

INTERdisciplina

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

enfocajes

Volumen 1 | Número 1 | septiembre-diciembre 2013

INTERdisciplina

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

enfoques

Volumen 1 | Número 1 | septiembre-diciembre 2013

DIRECTORIO

INTERdisciplina | Revista del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias
en Ciencias y Humanidades-Universidad Nacional Autónoma de México

Juan Carlos Villa Soto / Rogelio López Torres

Editores

Norma Blazquez Graf / Juan Carlos Villa Soto

Editores invitados

Hugo Brown / Isauro Uribe Pineda

Cuidado de la edición

CONSEJO EDITORIAL

Germinal Cocho Gil / Universidad Nacional Autónoma de México, México

Pedro Luis Sotolongo Codina / Academia de Ciencias de Cuba

Roger Strand / Universitetet i Bergen, Norge

Nancy Scheper-Hughes / University of California Berkeley, USA

Julie Thompson Klein / Wayne State University, USA

CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES

Norma Blazquez Graf

Directora

Elke Koppen Prubmann

Secretaria Académica

Rogelio López Torres

Secretario Técnico

Arturo Reyes Castillo

Secretario Administrativo

Isauro Uribe Pineda

Jefe del Departamento de Publicaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

José Narro Robles

Rector

Eduardo Bárzana García

Secretario General

Leopoldo Silva Gutiérrez

Secretario Administrativo

Luis Raúl González Pérez

Abogado General

Estela Morales Campos

Coordinadora de Humanidades

INTERdisciplina

INTERdisciplina, Vol. I, núm. 1, septiembre-diciembre de 2013, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F. a través del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Torre II de Humanidades 4º piso, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F., rev.interd@unam.mx, editores responsables: Rogelio López Torres y Juan Carlos Villa Soto. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo N° 04-2013-012910094600-102, Certificado de Licitud de Título y Contenido: en trámite, ISSN: en trámite. Impresa por Editorial del Deporte Mexicano, S.A. de C.V., Heriberto Frías 1439-404, Col. Del Valle, México, 03100, D. F. Este número se terminó de imprimir en offset en agosto de 2013 con un tiraje de 500 ejemplares en papel Bond de 90 g. para los interiores y de 300 g. para los forros.

Prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin la previa autorización de los editores.

INTERdisciplina

Volumen I / Número 1 / septiembre-diciembre 2013

Contenido / Contents

- Presentación de INTERdisciplina. 5
About us 6

Editorial / Editorial Comment

- Vinculación de los enfoques interdisciplinarios: clave de un conocimiento integral. 7
Linking Interdisciplinary Approaches: Key to Integrated Knowledge. 14
Juan Carlos Villa Soto y Norma Blazquez Graf

Dossier / Dossier

- Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión. 21
Epistemology of Interdisciplinarity — Construction of a New Model of Comprehension
Olga Pombo
- Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. 51
Interdisciplinarity in Education: A Summary of Specifics and Updates
Yves Lenoir
- De Galileo a Walras: el largo idilio entre las ciencias sociales y naturales . . 87
From Galileo to Walras — The Long Romance Between Social and Natural Sciences
Ricardo Mansilla Corona
- Acerca de la interdisciplina: posibilidades y límites 111
About Interdiscipline — Possibilities and Limits
Roberto Follari

- Reconstrucción del aprendizaje interdisciplinario: un viejo debate en un nuevo contexto 131
Reconstruction of Interdisciplinary Learning — An Old Debate in a New Setting
Juan Carlos Barrón Pastor

- Sistemas sociales e investigación interdisciplinaria: una propuesta desde la Cibercultur@ 141
Social Systems and Interdisciplinary Research—A Proposal from Cybercultur@
José A. Amozurrutia y Margarita Maass Moreno

- El Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM: Piedra de Roseta para la ciencia en México 171
The Complexity Sciences Center at UNAM—Rosetta Stone for Science in Mexico
Elena Álvarez-Buylla y Alejandro Frank Hoeflich

- Lecturas recomendadas / *Suggested Reading* 181

Voces cardinales / Major Voices

- Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático 193
Interdisciplinary Research on Complex Systems — Lessons from Climate Change
Rolando García

Reseña / Book Review

- *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* 207
María Haydeé García Bravo

Colaboran en este número / *Contributors* 211

Presentación

INTERdisciplina, nueva publicación del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México (CEIICH-UNAM), tiene el propósito de difundir el conocimiento de la realidad en su complejidad desde una visión integradora. Esta revista arbitrada publicará, con una periodicidad cuatrimestral, estudios interdisciplinarios sobre problemas sociales, presentados de manera temática.

Considerando que las distintas concepciones de la integración y articulación del conocimiento no son excluyentes sino complementarias, se difundirán los diversos enfoques de la investigación interdisciplinaria con el propósito adicional de precisar su significado en varios contextos; asimismo, se darán a conocer los fundamentos teórico-epistemológicos y las pautas metodológicas de esta estrategia de investigación. Primordialmente, esta nueva publicación tiene el interés de favorecer los puentes entre las ciencias exactas y naturales con las ciencias sociales y las humanidades, incluyendo las ingenierías y las artes.

Reafirmando una visión plural, el eje temático de este primer número son los enfoques de la enseñanza y la investigación interdisciplinarias. Se espera que quienes desarrollan proyectos con esta perspectiva o realizan estudios sobre la interdisciplina aporten sus conocimientos por este medio y contribuyan a que la revista sea un referente importante de todo lo concerniente al proceso de integración y articulación del conocimiento en el ámbito nacional e internacional.

Con la intención de estimular una perspectiva integral, que implica visibilizar las aportaciones de autoras y autores de todas las latitudes, también se darán a conocer en español textos que se hayan publicado en un idioma distinto a éste o al inglés, pero que sean relevantes por abordar algún enfoque especial, idealmente expuesto por autores representativos.

Para lograr el cometido de ser un referente en el ámbito internacional, **INTERdisciplina** se publicará también en formato digital, de modo que los artículos estarán disponibles, con libre acceso, tanto en español como en su idioma original (con excepción de obras previamente publicadas, las cuales sólo podrán consultarse en la versión traducida al español).

Enmarcado en los objetivos de gran aliento del CEIICH de impulsar la interdisciplina, este proyecto editorial aspira a ser expresión e impulso del pensamiento crítico, valor sustantivo de la Universidad Nacional Autónoma de México. ■

About us

INTERdisciplina, published by the Center for Interdisciplinary Research in Science and the Humanities, at the Mexico National Autonomous University (known by its Spanish initials CEIICH-UNAM), proposes to discuss knowledge of reality in its complexity from an integrated point of view. This peer-reviewed journal will publish, every four months, interdisciplinary studies on problems of high social impact, with a theme-centered approach.

Considering that the different conceptions of the integration and articulation of knowledge don't exclude, but rather complement each other, we will discuss the different approaches to interdisciplinary research, pursuing the additional objective of specifying its meaning in different contexts; furthermore, we will examine the theoretical-epistemological grounds and the methodological guidelines of this research strategy. Primarily, this new journal aims to enhance bridges between the exact and natural sciences, and humanities, including approaches to engineering and the arts.

In accordance with a plural vision, the unifying subject of this first issue embraces the different approaches to interdisciplinary teaching and research. To accomplish this aim periodically, we hope that those who are developing projects according to this perspective or carrying out studies on interdisciplinary work, feel inclined to contribute their experience to this journal and thus make it an important reference on the national and international scene in all matters concerning the process of articulation and integration of knowledge.

With the aim of promoting an integrated perspective, that involves authors contributions from many countries, we will also be publishing in Spanish some texts which have already appeared in languages other than Spanish or English, but which are relevant because they contain some special approach, described by representative authors.

INTERdisciplina will also be published in digital format, so that the articles will be available online, with free access, both in Spanish and in their original language (with the exception of previously published works, that will only be available in their Spanish version).

Within the framework of the major aims of CEIICH, that encompass the promotion of interdiscipline, this editorial project aspires to become the expression and moving force of critical thought, one of the central values of the Mexico National Autonomous University. **ld**

Juan Carlos Villa Soto* y Norma Blazquez Graf*

Vinculación de los enfoques interdisciplinarios: clave de un conocimiento integral

Reformulación de los problemas del conocimiento

LA HISTORIA de la ciencia indica los caminos que se pueden seguir para trazar nuevas trayectorias fecundas de investigación científica. Uno de los más atractivos es el que conduce a la reformulación de los problemas de conocimiento, que conlleva la reconceptualización de los objetos de estudio y el desarrollo de nuevas estrategias de descubrimiento e invención para resolverlos.

Dicha reconceptualización, que puede ser el trazo sutil que agrega un elemento, o bien la construcción de un objeto complejo, amerita la revisión no sólo de la relación que guardan los diferentes dominios de la ciencia, sino también de lo que queda comprendido en, o al margen de, cada ámbito disciplinario.

Tal escrutinio atañe al problema medular de cuestionar la ciencia que produce un conocimiento fragmentado, que no sólo es insuficiente para afrontar problemas que aquejan a la humanidad en diversas escalas, de lo mundial a lo local, sino que también contribuye a modelar la concepción del mundo de la que emergen tales problemas (como el hambre y la pobreza, la guerra, la violencia, el cambio climático y las crisis energética y del agua) característicos de la denominada crisis civilizatoria.

Cuando se habla de estos problemas generalmente se dice que son multidimensionales, es decir, que son el resultado del curso de diversos procesos naturales y sociales, y que para estudiarlos se requiere, por tanto, de la investigación interdisciplinaria.

Múltiples referencias a la interdisciplina

Debido al alto valor epistémico y práctico que se le atribuye a la interdisciplina, se le ha incorporado como parte de las estrategias de investigación de diversos grupos, e incluso ha orientado la creación de nuevas instituciones científicas en todo el mundo. Estas iniciativas deben ser consistentes con la visión crítica que

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades–UNAM.
Correos electrónicos: visar@unam.mx y blazquez@unam.mx

las estimula, lo cual implica explorar el significado que tiene la interdisciplina para el avance del conocimiento y para superar problemas ancestrales.

La libertad de cuestionamiento y de proposición que se requiere para acometer el reto intelectual de este examen crítico, se satisface plenamente en las universidades, máxima expresión de la unidad de lo diverso. Asumido este reto como un compromiso permanente, el CEIICH se propone alentar un mejor conocimiento de la teoría y práctica de la investigación interdisciplinaria, así como su difusión.

Si bien en el seno de esta institución existen estudios al respecto, algunos de ellos resultado de encuentros académicos de carácter nacional e internacional, se ha buscado revitalizar la reflexión sobre este enfoque de investigación en la posibilidad de reunir de manera continua a expertos sobre el tema en el formato y periodicidad que ofrece una revista científica.

Visión integral de los enfoques interdisciplinarios

La iniciativa se acompaña entonces de una propuesta de colaboración de gran aliento, que consiste en congrega diversas concepciones sobre la integración del conocimiento, para analizarlas, cuestionarlas y contrastarlas, en fin, para estudiarlas y comentarlas, pero en clave de pregunta de investigación, es decir, de problema de conocimiento. De este modo, la distinción entre las formas efectivas y posibles de relacionar las disciplinas, que ha conducido a múltiples tipologías, puede generar una agenda de investigación sobre problemas nodales de los estudios interdisciplinarios (considerando finalidades y contextos específicos), así como una visión integral de esta estrategia de investigación.

Para este efecto, se presentan artículos sobre estudios de la interdisciplina realizados en distintas regiones del mundo. El propósito de empezar a construir de este modo un panorama lo más completo posible de los enfoques de la investigación interdisciplinaria, parte de la premisa de que, por un lado, cada contexto histórico-cultural forja concepciones valiosas de la integración del conocimiento, así como importantes visiones sobre su viabilidad y pertinencia, y, por otro, que estas concepciones y visiones no son necesariamente excluyentes sino complementarias.

