Conquista del Agua*, Jaen: Universidad de Jaen.

Maturana, H. yF. Varela, F. (1995). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis, la organización de lo vivo*, Editorial Universitaria Lumen, 2004.

Mayntz, R. (1998), *Nuevos Desafíos de la Teoría de Governance*, Instituto Internacional de Gobernanza de Cataluña, (Disponible en Internet: <<http://www.iigov.org>>).

Morin, Edgar. (1982), *Ciencia con Conciencia*, Barcelona: Anthropos, 1984.

Morin, Edgar. (1994), *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona: Editorial Gedisa, 1995.

Nicolis, G. y Prigogine, I. (1995), *La Estructura de lo Complejo*, Madrid: Alianza Editorial.

Oriol, J. (2003), *El Concepto y el Análisis de la Gobernabilidad*, Instituto Internacional de Gobernanza de Cataluña, (Disponible en Internet: <[http://www.iigov.org/revista/?p=14\\_08](http://www.iigov.org/revista/?p=14_08)>)

Ott, Edward. (1994), *Chaos in Dynamical Systems*.Cambridge UniversityPress, 1994.

Peña, T. y Solanes, H. (2003), "La Gobernabilidad del Agua en las Américas: una Tarea Inconclusa", *Foro del Agua Para las Américas en el Siglo XXI*, México, 8 al 11 de Octubre.

Prigogine, I. y Stengers, I. (1979), *La Nueva Alianza: Metamorfosis de la Ciencia*, Madrid: Alianza Editorial, 1997.

Prigogine, I. y Stengers, (1978), "Neptunianos y Vulcanicanos", en: I. Prigogine. (1972-1982), *¿Tan Sólo Una Ilusión?. Una Exploración del Caos al Orden*, Barcelona: Tusquets, 1983.

Prigogine, I. (1997), *El Fin de las Certidumbres*, Madrid: Taurus.

Prigogine, I. et al. (1996), *El Tiempo y el Devenir*. Barcelona: Ed Gedisa.

Quintanilla, M. (1988), *Tecnología: Un Enfoque Filosófico*, Madrid: Fundesco.

Quintanilla, M. (1998), "Técnica y Cultura", en: López Cerezo, J. A.; Luján J. L.; García Palacios, E. (Eds.) (2001), *Filosofía de la Tecnología*, Madrid: OEI.

Restrepo T, Inés. (2004), "Tendencias Mundiales en la Gestión de Recursos Hídricos: Desafíos para la Ingeniería del Agua", en: *Ingeniería y Competitividad*, Volumen 6, N°. 1 Septiembre de 2004.

Rifkin, Jeremy. (2002), *La Economía del Hidrógeno. La Creación de la Red Energética Mundial y la Redistribución del Poder en la Tierra*, Barcelona: Editorial Paidós.

Roldán J., "Complementarity, Knowledge and Reality", Prepared for ""Transdisciplinarity and the Unity of Knowledge"" June 2-June 6, 2007, in Philadelphia, PA, USA, a program of the Metanexus Institute. (<http://www.metanexus.net/conference2007/>)



Universidad  
del Cauca



Universidad  
del Valle



Universidad Tecnológica  
de Pereira



Doctorado  
Interinstitucional en  
Ciencias Ambientales

Roldán J. "Einstein y Bohr: Un diálogo socrático entre mecanicismo y complementariedad" en Memorias Simposio internacional: Einstein, científico, filósofo y humanista. Cali, Noviembre 28 a diciembre 2 de 2005. Departamento de Filosofía, Universidad del Valle, Cali, Colombia. ISBN: 958-670470-X

Roldán, J.; Ben-Dov, Y.; Guerrero G. *La Complementariedad: una Filosofía para el Siglo XXI*, Programa Editorial, Universidad del Valle, Colección Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, Febrero 2004, Cali, Colombia. ISBN 958-670-282-0

Roldán, J. "Fractales y el reduccionismo mecanicista". *El Hombre y la Máquina*, Año XVI, No 22, Enero-Junio 2004, pág. 88- 97. Cali, Colombia. ISSN 0121-0777

Roldán, J. "Los estudios de lo complejo y las ciencias de la vida", *Medicina*, Vol. 22, No. 1 (52) Mayo-2000, pag. 2-7. ISSN 0120-5498/96

Roldán, Jairo, 1991, *Langage, mécanique quantique et réalité: un essai sur la pensée de Niels Bohr*, Thèse de Doctorat, Université de Paris, Panthéon-Sorbonne.

Simon, Herbert. (1973), *Las Ciencias de lo Artificial*, Barcelona: A.T.E., 1978.

Stewart, I. (2001), *¿Juega Dios a los Dados?*, Barcelona: Edit. Crítica.

Tong, Howell.(1999), *Non-linear Time Series.A Dynamical System Approach*. London: Oxford University Press.

Wheatley, Margaret. (1994), *El Liderazgo y la Nueva Ciencia. La Organización Vista desde las Fronteras del Siglo XXI*. Barcelona: Ediciones Gamica S. A.

Whitehead, A. N. (1949), *La Ciencia y el Mundo Moderno*, Buenos Aires: Losada.

Wiener, Norbert. (1948), *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Paris: Hermann, 1961.

Wiener, Norbert. (1950), *Cibernética y Sociedad*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, S. A., 1969.

Visscher, J. T. et al. (1996), *Informe Final, Programa de Transferencia de Tecnología en Sistemas de Abastecimiento de Agua en la República de Colombia*, CINARA, Cali, Colombia.

Wynne, B. (1992), "Incertidumbre y Aprendizaje Ambiental: Reconcebir la Ciencia y la Política en un Paradigma Preventivo", en: González García, M. I.; López Cerezo, J. A.; Luján, J. L. (Eds.) (1997), *Ciencia, Tecnología y Sociedad, Lecturas Seleccionadas*, Barcelona: Editorial Ariel, S. A.

#### 14. BIBLIOGRAFÍA WEB (SITIOS WEB)



## 15. RECOMENDACIONES A LOS ALUMNOS ANTES DE INICIAR EL CURSO

- A. Se recomienda apagar celulares en clase.