Significado preciso de lo interdisciplinario en diversos contextos

Lejos de pretender un consenso en torno al concepto de interdisciplina, no obstante la presentación de nociones afines entre múltiples definiciones, se aspira a obtener un significado preciso en los diversos contextos en que resulta pertinente su uso, es decir, lograr una correcta valoración e impulso de la

conjugación de saberes, en correspondencia con el reconocimiento y estímulo que se le ha dado al conocimiento especializado con el que se cumple el proceso dialéctico de diferenciación e integración del desarrollo de la ciencia.

La distinción de contextos contribuye a la precisión del significado de este término. Entre otros, adquieren especial relevancia los ámbitos de investigación, de educación y de ejercicio profesional. Si bien el propio concepto de disciplina no es el mismo en cada uno de estos contextos, ni su articulación cumple con el mismo cometido (por lo que se justifica su estudio de manera específica), es importante profundizar, por ejemplo, en la relación que existe entre la formación pluridisciplinaria y la investigación interdisciplinaria; la enseñanza interdisciplinaria y la práctica profesional orientada a resolver problemas multidimensionales o la generación de conocimientos de dominios híbridos y su transmisión en el aula, entre otros aspectos.

En lo que respecta al contexto de la investigación interdisciplinaria, también es importante examinar los retos y requerimientos que le fijan los marcos institucionales en que ésta se realiza, considerando primordialmente los de la universidad, el gobierno, los organismos no gubernamentales y el sector productivo, sin dejar de lado el análisis de esfuerzos convergentes que podrían darse en esta materia, no obstante sus diferentes objetivos, valores y tipos de problemas que tratan de resolver.

Aún la investigación interdisciplinaria del ámbito universitario requiere de una disección y caracterización conforme a dos criterios iniciales. El primero se refiere al énfasis en la integración de disciplinas ante interrogantes teóricas o al acento en la articulación de conocimientos para estudiar problemas multidimensionales de relevancia práctica. El segundo criterio corresponde a la gama de dominios que se conjugan en proyectos específicos, tanto teóricos como prácticos, y que pueden concentrarse en las ciencias naturales, en las ciencias sociales o abarcar ambas, incluso incorporando otro tipo de saberes.

La idea es delinear un programa de estudio integral sobre la investigación interdisciplinaria con base en las aportaciones de especialistas en el tema que se reúnen en cada número.

Cada contexto histórico-cultural forja concepciones valiosas de la integración del conocimiento, así como importantes visiones sobre su viabilidad y pertinencia, las cuales no son excluyentes sino complementarias

Guía para delinear un programa de estudio integral de la interdisciplina

Cada práctica concebida como investigación interdisciplinaria ofrece la oportunidad de precisar qué procesos o actividades corresponden a lo inter, tales como integrar o articular (las cuales a su vez pueden corresponderse con otros términos: unificar o conjugar en el primer caso; acoplar o vincular, en el segundo). Mientras que la noción de *integración* parece estar reservada a la creación de dominios híbridos, la de *articulación* se asocia principalmente con la confluencia de conocimientos de diversas disciplinas para estudiar problemas complejos. La cuestión relevante en uno y otro caso es saber cómo se integran o articulan diferentes dominios, lo cual concierne al tema de los fundamentos epistemológicos de la investigación interdisciplinaria.

Responder a la pregunta de cómo es que se pueden relacionar ámbitos de conocimiento relativamente autónomos, requiere de una reflexión aguda respecto de los criterios de distinción de los dominios, específicamente respecto de la noción de objeto de estudio, el cual les confiere especificidad. En este sentido, es ineludible abordar el concepto de disciplina, aunque sin insistir en definiciones que pueden conducir a esencialismos, sino en la identificación de los fenómenos y los procesos que conforman los objetos de estudio de estos dominios construidos históricamente en contextos socio-culturales específicos.

Integración / articulación de objetos de estudio de diferentes disciplinas

El reto de la integración o la articulación es conocer las relaciones que guardan entre sí los procesos que conforman los objetos de estudio de diferentes disciplinas. La explicación / comprensión de objetos de estudio complejos y sus procesos consiste, entonces, en desentrañar estas relaciones de inteligibilidad (no sólo en términos de causalidad o relación funcional, sino también de interdefinibilidad y significación).

Los múltiples enfoques sobre la investigación interdisciplinaria que se presentan en este volumen revelan formas variadas de concebir este reto, pero en conjunto contienen una guía para superarlo. La clave consiste en abordarlo de manera integral. Por ejemplo, es importante conocer el nexo que existe entre la forma de definir las relaciones de inteligibilidad de procesos heterogéneos y los problemas de comunicación que surgen entre investigadores formados en diferentes disciplinas. Del conocimiento de esta conexión pueden surgir criterios para conformar los grupos multidisciplinarios que se requieren en esta estrategia de trabajo, los cuales se han de conjuntar con los criterios que se desprenden de los estudios sobre los estilos de colaboración. Esta visión integral

permite abordar problemas medulares de la investigación interdisciplinaria y evitar la distracción en falsos dilemas (por ejemplo, si ésta exige el trabajo grupal o si se puede realizar de manera individual). Más allá de que resulte de un esfuerzo individual o grupal, la interdisciplina se cumple en la relación de inteligibilidad entre procesos heterogéneos.

Interés primordial de impulsar el trabajo colectivo

Dicho interés obedece a dos razones: por un lado, porque la conceptualización de los problemas de la sociedad como sistemas complejos (que pueden entrañar procesos naturales y sociales) supone la conformación de grupos multidisciplinarios y, por otro, porque la dinámica de trabajo de dichos grupos comprende intensas discusiones y una exigencia de reflexividad y flexibilidad de sus integrantes mayor que la que exhiben quienes participan en proyectos unidisciplinarios o multidisciplinarios, amén del despliegue de habilidades de colaboración y de capacidades de integración de conocimiento, lo cual requiere de la creación de programas idóneos de formación de investigadores que estimulen la adquisición de dichas competencias.

Si bien es importante dar argumentos sobre la pertinencia de algunos estilos de conducción del trabajo en equipo relativos a la dirección, la coordinación o la horizontalidad, aún queda por conocer con mayor amplitud lo concerniente a los estilos de colaboración (asertividad, comunicación, compromiso) y a los procesos de descentramiento, de modo que se puedan superar los obstáculos del trabajo grupal, tales como la dificultad para compartir la visión de la tarea o la asimetría en la experiencia profesional, la cual puede inhibir la colaboración. Con base en la experiencia del Diplomado de Actualización Profesional en Investigación Interdisciplinaria que imparte el CEIICH se ha constatado que el afán de mostrar ascendencia académica a expensas del aprendizaje grupal, suscita resistencias y rupturas. Cuando el trabajo se centra en un proceso de diálogo, caracterizado por arduas discusiones con posturas flexibles para llegar a acuerdos, se logra una mayor disposición para cumplirlos, suscitando la percepción de un alto compromiso. Lo anterior favorece el proceso de integración de conocimientos.

Imprimir un profundo sentido humano al conocimiento expresa una aspiración de sabiduría, concebida como una práctica guiada por decisiones correctas amparando el bien común, resultado de una inteligencia colectiva

En este *dossier* también se advierte un trazo reticular de los retos de la integración y articulación del conocimiento en sus diversos contextos: los de la investigación interdisciplinaria se engarzan con los de la implementación de la interdisciplina en el campo educativo, por ejemplo.

Profundizar en el análisis de la relación ciencia-sociedad

Los alcances de este proceso de integración y articulación no se restringen al ámbito académico, ya que es, a su vez, instrumento para profundizar en el análisis de la relación ciencia-sociedad. ¿En qué medida la respuesta a los problemas sociales que surgen de la investigación interdisciplinaria pueden incluir pautas para diseñar estrategias viables que permitan superar los obstáculos que impiden su ejecución, tales como la alta concentración de riqueza y de poder a escala mundial y nacional, que suelen traducirse en intereses contrarios al bien común?

Del mismo modo que la acumulación de conocimiento resulta insuficiente para comprender los procesos complejos que representan problemas prácticos, la integración y articulación de conocimientos no garantiza mejores logros si éstos se restringen a soluciones exclusivamente técnicas. ¿Qué diferencia la hibridación de disciplinas respecto de la especialización si no se estudia el significado de sus resultados a la luz del conocimiento de lo social y de todo lo que atañe a la condición humana, que abarca lo simbólico, los juicios de valor y, sobre todo, el sentido de la vida?

Estas interrogantes emplazan a un ejercicio intelectual que puede resultar apasionante, pues toca el corazón de la malla del conocimiento, donde se conjugan las ciencias y las humanidades y, con ellas también las tecnologías y las artes, lo cual implica el estudio de la relación entre diferentes órdenes de la realidad.

Enriquecer la ética del conocimiento

Se trata de un análisis que en principio ha de distinguir diversas maneras de concebir este vínculo. Si bien la relación entre las ciencias y las humanidades no se sustrae al tema de las relaciones de inteligibilidad entre procesos heterogéneos, no se agota en este tópico, pues para relacionar a la interdisciplina con procesos de emancipación y bienestar, ha de inscribirse en el dominio de la ética, tanto en lo que respecta al proceso de generación de conocimiento como de sus resultados.

En esta conjunción se enriquece la ética del conocimiento y se incrementan los valores que son distintivos de la actividad científica; en tanto que esta

actividad no está dissociada de un proceso de corrección permanente y del cuestionamiento crítico, se le puede considerar un acto de libertad y de responsabilidad, de elección de sus propios valores y objetivos: ¿el criterio de logro se restringe a acumular publicaciones, es decir, a cumplir con exigencias institucionales de acreditar trabajo con base en el conocimiento certificado?, ¿o se cumple en la aspiración de hacer inteligible el mundo natural y social sin que nada de lo humano sea ajeno?

En la medida en que la interdisciplina extiende su gama de saberes, puede inscribir también los que se gestan en la experiencia cotidiana de actores sociales diversos, los cuales, con base en esta integración y articulación de conocimientos, son quienes pueden impulsar de manera efectiva procesos de transformación en y desde sus respectivos ámbitos de actividad.

Aspiración de sabiduría con base en una inteligencia colectiva

Imprimir un profundo sentido humano a este saber heterogéneo expresa una aspiración de sabiduría concebida como una práctica guiada por decisiones correctas amparando el bien común, resultado de una inteligencia colectiva.

Tal aspiración se finca más en la idea de que es factible conjugar las estrategias de investigación que en diferentes latitudes dan significado a lo interdisciplinario: la integración o hibridación de campos de conocimiento; la articulación del conocimiento de procesos heterogéneos para resolver problemas prácticos, el diálogo de saberes, el diálogo participativo y la sabiduría práctica, entre otras, todas ellas como expresión del pensamiento crítico.

La propuesta de alentar un programa integral de la interdisciplina configurada en este *dossier*, muestra que es factible conjugar dichas estrategias, examinando los posibles obstáculos epistemológicos, institucionales y políticos que enfrenta la construcción de saberes con una gran fuerza transformadora. Esto implica la pertinencia y la necesidad de abordarse a su vez desde un enfoque interdisciplinario. Las contribuciones que se presentan en este número constituyen una guía imprescindible para acometer el reto de manera rigurosa, sistemática y crítica.

Las lecturas recomendadas que acompañan este *dossier* muestran la gama de los enfoques de la investigación interdisciplinaria desplegada desde el último tercio del siglo XX. Se trata de textos representativos que sugieren una forma de explorar la fecunda obra de especialistas con reconocimiento en la materia, incluida la de quienes participan en este número. ■

Juan Carlos Villa Soto* and Norma Blazquez Graf*

Linking Interdisciplinary Approaches: Key to Integrated Knowledge

Re-formulation of the problems of knowledge

THE HISTORY of science shows in what directions we may move to open fruitful new paths in scientific research. One of the most attractive is the one that leads to the re-formulation of the problems affecting knowledge, and involves the re-conceptualization of study objects and the development of new strategies (of discovery and invention) to resolve them.

This re-conceptualization, which might be the subtle stroke that adds a new element or, conversely, the construction of a complex object, requires a revision of not simply the relationships between the different domains of science, but also of all that is incorporated into, and all that is left out of each disciplinary perimeter.

This sort of scrutiny concerns the core problem of questioning the science that produces fragmented knowledge that is not only insufficient to take on many problems that face humanity on differing scales, from global to local, but also contributes to modelling a view of the world from which those problems (famine, poverty, war, violence, climatic change, the energy and water crises) emerge, and that are characteristic of the so called civilization crisis.

When speaking of these problems we generally say they are multidimensional, that is, they are the result of the interaction of various natural and social processes, and their study requires, in consequence, interdisciplinary research.

Multiple references to interdiscipline

Given the high epistemic and practical value attributed to interdiscipline, it has been incorporated into the creation of new scientific institutions worldwide. These initiatives must be consistent with the critical vision that serves as their

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades–UNAM.
E-mails: visar@unam.mx and blazquez@unam.mx

moving principle, and this implies exploring the significance of interdiscipline for the advancement of knowledge and for overcoming ancestral problems.

The liberty to question and propose that is required to undertake the intellectual challenge of this critical examination, is amply fulfilled in universities, which represent the maximum expression of unity within diversity. Accepting this challenge as a permanent commitment, CEIICH proposes to encourage greater familiarity with the theory and practice of interdisciplinary research, as well as its dissemination.

Notwithstanding that there exist studies in this sense carried out in this institution, some of them resulting from national and international academic events, efforts have been made to resurrect reflection on this approach to research, hoping to congregate experts on the matter on a continuous basis within the format and time frames afforded by a scientific journal.

An undivided view of interdisciplinary approaches

The initiative, therefore, is accompanied by a wide-ranging collaborative proposition, that consists of congregating several conceptions of the integration of knowledge, to analyze, question and compare them, in other words, study and comment upon them, but always in terms of research questions, that is, problems of knowledge. Thus, the distinction between effective and possible ways to relate the disciplines, which has led to multiple typological classifications, can generate a research agenda on overarching problems in interdisciplinary studies (considering specific ends and contexts), as well as an integrating vision of this research strategy.

To this effect, we present papers on studies related to interdiscipline, written in various parts of the world. The purpose of thus starting to build a complete as possible overview of the approaches to interdisciplinary research stems from the premise that, on the one hand, each historical and cultural context spawns valuable conceptions of the integration of knowledge, as well as important insights on its viability and relevance, and on the other, that the conceptions and visions do not exclude, but rather complement each other.

Precise meaning of interdisciplinarity in differing contexts

Far from seeking a consensus concerning the concept of interdisciplinarity — notwithstanding the presentation of kindred notions culled from multiple definitions — we aim to achieve a precise meaning in the varied contexts in which its use is pertinent, that is, a correct assessment and impulse of the concurrence of different fields of knowledge, in harmony with the recognition and stimulus

which have been accorded to specialized knowledge with which it becomes possible to achieve the dialectic process of differentiation and integration in the development of science.

The distinctive description of contexts contributes to achieving precision in defining the meaning of this term. Among other factors, research, educational and professional practice environments acquire special relevance. Even when the conception of discipline itself isn't the same in each of these contexts, and its articulation doesn't accomplish the same mission (so that its specific study is justified), it is important to delve deeply, for example, in the relationship between pluridisciplinary education and interdisciplinary research, interdisciplinary teaching and multidimensional problem-solving professional practice, or the generation of knowledge in hybrid domains and its transmission in the classroom, among other issues.

Concerning the context of interdisciplinary research, it is also important to examine the challenges and requirements posed by the institutional frameworks within which the research is carried out, primarily considering universities, governments, non-governmental organizations, and the productive sector, without omitting the analysis of converging efforts that might be generated in this field, notwithstanding their differing objectives, values, and types of problems they are trying to resolve.

Even interdisciplinary research carried out in a university needs to be dissected and characterized according to two initial criteria. The first refers to placing emphasis on the integration of disciplines *vis á vis* theoretical issues, or stressing articulation of knowledge to study multidimensional problems with practical relevance. The second criterion refers to the range of domains, both theoretical and practical, that converge in specific projects, and which can be concentrated in natural sciences, social sciences, or bridging both, including the possibility of incorporating other types of knowledge.

The idea is to outline an integrated study program of interdisciplinary research on the basis of the contribution of specialists in the field congregated for this issue.

Guidelines for outlining an integrated study program on interdisciplinarity

Each practice conceived as interdisciplinary research offers an opportunity to define precisely what processes or activities belong to the interdisciplinary field, such as integrating or articulating (that can, in turn, be described by other terms: *unify* or *conjugate* in the first case; *link* or *relate* in the second). While the notion of *integration* seems to be reserved for the creation of hybrid domains,

that of *articulation* is associated principally with the convergence of knowledge contributed by various disciplines for the study of complex problems. The relevant matter in both cases is to know how to integrate or articulate disparate domains, a matter which is linked to the subject of the epistemological underpinnings of interdisciplinary research.

Answering the question of how relatively autonomous fields of knowledge can become related requires incisive reflection on the criteria for distinguishing domains, especially concerning the notion of study object, which is what confers specificity. In this sense, it is mandatory to approach the concept of discipline, although without insisting on definitions that could lead to essentialisms, but identifying the phenomena and processes that comprise the study objects of those domains that have been constructed historically in specific social and cultural contexts.

Articulation / integration of study objects in different disciplines

The challenge of integration or articulation is to get to know the relationships between the processes that comprise the study objects in different disciplines. The explanation/comprehension of complex study objects and their processes relies, then, on getting to the bottom of these intelligibility relationships (not only in terms of causality or functional links, but also of interdefinability and significance).

The multiple approaches to interdisciplinary research that are presented in this issue reveal varied ways of conceiving this challenge, but taken as a whole they contain guidelines for overcoming it. The key is to tackle it in an integral way. For example, it is important to know the link that exists between the way we define the intelligibility relationships of heterogeneous processes and the communication problems that emerge between researchers trained in different disciplines. From familiarity with this connection, criteria for selecting the members of multidisciplinary groups required by this work strategy may emerge. These criteria should be integrated with those that emerge from studies on styles of collaboration. This integral vision enables us to approach core problems of interdisciplinary research and thus avoid being distracted by false dilemmas (like, for example, deciding if this project requires group work or can

Each historical and cultural environment spawns valuable conceptions of the integration of knowledge, as well as important visions of their feasibility and pertinence, and the fact that they do not exclude, but rather complement one another

be carried out individually). Beyond whether it is the result of individual effort or the work of a group, interdiscipline is achieved in the intelligibility relationship between heterogeneous processes.

Primary interest in promoting collective work

This interest is sparked by two reasons: on the one hand, because the conceptualization of problems in society as complex systems (which can involve natural and social processes), implies the establishment of multidisciplinary groups

To imbue knowledge with a deep sense of people-friendliness expresses the will to strive for a notion of wisdom conceived as a guiding principle for decisions in favor of the common good, born of collective intelligence

and, on the other, because the working dynamics of such groups involves intense discussion and a much greater demand for reflection and flexibility on the part of its members than that exhibited by those who participate in disciplinary or multidisciplinary projects, apart from the need to display collaboration abilities plus capacity for integrating knowledge, that requires the creation of appropriate programs for the development of researchers that stimulate the acquisition of these skills.

Although it is important to argue in favor of certain guidance styles within

work teams, related to administration, coordination and horizontal functioning, other aspects, like collaborative styles (assertiveness, communication, commitment), and the decentralizing processes still remain to be studied in greater detail, in such a way that they may enable us to overcome the problems of collective work, such as difficulties in sharing a vision of the work in hand, or the lack of symmetry in professional experience, that may inhibit cooperation. Based on our experience with the Professional Updating Courses on Interdisciplinary Research, held regularly at CEIICH, we have realized that the desire to show academic authority at the expense of group learning, can cause resistance and fractures within the group. When work is built up around a process of dialogue, characterized by intense discussion and flexible positions that enable agreements, there is a better disposition towards actually fulfilling them, thus laying the groundwork for serious commitments. All this favors the process of integrating knowledge.

In this *dossier* we can also perceive a reticular outline of the challenges facing integration and articulation of knowledge in its diverse contexts: those of

interdisciplinary research are linked to those of implementation of interdisciplinary practices in the educational field, for example.

To deepen the analysis of the relationship between science and society

The potential of this integration/articulation process isn't restricted to the academic sphere, as it is, simultaneously, an instrument for deepening analysis of the science-society relationship. To what degree can an answer to the social problems that emerge from interdisciplinary research include guidelines to design viable strategies that might allow us to overcome the obstacles that impede its execution, such as the high concentration of riches and power at global and national scales, which generally give rise to interests that are contrary to the common good?

Just as the accumulation of knowledge is clearly insufficient to understand the complex processes that pose practical problems, the integration and articulation of knowledge don't guarantee better achievements if these are exclusively technical. In what way is the hybridization of disciplines better than specialization if it doesn't examine the meaning of its results in the light of social conditions and all that which affects humans, embrace symbolic contents, value judgments and, above all, the meaning of life?

These questions require an intellectual exercise that could be fascinating, because it would reach the very fibers of the mesh of knowledge, where the natural sciences and the humanities converge and, with them, technologies and the arts, which implies the study of the relationship between different orders of reality.

To enrich the ethics of knowledge

This is an analysis that, from the beginning, must distinguish different ways of conceiving this relationship. Even when the relationship between the natural sciences and the humanities can't be considered independently from the matter of intelligibility relationships between heterogeneous processes, it clearly can't be limited to this topic, because to relate interdiscipline with processes of emancipation and well-being, it must be included in the domain of ethics, both in terms of the process of generating knowledge and its results.

The ethics of knowledge is enriched In this convergence, and the distinctive values of scientific activity are reinforced; while this activity is not dissociated from the process of permanent adjustment and critical questioning, it can be considered an act of liberty and responsibility, of choice of its own values and

objectives: is the criterion of achievement restricted to accumulating publications, in other words, to fulfilling institutional demands of obtaining sanction for work carried out based on certified knowledge? Or is it accomplished in the aspiration to make the natural and social world intelligible, without excluding any part of what is human?

In the measure that interdiscipline extends its scope of knowledge, it can begin to incorporate those contributions generated in the everyday experience of different social participants who, based on this integration and articulation of knowledge, can become the effective driving force of transformation processes, in and from their respective activities.

To aspire to wisdom on the basis of collective intelligence

The attempt to imbue this heterogeneous knowledge with a profound humane content expresses a search for wisdom conceived as a practice guided by the right decisions to protect the common good, as a result of collective intelligence.

This endeavor is rooted in the idea that it is feasible to conjugate research strategies which, in different latitudes, have been significant for interdisciplinarity: integration or hybridization of fields of knowledge, articulation of knowledge concerning heterogeneous processes for the resolution of practical problems, dialogue of different strains of knowledge, participative dialogue and practical knowledge, among others; all of them considered as an expression of critical thinking.

The proposal to encourage an integrated program for interdisciplinarity put together in this *dossier* shows the feasibility of achieving the convergence of these strategies, examining possible epistemological, institutional and political obstacles that the construction of knowledge with a great transforming power is bound to encounter. This implies the pertinence and necessity of approaching this from an interdisciplinary point of view. The papers presented in this issue are an essential road map for approaching the challenge rigorously, systematically and critically.

The suggested reading that is attached to this *dossier* shows the range of possible approaches to interdisciplinary research that have been developed since the last third of the twentieth century. They are representative texts that suggest a way to explore the fertile work of specialists with ample prestige in their respective fields, including those who participate in this issue. ■

Olga Pombo*

Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión**

Resumen | Se examina la complejidad del advenimiento de la interdisciplinariedad, partiendo de las dificultades para arribar a una definición, y a acuerdos básicos sobre términos. Se describe el uso del concepto en una variedad de marcos y situaciones, que conduce al abuso de la palabra. Se definen cuatro contextos fundamentales: epistemológico, pedagógico, mediático y empresarial/tecnológico, y se señala que es un término al que se suele recurrir cuando se encuentran los límites del conocimiento. Se formulan breves apuntes sobre la evolución de la ciencia desde sus orígenes, y su evolución hacia la especialización y, más recientemente, la institucionalización, rasgos que se erigen en dificultades para la aplicación de enfoques interdisciplinarios, aunque se señala que muchos de los grandes creadores científicos del pasado se han caracterizado por superar los límites de la especialización. Por último, se ensayan clasificaciones de interdisciplinariedad de acuerdo con el tipo de interacciones que se establecen entre diversas ramas de la ciencia, y de acuerdo también con las diferentes prácticas emergentes de estos tipos de interacciones. Se señala, a su vez, el papel fundamental que la interdisciplinariedad traza para el ser humano, y la función de la relación observador/observado.

Epistemology of Interdisciplinarity — Construction of a New Model of Comprehension

Abstract | The complexity of the advent of interdisciplinarity is discussed, considering the difficulties involved in arriving at a commonly accepted definition, and some basic agreements concerning terms. The use of the concept in a vast variety of environments and situations is discussed, concluding that the term is widely abused. Four fundamental contexts are described: epistemological, pedagogical, media related, and business/technology related, and we point out that it is a concept we usually resort to when we come up against the limits of knowledge. We include a few remarks on the evolution of science from its origins, and its evolution towards specialization and, more recently, institutionalization,

* Maestra en Filosofía Moderna de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad Nueva de Lisboa, Portugal. **Correo electrónico:** opombo@fc.ul.pt

** Texto originalmente publicado en: Carlos Pimenta (Coord.), *Interdisciplinaridade, Humanismo, Universidade*, Porto: Campo das Letras, 93-124, 2003. Autorizado por la autora para su traducción y publicación en español.

traits that have developed into obstacles for the application of interdisciplinary approaches in practice, although we point out that many great scientific creators of the past have been known to transcend the limits of specialization. Finally, we attempt some classifications of interdisciplinarity, according to the types of interactions that can be established between different fields of scientific endeavor, and according, too, to the types of practice that can emerge as a result of these interactions. We stress, finally, the fundamental role that interdisciplinarity defines for human beings, and the importance of the observer/observed relationship.

Palabras clave | fundamentos de la interdisciplinarietà – concepto de la interdisciplinarietà – contextos de la interdisciplinarietà – reordenamientos disciplinares – teorizaciones de la interdisciplinarietà

Keywords | foundations of interdisciplinarity – concept of interdisciplinarity – interdisciplinary contexts – disciplinary rearrangements – theories of interdisciplinarity

HABLAR SOBRE interdisciplinarietà es hoy una tarea ingrata y difícil. En realidad, casi imposible. Hay una dificultad inicial que tiene que ver con el hecho de que nadie sabe lo que es la interdisciplinarietà. Ni las personas que la practican, ni las que la teorizan, ni aquellas que la buscan definir. La verdad es que no hay ninguna estabilidad relativa a este concepto. En un trabajo exhaustivo de investigación sobre la literatura existente, inclusive de los especialistas de la interdisciplinarietà —que también los hay—¹ se encuentran las más dispares definiciones. Además de eso, como saben, la palabra ha sido usada, abusada y banalizada. Podríamos decir: la palabra está gastada.

Las palabras

Sin embargo, es un fenómeno curioso que, aunque no haya un concepto de la interdisciplinarietà relativamente estable, a pesar de todo, la palabra tenga una utilización tan amplia y sea aplicada en muchos **contextos**. En primer lugar, la palabra entró en el vocabulario de la investigación científica y de los nuevos modelos de comunicación entre pares. ¿Qué proyecto no reúne hoy equipos interdisciplinarios? ¿Qué coloquio o incluso congreso hoy no es interdisciplinario? Tendríamos aquí un *contexto epistemológico*, relativo a las prácticas de transferencia de conocimientos entre disciplinas y sus pares.

1 De la inmensa bibliografía existente, destaco sólo algunos títulos significativos: Palmade (1979), Resweber (1981), Gozzer (1982), René (1985), Chubin (1986), Mittelstrass (1987) y Thomson Klein (1990, 1991 y 1996).

En segundo lugar, es recurrentemente proclamada por la universidad pero también por las escuelas de nivel medio superior. ¿Cuál es el curso que hoy no incorpora elementos curriculares interdisciplinarios? ¿Cuál es la reforma que hoy no se reclama interdisciplinaria? Tendríamos aquí un *contexto pedagógico*, por tanto, ligado a las cuestiones de la enseñanza, a las prácticas escolares, a las transferencias de conocimientos entre profesores y alumnos que tiene lugar al interior del currículo escolar, de los métodos de trabajo, de las nuevas estructuras organizativas de las cuales, tanto la escuela de nivel medio como la universidad se van a tener que aproximar cada vez más. En tercer lugar, un *contexto mediático*. La palabra interdisciplinariedad es constantemente rescatada por los nuevos medios de comunicación que hacen de ella una utilización salvaje, abusiva, caricaturesca. Cuando se quiere discutir un problema cualquiera, la Guerra del Golfo, la moda o el más extravagante episodio futbolístico, la idea es siempre la misma: juntar varias personas de diferentes perspectivas y ponerlas en conjunto a hablar, alrededor de una mesa, lado a lado, frente a frente, en círculo o semicírculo, en presencia o por videoconferencia, etcétera. Claro que lo que subyace a esta mera “performatividad” de escenarios es siempre la idea embrionaria —y muy ingenua— de que la simple presencia física (o virtual) de varias personas en torno de una misma cuestión crearía automáticamente una real confrontación de perspectivas, una discusión más rica porque, diríase, es más interdisciplinaria. Los locutores de radio y de televisión están ya especializados en pequeños trucos de comunicación que apuntan justamente a favorecer esa discusión interdisciplinaria.

Después, hay todavía un cuarto *contexto empresarial y tecnológico* en el cual la palabra interdisciplinariedad ha tenido una utilización exponencial. Refiérase tan sólo al caso de la gestión de empresas, donde alguna cosa designada como interdisciplinariedad es usada como proceso expedito de gestión y decisión, o el caso de la producción técnica y tecnológica, sobre todo la más avanzada, donde se tiende cada vez más a reunir equipos interdisciplinarios para trabajar en la concepción, planificación y producción de los objetos a elaborar.²

El resultado se traduce en una enorme cacofonía. La palabra es demasiado amplia, casi vacía. Cubre un conjunto muy heterogéneo de experiencias, realidades,

La apropiación del término por muy disímiles ramos de actividad ha contribuido a la multiplicidad de definiciones y a la confusión respecto de su verdadero sentido

2 Cf. por ejemplo, Birnbaum-More, Rossini y Baldwin (1990) o Decker (2001). Elocuente es el ejemplo presentado en Hiromatsu (1991).

hipótesis, proyectos. Y, sin embargo, la situación no deja de ser curiosa: tenemos una palabra que nadie sabe definir, sobre la cual no hay la menor estabilidad y, al mismo tiempo, una invasión de procedimientos, de prácticas, de modos de hacer que atraviesan varios contextos, que están por todos lados y que insisten en reclamar para sí la palabra interdisciplinariedad.

¿Qué podemos decir? Que la palabra está gastada. Que la tarea de hablar sobre ella es difícil o incluso imposible. Que la palabra es, eventualmente, demasiado amplia. Que posiblemente, mejor sería **abandonarla o encontrar otra** que estuviera en condiciones de significar, con precisión, las diversas determinaciones que, por la palabra interdisciplinariedad, se dejan pensar. En cierta medida es eso lo que está aconteciendo con palabras como “integración” (integración europea, integración de los saberes, estudios integrados, licenciaturas integradas, circuitos integrados), palabra que aparece constantemente en concurrencia con la palabra interdisciplinariedad. También las palabras “globalización” y “mundialización” tienen que ver con alguna cosa en la que se piensa con la palabra interdisciplinariedad.

Una complicación más proviene del hecho de que no hay tan sólo una, sino **cuatro palabras** para designar esa cualquier cosa de la que hemos venido a hablar: pluridisciplinariedad, multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. Lo que significa que, si no me engaño, tenemos cuatro contextos, cuatro palabras, y una utilización abusiva, extremadamente amplia, de una de esas palabras (interdisciplinariedad). La resistencia a todas las ambigüedades y a todos los diferentes contextos en que es utilizada, nos obliga a reconocer que ella —dicha palabra— debe tener alguna pregnancia, que lo que por ella se busca pensar es algo que posiblemente merece ser pensado. Y el hecho de que la mantengamos, el hecho de que ella no se deje sustituir por ninguna otra de sus competidoras, es un indicador de su especial pertinencia.

Propuesta de definición

En este sentido, me gustaría presentarles una **propuesta de definición de la palabra interdisciplinariedad** que pienso es, a pesar de todo, aquella que, posiblemente, más se aproxima a lo que con ella queremos significar.

Veamos aquellas cuatro palabras que, digamos así, disputan el mismo terreno. Como se sabe, todas tienen una misma raíz: **disciplina**. Pero, por otro lado, ese común radical, al revés de funcionar como elemento de aproximación, constituye un nuevo procedimiento de dispersión de sentido. En realidad, en su carácter equívoco, la palabra disciplina puede tener, por lo menos, tres grandes significados. Disciplina como *ramo del saber*: la Matemática, la Física, la Biología, la Sociología o la Psicología son disciplinas, ramos del saber o, mejor,

algunos de esos grandes ramos. Después, tenemos las sub-disciplinas y así sucesivamente. Disciplina como *componente curricular*: Historia, Ciencias de la Naturaleza, Cristalografía, Química Inorgánica, etcétera. Claro que, en gran medida, muchas de las disciplinas curriculares se recortan sobre las científicas, acompañan su emergencia o su desarrollo, aunque como sabemos, siempre con desplazamientos temporales e inexorables efectos de desvío. Finalmente, disciplina como *conjunto de normas* o leyes que regulan una determinada actividad o el comportamiento de un determinado grupo: la disciplina militar, la disciplina automovilística o la disciplina escolar, etc.

Hay pues una fluctuación de conceptos incluso al interior de la palabra disciplina. Dicho de otro modo, el hecho de que las cuatro palabras referidas tengan la misma raíz no ayuda mucho a resolver el carácter equívoco que todas ellas padecen, ya que esa misma raíz remite a tres horizontes diferentes. En estas circunstancias, es a la etimología de los **prefijos** que, en cada caso, anteceden a la palabra disciplina que, a mi parecer, hay que recurrir. Hay que recordar que los prefijos *pluri*, *inter* y *trans*, por razones etimológicas que nos rebasan porque están en la raíz de aquello que somos, de la lengua que hablamos, cargan inevitablemente fuertes indicaciones. Pues, es justamente con base en esas indicaciones que, pienso yo, hay la posibilidad de avanzar en una propuesta terminológica asentada en **dos principios fundamentales**: a) aceptar estos tres prefijos: *multi* o *pluri*, *inter* y *trans* (digo tres y no cuatro porque, desde el punto de vista etimológico, no tiene sentido distinguir entre *pluri* y *multi*) como tres grandes horizontes de sentido y, b) aceptarlos como una especie de *continuum* que es atravesado por alguna cosa que, en su seno, se va desarrollando. Algo que es dado en su forma mínima, en aquello que sería la *pluri* (o *multi*) disciplinariedad, que supone el poner en conjunto, o establecer algún tipo de coordinación, en una perspectiva de mero paralelismo de puntos de vista. Algo que, cuando se rebasa esa dimensión del paralelismo, de poner en conjunto de forma coordinada, y se avanza en el sentido de una combinación, de una convergencia, de una complementariedad, nos coloca en el terreno intermedio de la interdisciplinariedad. Finalmente, algo que, cuando se aproximase a un punto de fusión, de unificación, cuando hiciese desaparecer la convergencia, nos permitiría pasar a una perspectiva holística y, a estas alturas, nos permitiría hablar al fin de transdisciplinariedad. Por tanto, la propuesta es relativamente simple.

La idea es que las tres palabras, todas de la misma familia, deben ser pensadas en un *continuum* que va de la coordinación a la combinación y de ésta a la fusión. Si juntamos a esta continuidad bajo la forma de un *crescendum* de intensidad, tendremos cualquier cosa de este género: del paralelismo *pluridisciplinario* al perspectivismo y convergencia *interdisciplinaria* y, de esta, al holismo y unificación *transdisciplinaria* (figura 1).



Figura 1. Un *continuum* de la coordinación a la fusión.

Si esta propuesta tuviera aceptación entre la comunidad de aquellos que piensan estas cuestiones, tendríamos aquí una forma simple de entendernos. Cuando estuviéramos hablando de pluridisciplinariedad o de multidisciplinariedad, estaríamos pensando en aquel primer nivel que implica poner en paralelo, establecer algún mínimo de coordinación. La interdisciplinariedad, por su lado, ya exigiría una convergencia de puntos de vista. En cuanto a la transdisciplinariedad, ella remitiría a cualquier cosa del orden de la fusión unificadora, solución final que, conforme a las circunstancias concretas y el campo específico de aplicación, puede ser deseable o no. En algunas circunstancias, podrá ser importante la fusión de las perspectivas; en otras, esa finalidad podrá ser excesiva o incluso peligrosa. Esto es, no hay en la propuesta que presenté ningún objetivo de apuntar un camino progresivo que avanzase de lo peor a lo mejor. Por el contrario, entre una lógica de multiplicidades a la que apuntan los prefijos *multi* y *pluri* y la aspiración a la homogeneización para la que, inexorablemente, apunta el prefijo *trans* en cuanto pasaje a un estadio cualitativamente superior, el prefijo *inter*, aquel que hace valer los valores de la convergencia, de la complementariedad, del cruzamiento, me parece ser incluso el mejor (figura 2).

Hay innumerables definiciones entre los principales especialistas de estas cuestiones que, digamos así, soportan esta propuesta. Otras no. Con todo, más allá de todas las diferencias y disparidades, la interdisciplinariedad es una palabra que persiste, resiste y reaparece. Lo que significa que en ella y por ella, algo importante se busca pensar.

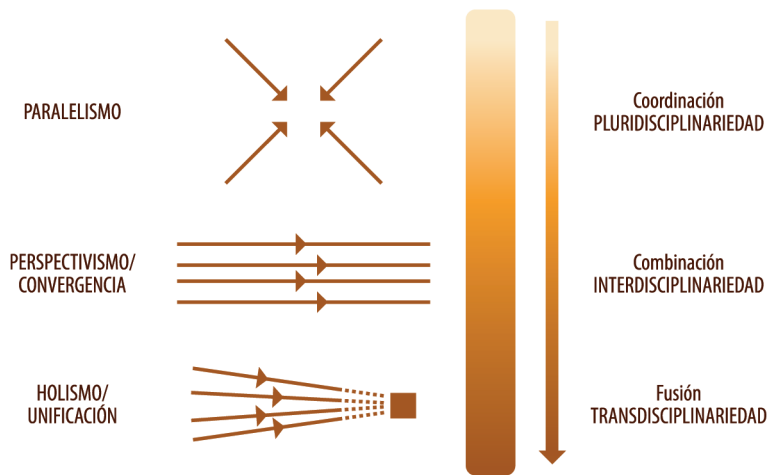


Figura 2. Tránsito a etapas cualitativamente superiores.

Las cosas

Pasando del nivel de las palabras al nivel de las ideas, o, si prefieren, de las “cosas”, verificamos que la interdisciplinariedad es un concepto que invocamos siempre que nos confrontamos con los límites de nuestro territorio de conocimiento, siempre que topamos con una nueva disciplina cuyo lugar no está todavía trazado en el gran mapa de los saberes, siempre que nos confrontamos con uno de aquellos problemas inmensos cuyo principio de solución sabemos que exige el concurso de múltiples y diferentes perspectivas.

En realidad, el problema que por la palabra interdisciplinariedad se da a pensar tiene que ver con un fenómeno característico de nuestra ciencia contemporánea. Un clivaje, un pasaje, un desplazamiento en el **modelo analítico** de una ciencia que se construyó desde sus comienzos, como la búsqueda de la división de cada dificultad en su conjunto de elementos ínfimos, esto es, que partió del principio de que existe un conjunto finito de elementos constituyentes y que sólo el análisis de cada uno de sus elementos permite después reconstituir el todo.

Ahora, es este modelo analítico, modelo que dio innegables frutos que no pueden dejar de ser reconocidos, el que se estaría revelando hoy insuficiente. Y, si esto es así, entonces, nos cabría a nosotros, ciudadanos de fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI, dar cuenta de un cambio muy profundo, de un clivaje, de un desplazamiento en el modo como el hombre hace ciencia. Cambio que vendría de arriba, que se dejaría ver, en torno de las cuestiones de la interdisciplinariedad para las cuales no tenemos todavía, siquiera, estabilidad de palabras, pero que ya están ahí, encima de la mesa, como cuestiones que importa pensar.

El problema tiene muchos condimentos pero, entre otros, ataca de frente el fenómeno de la **especialización**, situación explosiva que, como se sabe, alcanzó en la segunda mitad del siglo XX, dimensiones alarmantes.³ Sabemos que la especialización del conocimiento científico es una tendencia que nada tiene de accidental. Al contrario, es condición de posibilidad del propio progreso del conocimiento, expresión de las exigencias analíticas que caracterizan el programa de desarrollo de la ciencia que nos viene de los griegos y que fue reforzado en el siglo XVII con Descartes y Galileo. Más allá de las diferencias que los distinguen, ellos comulgan con una misma perspectiva metódica: dividir el objeto

La interdisciplinariedad se irá adelantando a sus definiciones por la simple razón de que el conocimiento está topándose con sus propios límites y, por tanto, necesita nuevos recursos de estudio, aunque todavía no sepa cómo llamarlos

de estudio para estudiar finalmente sus elementos constituyentes y, después, recomponer el todo a partir de ahí. Por ejemplo, la idea de átomo constituye una especie de síntoma elocuente de este programa. El átomo, como la propia palabra griega lo dice, es sin partes, sin *tomos*, es un *a tomos*, una cosa que ya no es divisible. O sea, con él llegamos al fin, al punto límite. A partir de entonces, podemos recomponer, porque encontramos el punto último del análisis. Sólo que la ciencia posterior verificó que así no era. Aquello que se pensaba simple, sin partes, “atómico”, vino a revelarse como un

universo abismal de multiplicidades, de complejidades ilimitadas. Cuanto más fino es el análisis, mayor es la complejidad. Al final, no habíamos llegado a ningún punto atómico, a ningún punto último de análisis a partir del cual fuese posible recomenzar el trabajo de la reconstrucción sintética.

¿Esto quiere decir que el programa analítico está en crisis? No, esto quiere decir que se muestra hoy como insuficiente. Este programa —tenemos que reconocerlo— dio al ser humano muchas y magníficas cosas, prácticamente todo lo que tenemos hoy como ciencia, todo lo que rodea nuestra vida y constituye la base de nuestra comprensión del mundo. Sólo que —tenemos también que estar abiertos a reconocerlo— hay muchas cosas que la propia ciencia produjo y que ya no caben en este programa.

A esto se suma que, a pesar de necesaria, la especialización fue hecha a costa de grandes sacrificios y elevados costos, tanto del punto de vista de la cultura

³ Como muestra Carrier y Mittelstrass (1990, 17), un catálogo de campos de estudio en universidades alemanas realizado en 1990 mostraba que existían más de 4.000.

de los hombres de ciencia, como del punto de vista de las nuevas formas de encuadramiento institucional de la actividad científica. Llevó a una **institucionalización** del trabajo científico absolutamente devastadora y de la que estamos hoy sufriendo las consecuencias. La ciencia, como sabemos, comenzó siendo una tarea democrática, nacida en la ciudad griega, en la plaza pública, en un lugar de diálogo y discusión, donde era posible la argumentación. Pero, la ciencia que nació en esa situación democrática, persiguiendo la racionalidad de sus resultados y, lo mismo es decir, la universalidad de aquellos que la podían construir y entender, parece encontrarse absolutamente liquidada en ese objetivo. La ciencia hoy crea un conjunto de instituciones escindidas, fragmentadas, absolutamente enclaustradas cada cual en su especialidad. No voy a repetir aquello que toda la gente ya sabe. La ciencia es hoy una enorme institución, con diferentes comunidades competitivas entre sí, de espaldas unas a otras, grupos rivales que luchan para conseguir espacio para su trabajo, que compiten por subsidios, que establecen entre sí un régimen de competencia completamente contrario a aquello que era el ideal científico de la comunicación universal. La situación es tan grave que, en este momento, hay una práctica de “patentificación” absolutamente inaudita: en tanto que la patente siempre sirvió para establecer la propiedad intelectual de *resultados* obtenidos, en este momento, se usa para resguardar hipótesis, *pistas de trabajo*, programas de investigación.⁴ Hay innumerables universidades —y ese fenómeno está por ser denunciado en todo el mundo— que, apenas definen un nuevo programa de investigación, inmediatamente lo patentan. Lo que significa que impiden que otras universidades u otros centros de investigación persigan esa misma hipótesis. Estamos delante de algo profundamente nuevo. No se trata de establecer si fue Newton o si fue Leibniz quien descubrió el cálculo infinitesimal. Como es sabido, hubo a propósito una polémica entre ambos, no siempre elegante, justamente sobre quién había sido el autor intelectual del cálculo infinitesimal. Se puede discutir —ellos mismos lo hicieron— pero, finalmente, tenemos dos grandes nombres ligados al cálculo infinitesimal. La historia de la ciencia está llena de esos magníficos ejemplos de descubrimiento/invención simultáneo, así como de muchos otros descubrimientos/invenciones que están ligados a un sólo nombre ilustre. Pero, tanto en unos casos como en otros, la patente se refería a un *resultado* frecuentemente técnico, más al nivel de las aplicaciones, cuyos provechos económicos busca proteger, que a las hipótesis, leyes o teorías avanzadas por los grandes genios del pasado. De cualquier modo, un resultado cuyo reconocimiento era hecho público quedaba, por esa razón, ligado al nombre de su autor.

4 Cf. Teresa Levy (1993) que traza el cuadro de esta circunstancia y de ella extrae las inquietantes cuestiones que la situación reclama.

En este momento, mucho antes de haber resultado, apenas a partir de una *pista de investigación*, esa pista es inmediatamente reservada, como una especie de territorio cerrado donde sólo es permitido que trabajen los equipos de la institución que establecieron la patente.

Y esto tiene consecuencias potenciales alarmantes. Pensemos en los laboratorios gobernados por los generales, del tipo de Los Álamos, irremediamente existentes en nuestra ciencia de hoy, donde los científicos son profesionales pagados por generales, regulados por generales y, por tanto, obedientes al principio de secretismo de la propia investigación.

Tal vez una de las razones del auge de la disciplinarietàad y su consecuencia inmediata, la especialización, fue que ambas favorecieron el proceso de institucionalización de la ciencia

¿Qué otra cosa podemos concluir sino que esa investigación es completamente contraria al espíritu científico como siempre lo pensamos: dialógico, democrático, cooperativo y de vocación universal?

Pero, como vimos, esos grandes costos y esos grandes sacrificios se hicieron, no sólo en relación a las instituciones, sino también en relación a la **cultura de los hombres de ciencia**.

En una obra de Ortega y Gasset, probablemente el más virulento y feroz de todos los textos jamás escritos contra las consecuencias de la especialización sobre el hombre de ciencia, ya en los años 30 denunciaba la “barbarie del especialismo”:

Porque antes los hombres podían dividirse, sencillamente, en sabios e ignorantes, en más o menos sabios y más o menos ignorantes. Pero el especialista no puede ser subsumido bajo ninguna de esas dos categorías. No es sabio, porque ignora formalmente cuanto no entra en su especialidad; pero tampoco es un ignorante, porque es “un hombre de ciencia” y conoce muy bien la pequeñísima parcela del universo en que trabaja. Habremos de decir que es un sabio-ignorante, cosa sobremanera grave, pues significa que es un señor el cual se comportará en todas las cuestiones que ignora no como un ignorante, sino con toda la petulancia de quien en su cuestión especial es un sabio. (Ortega y Gasset 1929, 174).

Este diagnóstico es premonitorio. No tanto por describir una situación de institucionalización que Ortega ya tuvo condiciones de conocer en su tiempo, sino sobre todo por apuntar certeramente los efectos que la especialización de la ciencia comenzaba entonces a tener, no sólo en el trabajo que era hecho, en las prácticas de la ciencia normal, sino en la conciencia y en la cultura de los hombres que hacían dicha ciencia. Este mismo diagnóstico fue repetido por otros

pensadores y por otras obras influyentes. Es el caso de otro texto extremadamente influyente, *The Two Cultures* de C.P. Snow (1959), que me disculpo de presentar.⁵

Me gustaría ahora llamar la atención hacia el hecho de que, a partir de cierto momento, serán los propios hombres de ciencia, quienes se den cuenta de la gravedad de las consecuencias de la especialización que practican. Una cosa es Ortega y Gasset o Snow hablando de la escisión abismal entre la cultura humanística y la cultura científica, otra cosa es que los *propios creadores científicos* tomen conciencia de la situación en que viven e inscriban sus palabras contra esa situación. Por ejemplo, en las palabras de Norbert Wiener, el padre de la cibernética:

Hay hoy pocos investigadores que se puedan proclamar matemáticos o físicos o biólogos sin restricción. Un hombre puede ser un topólogo, un acústico o un coleopterista. Entonces estará totalmente sumergido en la jerga de su campo, conocerá toda la literatura y todas las ramificaciones de ese campo pero, frecuentemente, mirará para el campo vecino como cualquier cosa que pertenece a su colega tres puertas abajo en el corredor y considerará incluso que cualquier manifestación de interés de su parte correspondería a una injustificable violación de privacidad (Wiener 1948, 2).⁶

Es decir, a mediados del siglo XX, los propios hombres de ciencia comencaron a sentir lo absurdo de su situación. En palabras de otro célebre hombre de ciencia, Oppenheimer:

Hoy no sólo nuestros reyes no saben matemática, tampoco nuestros filósofos saben matemática y para ir un poco más lejos, tampoco nuestros matemáticos saben matemática. Cada uno de ellos conoce apenas un ramo del asunto, y se escuchan unos a los otros con el respeto simplemente fraternal y honesto. (...) El conocimiento científico hoy no se traduce en un enriquecimiento de la cultura general. Por el contrario, es posesión de comunidades altamente especializadas, que se interesan mucho por él, que les gustaría compartirlo, que hacen esfuerzo por comunicarlo, pero no hace parte del entendimiento humano común... Lo que tenemos en común son los simples

5 Más que un diagnóstico, se trata ahora de la comprobación de un cisma. La tesis central, bien conocida, es de que existen hoy dos culturas "comparables en inteligencia, idénticas en raza, no muy diferentes en su origen social, recibiendo más o menos los mismos rendimientos, pero que dejaron de comunicarse" (Snow 1959, 2), dos culturas a las que corresponden dos grupos opuestos, cada cual con una imagen distorsionada del otro, con sus actitudes y hábitos específicos, opiniones comunes y, sobre todo, axiomas tácitos: "de un lado los intelectuales literarios, del otro los científicos. Entre los dos, hay un hiato de mutua incompreensión y a veces (particularmente entre los jóvenes) de hostilidad". (Snow 1959, 4)

6 De Wiener, véase también (1960).

medios por los cuales aprendemos a vivir, hablar y trabajar juntos. Más allá de eso, se desarrollaron las disciplinas especializadas como los dedos de la mano: unidos en el origen pero ya sin contacto alguno. (Oppenheirrmer 1955, 55).

Inversiones

Ahora esta situación de crisis, que ha sido resentida —intenté ilustrarla con algunos ejemplos límites del modelo analítico, institucionalización y especialización de la ciencia, denuncia de sus consecuencias nefastas, sea por los hombres de la cultura como Ortega y Gasset o Snow, o por los hombres de ciencia como Wiener u Oppenheimer— comienza a ser completamente invertida a partir de los años setenta del siglo pasado. En realidad se asiste en la ciencia a una curiosa *décalage*.⁷ En términos institucionales, la fragmentación tiende a aumentar pero, en términos conceptuales y en términos de investigación, hay innumerables actividades e innumerables prácticas que van en el sentido de la interdisciplinariedad.

Significativamente, lo mismo pasa en términos de la enseñanza universitaria y secundaria donde, un poco por todos lados, comienzan a ensayarse formas de inversión de las tradicionales tendencias curriculares estrictamente disciplinarias.⁸ Simultáneamente, comienza la emergencia de un conjunto de discursos que vienen a hacer el elogio de la interdisciplinariedad. La bandera de la interdisciplinariedad comienza a ser defendida con entusiasmo. Se asiste a un vigoroso movimiento de reorganización disciplinaria. Comienza también a ser defendido un programa científico alternativo al modelo analítico el cual, aunque con innegables beneficios, haya conducido a la ciencia a esta situación. Y comienza incluso a ser posible diseñar los contornos de tal proyecto. En suma, comienza a diseñarse una especie de entusiasmo por el trabajo interdisciplinario, digamos así, en cuatro frentes: a nivel *discursivo*, a nivel de un *reordenamiento disciplinario*, de *nuevas prácticas* de investigación y a nivel del *esfuerzo de teorización* de esas nuevas prácticas.

7 En francés en el original, se traduce por: desajuste.

8 Significativamente, lo mismo pasa en términos de la enseñanza universitaria y media que, un poco por todos lados, comienzan a ensayar formas de inversión de las tradicionales tendencias curriculares estrictamente disciplinarias. De la abundante literatura, destacaré tan sólo dos de los programas más significativos de los años setenta promovidos por la UNESCO (1971 y 1972) y por la OCDE (CERI, Apostel, Berger, Briggs, Michaud) (1972). Otros trabajos, todavía ofrecen algunas indicaciones que pueden dar una idea de la diversidad de países donde la cuestión de la interdisciplinariedad se colocó al nivel de los sistemas de enseñanza: Tamborlini (1972), Guenier y Larcheveque (1972), Warwick (1973), Zveren (1975), Hernández (1978) o Flexner y Hauser (1979).

Discursos

Escogí tan sólo un ejemplo de esos discursos —Gilbert Durand— que se refiere a la interdisciplinariedad en términos de aquello que es legítimo llamar una **poética de la interdisciplinariedad**. Gilbert Durand (1991) comienza por llamar la atención hacia la necesidad de, en la historia de la ciencia, mirar con cuidado a cada gran creador. Verificaremos que los grandes creadores lo eran —o mejor, lo fueron— porque justamente no se encajaban en el esquema de la especialización. Lo que Durand y muchos otros proponen es pues una especie de inversión o re enfoque de nuestra mirada hacia aquello que fue la propia historia de la ciencia. Siempre pensamos que ella había sido hecha por especialización creciente y lo que Durand viene a decir es que, si miramos con atención, los grandes creadores científicos eran hombres que tenían una formación pluridisciplinaria, hombres que tenían, en su origen, no el trabajo al interior de su especialización, sino justamente la posibilidad de atravesar diferentes disciplinas, de cruzar diversos lenguajes y diversas culturas. Veamos un pasaje de Durand:

Los sabios creadores del fin del siglo XIX y de los diez primeros años del siglo XX, ese período áureo de creación científica en que se perfilan nombres como los de Gauss, Lobochevsky, Riman, Poincaré, Becquerel, Curie, Pasteur, Max Planck, Niels Bohr, Einstein, etc., tuvieron todos una larga formación pluridisciplinaria heredera del viejo *trivium* (las “humanidades”) y *quadrivium* (los conocimientos cuantificables y, por tanto, también la matemática) medievales, prudente y parsimoniosamente organizados por los colegios de los jesuitas y de los frailes oratorios y de las pequeñas escuelas jansenistas del nuevo humanismo Lakanal (Durand 1991, 36).

Finalmente, al contrario de lo que podríamos pensar, aquellos que, al final del siglo XIX, produjeron los grandes acontecimientos y transformaciones científicas no fueron los especialistas, o sea, aquellos que fácilmente cayeron bajo la crítica feroz de, por ejemplo, Ortega y Gasset. Al contrario, fueron personajes que se habían beneficiado de una formación universalista que nuestras escuelas y universidades dejaron últimamente de proporcionar. En última instancia, lo que Durand está diciendo es que la posibilidad de innovación resulta de una formación universalista, pluridisciplinaria, abierta a todas las transversalidades (cf. Durand 1991, 40-41). Y confía y apuesta al trabajo de la universidad y de la escuela como una labor que debe restituir en el orden del día esa formación. Incluso cuando la ciencia haya seguido un modelo de especialización, la escuela y la universidad, principalmente a través de sus regímenes curriculares y metodologías de trabajo, deben defender perspectivas transversales e interdisciplinarias. ¿Y esto por qué? Porque es de la presencia en la conciencia del investigador de varios lenguajes y de varias disciplinas que puede resultar el propio

progreso científico. O sea, porque hay una heurística que resulta justamente de esa formación interdisciplinaria.

Heurística que comporta tres interesantes determinaciones. En primer lugar, la cuestión de la *fecundación recíproca de las disciplinas*, de la transferencia de conceptos, de problemáticas, de métodos con vista a una lectura más rica de la realidad. Sabemos cómo gran parte de la Química que hoy conocemos sería imposible sin la Física Cuántica, cómo los dispositivos matemáticos de Riemann fueron decisivos para la Física de la Relatividad, cómo la Biología de Darwin es deudora de la economía de competencia de Smith y Malthus. Es en ese sentido que, por ejemplo, aquello a lo que vulgarmente se le llama “invención por casualidad” sería finalmente resultado de la irrupción súbita, en la conciencia del practicante de una determinada disciplina, de una posibilidad explicativa utilizada por otra disciplina que forma parte de su formación de base, que estaba allí, latente desde ese momento. El hecho de que un practicante de una determinada ciencia, al interior de una cierta práctica científica, tenga la posibilidad de descubrir de repente cualquier cosa es, según Durand, efecto de la formación alargada que

tuvo en su escolaridad, de la presencia de otras disciplinas y de otros métodos en su conciencia, algo que resulta de su preparación, no como especialista habitado por una “obsesión monodisciplinaria” (Durand 1991, 37), sino como hombre de larga formación e información interdisciplinaria. Cuando hay una de esas irrupciones súbitas, en general, son atribuidas a la “casualidad” pero, en el fondo, es el propio “descubrimiento por casualidad” que no sería sino esa irrupción súbita de

La historia parece sugerir que la mayoría de los grandes creadores de adelantos científicos fueron individuos que lograron trascender en momentos clave los límites de su especialidad

una posibilidad explicativa marginal o incluso extrínseca a la rutina disciplinaria. Un primer nivel es pues el de la fecundación recíproca que una disciplina puede ejercer sobre otra, a través de aquello que, en la conciencia del científico, permanece de su formación interdisciplinaria.

Un segundo elemento tiene que ver con que, en la aproximación interdisciplinaria, hay una posibilidad de que se alcancen camadas más profundas de realidad cognoscible. Una aproximación interdisciplinaria no es una aproximación que deba ser pensada únicamente de lado del sujeto, de aquel que hace la ciencia. Es algo que tiene que ver con el propio objeto de investigación y con su complejidad. Tiene que ver con el hecho de que el átomo no sea efectivamente la partícula mínima. Tiene que ver con el espanto revelado por Leeuwenhoek cuando, en el siglo XVII, mirando por el microscopio que había construido, se dejó conmov

por el vértigo sucesivo de un universo que se multiplicaba frente a él, lagos llenos de peces cuyos peces eran, de nuevo, nuevos lagos llenos de peces.

Es este *abismo de la complejidad*, de la apertura vertiginosa de una realidad que al final de cuentas no es atómica, lo que constituye el fundamento “material” de la interdisciplinariedad. ¡Nótese que hay aquí dos elementos completamente diferentes! Uno es defender la heurística de la interdisciplinariedad como cualquier cosa que es del orden del *suje-to*, cualquier cosa que está del lado de quien descubre, de quien produce una novedad científica y que, según Durand, teniendo que ver con su formación multidisciplinaria, tomaría la forma de una irrupción brusca de elementos de una disciplina al interior de una conciencia que está trabajando en otro campo disciplinario. Otro aspecto se refiere al hecho de que esta perspectiva interdisciplinaria permite tocar zonas del *objeto* de investigación que la mirada disciplinaria especializada no permitía ver, pero que, justamente, se desdoblaron en capas múltiples (los lagos y los peces de Leeuwenhoek) de una realidad abismal delante de nosotros.

Finalmente, la tercera determinación de la poética de la interdisciplinariedad se refiere al hecho de que, como dicen Durand, y muchos como él, la propia interdisciplinariedad permite la constitución de *nuevos objetos del conocimiento*. Hay muchos objetos del conocimiento que sólo pueden ser constituidos como tales, justamente en una perspectiva interdisciplinaria. El clima, la ciudad, el tránsito, el ambiente, la cognición, son ejemplos de objetos que una única tradición disciplinar no podría abarcar, ni siquiera constituir como objetos de conocimiento, esto es, que sólo existen como objetos de investigación porque, justamente, es posible poner en común varias perspectivas interdisciplinarias.

Pero, como vimos, a partir de los años setenta, a la par de la emergencia de este tipo de *discursos de entusiasmo* por la interdisciplinariedad, como el ejemplo de Gilbert Durand, asistimos, un poco por todos lados —y este es ciertamente el aspecto más importante— al surgimiento de un largo movimiento de *reordenación disciplinar*, a la emergencia de *nuevas prácticas* al interior de la producción científica que claramente exploran las fronteras de los marcos disciplinarios constituidos. Por otro lado, es notorio un enorme *esfuerzo de teorización* de estas experiencias que rebasan las fronteras disciplinarias y ensayan aproximaciones a un nuevo modelo no analítico de comprensión que se está constituyendo bajo nuestros ojos.

Una de las expectativas más caras de los defensores de la interdisciplinariedad es que permitirá abrir nuevos niveles de comprensión de diversas realidades

Reordenamientos disciplinares

Con relación a las diversas experiencias de reordenamiento disciplinar, me limito a dar algunos ejemplos y a referir el surgimiento de nuevos tipos de formaciones disciplinares que propongo organizar en tres grandes tipos.

- a) **ciencias de frontera**, nuevas disciplinas híbridas que se constituyen por el cruzamiento de dos disciplinas tradicionales, sea en el ámbito de las ciencias exactas y de la naturaleza (por ejemplo, la Biomatemática, la Bioquímica o la Geofísica), de las ciencias sociales y humanas (Psicolingüística o Historia Económica) o entre unas y otras (Sociobiología, Etología), o incluso entre ciencias naturales y disciplinas técnicas (Ingeniería Genética o Biónica). En cualquier caso, son siempre nuevas disciplinas que se constituyen en la frontera de dos disciplinas tradicionales.⁹
- b) **interdisciplinas**, nuevas disciplinas que surgen del cruzamiento, también inédito, de las disciplinas científicas con el campo industrial y organizacional. Ejemplos: Relaciones Internacionales y Organizacionales, Sociología de las Organizaciones, Psicología Industrial o, incluso, ese elocuente ejemplo constituido por la *Operational Research* (en inglés en el original), investigación operacional que resultó de la conglomeración, o incluso de la fusión, entre científicos, ingenieros y militares.¹⁰
- c) Finalmente, **interciencias** o, como Boulding (1956, 12) las designa, “interdisciplinas multisexuales”. No se trata ahora de juntar dos disciplinas, sino de constituir una polidisciplina que tiene un núcleo duro y, a su alrededor, una aureola de otras disciplinas. No son dos disciplinas, son varias, y es imposible establecer cualquier especie de jerarquía entre ellas. Los ejemplos

9 Para estudios sobre los orígenes interdisciplinarios de algunas disciplinas de frontera véase, por ejemplo, los casos de la *Física Matemática* (Lévy-Leblond, 1982), de la *Química Física* (Dolby, 1976), de la *Biofísica* (Certaines, 1976) y *Bioquímica* (Bechtel, 1986), de la *Psicolingüística* (Bechtel, 1987), de la *Termodinámica* (Costabel, 1976), o de las *Ciencias Biomédicas* (Rossini, 1986).

10 Teniendo el primer grado académico en *Operational Research* creado en 1952 en los Estados Unidos y, en 1964, en Inglaterra, la nueva disciplina, que implica una perspectiva sistémica según la cual cualquier acción sobre una parte del sistema tiene algún efecto sobre el comportamiento del sistema en su todo, tiene por objeto de estudio los problemas de *performance* de sistemas organizados. Se trata de una interdisciplina resultante del cruzamiento de diversas disciplinas teóricas (la lógica, la estadística, la teoría de la comunicación, la cibernética, la teoría de la decisión) y de un conjunto de métodos, técnicas e instrumentos desarrollados en diferentes contextos industriales y organizacionales que la *Operational Research* rentabiliza en términos de la construcción de los modelos físicos, gráficos y simbólicos, y de la creación de situaciones de simulación con que preferencialmente opera. Para una información detallada sobre el estatuto disciplinario de la *Operational Research*, cf. Hillier (1979).

más pertinentes son la Ecología, las Ciencias Cognitivas, la Cibernética¹¹ y las Ciencias de la Complejidad.¹² En este conjunto tenemos varias novedades epistemológicas. Por ejemplo, en lo que se refiere a las ciencias cognitivas, uno de sus teóricos habla de una “galaxia de disciplinas” (Andler, 1992: 81),¹³ queriendo con eso dar la idea de que, ya en el núcleo, están varias ciencias. No estamos ahora en situaciones semejantes a las de la Biofísica, que es, más bien, una ciencia de frontera entre la biología y la física. Estamos ante una configuración que, incluso teniendo un núcleo, está constituido por varias disciplinas y, a su alrededor, muchas otras que también hacen parte del conjunto heterogéneo y plural al que responden las ciencias cognitivas.

Prácticas

Más allá de estos nuevos tipos de configuraciones disciplinarias, es todavía posible señalar la existencia de nuevas prácticas de cruzamiento interdisciplinario. **Prácticas de importación**, desarrolladas en los límites de las disciplinas especializadas y en el reconocimiento de la necesidad de trascender sus fronteras. Hay una disciplina que hace una especie de cooptación del trabajo, de las metodologías, de los lenguajes, de los andamiajes ya probados en otra disciplina. Hay aquí una interdisciplinariedad, digamos así, *centrípeta*, en la medida en que se trata de cooptar, para el trabajo de la disciplina importadora, determinaciones que pertenecen a otras disciplinas.

11 Hay mucha discusión sobre si la *Cibernética* es una interciencia o si, por el contrario, debería ser considerada una interdisciplina (en la medida en que supone la participación de los ingenieros, de los informáticos, así como la construcción de modelos mecánicos). Para una discusión sobre la intención unitaria del programa teórico de la *Cibernética*, véase al propio Wiener (1960) y también Linguiti (1980) y Pasolini (1986).

12 Teniendo como *antecedentes* la teoría de los sistemas de Bertalanffy, con su tesis sobre organismos vivos como sistemas, los estudios de McCulloch y Pitts sobre redes neuronales y la cibernética de Norbert Wiener y como *punto de arranque* la explosión de la tecnología de la computadora y el surgimiento de nuevos instrumentos matemáticos adaptados al estudio de sistemas complejos, las ciencias de la complejidad son resultantes del *cruzamiento* de diversas líneas de investigación (las teorías matemáticas de la complejidad de Turing a von Neuman), la teoría de la información (Shannon, Weaver y Hamming), las teorías físicas del caos, las teorías de las redes neuronales (Marr, Cooper, Rumelhart, Hopfield, Gardner), fractales, inteligencia artificial (Doyle Farmer, Minsky, John Holland) y estudios naturalistas sobre el cerebro). Para una discusión del estatuto epistemológico nuevo del objeto de las ciencias de la complejidad, de su carácter de alargamiento o transformación del campo de los saberes, cf. Stengers (1987).

13 En un texto posterior, Andler retoma la expresión “galaxia de las Ciencias Cognitivas”, definiéndola como “masa informe de programas de investigación que derivan de una multitud de disciplinas” (Andler 1992, 10). Sobre el estatuto disciplinario de las *Ciencias Cognitivas*, véase también Proust (1991).

Prácticas de cruzamiento, en que no tendríamos una disciplina central que va a buscar elementos a las otras en su favor, sino problemas que, teniendo su origen en una disciplina, irradian hacia otras. La interdisciplinariedad tiene aquí una dirección *centrífuga*. En la medida en que cada disciplina es incapaz de agotar el problema que se analiza, la interdisciplinariedad se traduce en la *apertura* de cada disciplina a todas las otras, en la disponibilidad de cada una de las disciplinas involucradas en dejarse cruzar y contaminar por todas las otras.¹⁴

Prácticas de convergencia, de análisis de un terreno común, estudios por áreas, que envuelven convergencia de las perspectivas. Este tipo de interdisciplinariedad ha sido muy utilizado en *objetos dotados de una cierta unidad*: por ejemplo, regiones geográficamente circunscritas y dotadas de una gran unidad cultural o lingüística. Hablando de cosas recientes, los norteamericanos son reconocidamente¹⁵ especialistas en hacer estudios de determinadas áreas donde piensan después invertir con fuerza, aquello a lo que se llama estudios de convergencia en terreno común. Esto es, una especie de conocimiento exhaustivo de regiones estratégicas para el liderazgo que se preparan a desempeñar en la escena mundial.

Las posibilidades de interacción entre disciplinas pueden revestir una variedad de modalidades, que responden a las diferentes metas de cada rama de la ciencia involucrada, y a las expectativas respecto del híbrido alcanzado

Prácticas de descentración, relativas a problemas imposibles de reducir a las disciplinas tradicionales. Muchas veces son problemas nuevos como el ambiente,¹⁶ pero pueden ser también *problemas demasiado grandes*, como el clima o las

problemas imposibles de reducir a las disciplinas tradicionales. Muchas veces son problemas nuevos como el ambiente,¹⁶ pero pueden ser también *problemas demasiado grandes*, como el clima o las

14 Aceptando como válida la tesis de Andler (1992, 80) relativa al estatuto de *melting pot* (en inglés en el original) de la *Inteligencia Artificial*, estaríamos ahí frente a una práctica interdisciplinaria orientada a una modalidad *sui generis* de aquello que designamos como "prácticas de cruzamiento". Su sello característico sería el hecho, con base en la extraordinaria capacidad de modelación de la computadora, su instrumento privilegiado, de que la *Inteligencia Artificial* se constituía en punto de encuentro de una gran diversidad de investigaciones. La interdisciplinariedad no tendría entonces en su base, ni una teorización que determinase de forma descendente la práctica interdisciplinaria, ni una comunidad de objeto que le imprimiese una orientación *ascendente*, sino una *capacidad de modelación* transversal a gran número de disciplinas. De ahí también que se pueda decir que el estatuto disciplinar de la *Inteligencia Artificial* oscila entre el de una "interdisciplina" y el de una "interciencia". Sobre la emergencia disciplinar de la *Inteligencia Artificial*, véase Le Moine (1986).

15 Cf. Wallerstein *et al.* (1996).

16 Véase, por ejemplo, Bass (1986), Jollivet (1991), Pechkov (1991) o Laszlo (1983 y 1991).

florestas,¹⁷ problemas que comprenden el tratamiento de datos gigantescos, que implican colaboración internacional, una red de cooperantes y de participantes situados en varios puntos del globo, que producen información que tiene que ser después centralizada y tratada por procesos automáticos de cálculo. La interdisciplinariedad puede aquí ser llamada *descentrada*. No hay entonces propiamente una disciplina que constituya el punto de partida o de irradiación del problema o que sea siquiera el punto de llegada del trabajo interdisciplinario. Hay un policentrismo de disciplinas al servicio del crecimiento del conocimiento.

Finalmente, **prácticas de compromiso**, aquellas que se refieren a cuestiones muy vastas, problemas que han resistido a lo largo de siglos a todos los esfuerzos pero que requieren soluciones urgentes. Me estoy refiriendo, por ejemplo, a cuestiones como el origen de la vida o la naturaleza de los símbolos; saber por qué unas personas matan a otras, por qué razón el hambre persiste en un mundo de abundancia.¹⁸ Cuando se busca pensar cuestiones de este género, rápidamente nos damos cuenta cómo todos nuestros saberes son pocos para buscarlas, siquiera percibir las. Sentimos que estamos delante de problemas que son demasiado grandes para ser objeto de estudio. No hay computadora que pueda concentrar los datos que nos permitirían siquiera calcularlos. Para problemas de este género hay entonces que apelar a otro tipo de interdisciplinariedad, una interdisciplinariedad envolvente, circular, que se entregue a un régimen de polinización cruzada, que explore activamente todas las posibles complementariedades.

Teorizaciones

Hay una última cuestión, en lo que se refiere a la ausencia de un programa teórico unificado de fundamentación de la interdisciplinariedad.

De acuerdo, por ejemplo, con Gusdorf,¹⁹ Bobossov (1978) o Da Matta (1991), la interdisciplinariedad es pensada como **programa antropológico** en el cual el

17 Cf., por ejemplo, Chen (1986) o Barmark y Wallen (1986).

18 Cf., por ejemplo, Walshok (1995).

19 Además de ser uno de los teóricos más consistentes del problema de la interdisciplinariedad que tematiza en un significativo conjunto de publicaciones, (cf. Gusdorf, 1967, 1977, 1985, 1986, 1990), puede ser considerado un *militante* de la interdisciplinariedad, tanto en términos epistemológicos, como pedagógicos y organizativos. Así se explica que, en el contexto de las actividades en pro de la interdisciplinariedad desencadenadas por la UNESCO, haya sido invitado, en 1961, a presentar un proyecto de investigación interdisciplinario para las ciencias humanas que pudiese constituir un modelo para una organización de investigación interdisciplinaria. Cf. Gusdorf (1967a y 1967b).

ser humano se revela como “lugar privilegiado del punto de partida y del punto de llegada de todas las formas de conocimiento” (Gusdorf, 1986: 31), esto es, fuente absoluta de todas las ciencias y, simultáneamente, polo unificador en el cual, todas ellas encontrarán su sentido. En otras palabras, todas las ciencias son ciencias humanas. La forma inversa de fundamentar la interdisciplinariedad, que podríamos designar como **realista**, pasaría por argumentar que, en último análisis, las distintas ciencias tienen el mismo objeto. No sería ahora el hecho de que el *sujeto* de la ciencia sea siempre el mismo, lo que podría fundamentar la interdisciplinariedad sino, inversamente, el hecho de que todas las ciencias refieran a un mismo *objeto*, apuntaran a una misma realidad. Es, por ejemplo, lo que defiende Piaget cuando considera que uno de los fundamentos de la interdisciplinariedad debe ser buscado en la unidad y complejidad del propio objeto de la ciencia (Piaget 1971, 539).²⁰

Otro tipo de tentativa de fundamentación de la interdisciplinariedad, que designaremos como **programa metodológico**, tiene que ver con la capacidad de la interdisciplinariedad para constituirse como mecanismo de regulación de la emergencia de nuevas disciplinas y de los discursos plurales que las constituyen. En este sentido la interdisciplinariedad rechazaría tanto la planificación unitaria como la dispersión anárquica, tanto la ceguera del especialista como la dilución de las especificidades disciplinarias en una indeterminación globalizante. Como escribe Resweber en un estudio titulado *La Methode interdisciplinaire* (1981), “lejos de diluir la especificidad de las disciplinas, ella [la interdisciplinariedad] reenvía al especialista al alejamiento significativo que funda la especialidad de su ciencia” (Resweber 1981, 44).

Al interior de otro programa, el **programa epistemológico**, habría, pienso yo, que distinguir dos grandes aproximaciones: a) la *Teoría de los Sistemas* (Bertalanffy,²¹ Apostel²² y Pierre Delattre²³) que busca la constitución de una nueva disciplina cuyo objetivo es directamente la integración de las diversas ciencias naturales y sociales, una especie de teoría general de la organización

20 Veremos más adelante (cf. notas 28 y 29) si no es que la posición de Piaget sobre la interdisciplinariedad se restringe a este tipo de fundamentación realista.

21 Aunque la idea fundamental de la Teoría de los Sistemas haya sido presentada por Bertalanffy en 1937, sus primeras publicaciones surgieron sólo después de la guerra (Bertalanffy, 1950, 1951, 1956 y 1968).

22 Para Apostel la Teoría de los Sistemas es una disciplina comparativa que tiene por misión permitir integrar de forma creativa los resultados de las diversas ciencias (cf. Apostel, 1977). De Apostel véase, en especial (1972a, 1972b, 1978a y 1978b).

23 Pierre Delattre va, sobre todo, a insistir en la vocación interdisciplinaria de los varios formalismos generados por las teorías de los sistemas, y explorar la posibilidad de construir un lenguaje más o menos unificado, (cf. Delattre, 1981) para otros títulos más significativos véase Delattre (1971, 1973 y 1984).

de los saberes capaz de hacer frente al enclaustramiento de las disciplinas y a sus dificultades de comunicación (Bertalanffy 1968, 28-33). La idea fundamental es brindar a las diversas especialidades instrumentos conceptuales utilizables por todas, transferirle a unas métodos y modelos ya probados en otras, señalar isomorfismos, identificar principios unificadores; b) el *Círculo de las Ciencias* de Piaget que, más allá de la tesis (arriba referida)²⁴ que sitúa la fundamentación de la interdisciplinariedad en la complejidad del objeto de la ciencia, hace también depender esa interdisciplinariedad de los mecanismos comunes de los sujetos cognoscentes. Y era en la confluencia de estos dos elementos que Piaget pensaba construir el célebre círculo de las ciencias. Fue con base en esta perspectiva extremadamente influyente que, en Ginebra, Piaget constituyó un Instituto que acabó por no dar los resultados que se esperaban.²⁵

Un último programa hacia el cual me gustaría llamar su atención es el **programa ecológico** presentado por el filósofo francés Félix Guattari. En un texto publicado en un volumen de actas de la UNESCO intitulado *Fondements Ethico-politiques de l' Interdisciplinarité* (1992) y en otro trabajo anterior, titulado *Les Trois Écologies* (1989), Guattari defiende que la interdisciplinariedad debe pasar por una articulación entre las cuestiones de la ciencia, de la ética y de la política, es decir, supone una especie de transversalidad de universos que siempre se pensaron como diferentes, no sólo al interior de la ciencia, sino en la relación de la ciencia con la ética individual y con la política general. En aquello a lo que llama *interdisciplinariedad ecológica*, Guattari defiende que, en el contexto global de desmoronamiento de valores y prácticas tradicionales que es el nuestro, de descentración y multiplicación de antagonismos, de grandes desequilibrios ambientales y sociales, ningún desenlace está anticipadamente determinado. Ninguna esperanza salvífica, ninguna creencia en un inevitable camino de progreso, ningún determinismo infraestructural es hoy aceptable (Guattari 1989, 23). Una sola certeza nos habita: no es posible volver atrás, reencontrar los antiguos equilibrios y las formas de vida del pasado. El futuro está abierto. Todo puede acontecer: la catástrofe o la respuesta satisfactoria; la barbarie o la solu-

²⁴ Cf. supra, nota 24.

²⁵ Sabemos que Piaget consideraba la necesidad de distinguir tres tipos de relaciones interdisciplinarias (entre ciencias jerarquizables, como, por ejemplo, entre la *Psicología* y la *Biología* (Piaget 1971, 541-544); entre ciencias no jerarquizables, como, por ejemplo, entre la *Psicología* y la *Lingüística* (Piaget 1971, 544-546) y entre ciencias de hechos y ciencias deductivas, como, por ejemplo, la *Psicología* y la *Lógica*, disciplinas que, aun careciendo de procedimientos comunes, permiten el establecimiento de una cooperación con miras a la resolución de problemas que exigen la confrontación entre hechos y normas formales (Piaget 1971, 546-549). De Piaget, véase (1970, 1970a, 1972, 1976). Para un estudio de la naturaleza interdisciplinaria de la epistemología de Piaget cf. Boden (1990). Se encuentra también en Gusdorf (1977) una evaluación crítica del proyecto disciplinario de Piaget.

ción positiva. No obstante, para que una respuesta satisfactoria pueda ser encontrada, es necesaria una revolución política, social y cultural de alcance planetario (Guattari 1989, 14), una revolución que articule, armonice y considere conjuntamente los tres registros fundamentales (ambiental, social y mental) de una ecología generalizada. Como advierte Guattari, no se trata de hacer funcionar, de forma unívoca, cualquier ideología (Guattari 1989, 20), renovar antiguas formas de militancia, o poner en marcha un discurso de enfrentamiento de clases por intermedio de consignas reductoras del dominio de las subjetividades. Al contrario, el programa de una *interdisciplinariedad ecológica*, “simultáneamente práctico y especulativo, ético-político y estético” (Guattari 1989, 70), apunta a fomentar todos los vectores potenciales de singularización, apoyar todas las aperturas prospectivas e innovadoras, tanto a escala molar como molecular, tanto de naturaleza teórica y comunicacional como existencial y experimental.

Guattari llega incluso a usar el término *ecosofía*, expresión menos afortunada, a mi parecer, en la medida en que parece remitir a dimensiones que estarían más allá de la racionalidad. No obstante, no es ése el sentido que Guattari le da cuando escribe: “se vuelve necesario pensar la vida humana en términos de ecología generalizada —en su sentido ambiental, social y mental— la que llamo *ecosofía*” (1989, 102). Este programa por tanto implica la solidaridad epistemológica de los varios dominios implicados, que señala la necesidad ética de un compromiso en la acción y la virtud estética de la invención y reinención permanentes y que, necesariamente, transporta consigo la “voluntad de transformación de la condición humana en el Planeta” (Guattari 1992, 194).

Ampliaciones

Estamos por tanto en una situación en la que tenemos la necesidad de ampliar el propio concepto de interdisciplinariedad. Ya tuvimos que alargar el concepto de ciencia, ya tuvimos que pasar de una ciencia que era predominantemente analítica a una ciencia que procura abordar a las nuevas complejidades que constantemente descubre e inventa, procediendo cada vez más de forma transversal. Tenemos que percibir que estamos en un mundo en que los muros fueron derrumbados (aunque otros estén siendo erigidos, la caída del Muro de Berlín es un acontecimiento de inagotable sentido simbólico). Estamos en un mundo de anulación y de mezcla de fronteras. Como dice Agamben (1990), la comunidad que viene es una comunidad de inmigrantes, de mestizos, de apátridas, de impuros, de “sin tierra”. Lo que nos espera es un mundo en que se pierda el propio sentido de la identidad (¿o sería mejor decir, de pertenencia a un lugar?). Ésta es también una realidad nueva que exige de nosotros la capacidad para encontrar formas más amplias de pensar y que, muy probablemente, tiene

que ver con las cuestiones que se piensan de acuerdo con los alcances de la palabra interdisciplinariedad.

En el fondo, estamos pasando de un esquema arborescente, en que había una raíz, un tronco cartesiano que se elevaba, majestuoso, encima de nosotros, que se dividía en ramas y pequeños gajos de los cuales salían varios y succulentos frutos, todos ligados por una especie de armoniosa y fecunda jerarquía, hacia un *modelo en red, en complejísima constelación*, donde deja de haber jerarquías, vinculaciones privilegiadas: por ejemplo, en las ciencias cognitivas, ¿cuál es la ciencia fundamental?

La ciencia nació en la ciudad griega y probablemente, después de un largo periodo de alejamiento e ilusoria neutralidad, va a tener que ser reinscrita en la vida ética y política de los humanos. No sólo como cualquier cosa que, por un gesto de voluntad, ahí se quiera reintroducir sino como cualquier cosa que, después de haber recorrido un largo y paciente camino de abstractos y minuciosos análisis, respira de nuevo, abre los brazos, hincha el pecho y retoma el camino de su patria original. ■

Referencias

- Agamben, G. *La comunità che viene*. Traducido por António Guerreiro (A comunidade que vem. Lisboa Presença 1993). Torino: Giulio Einaudi, 1990.
- Andler, D. *Introduction aux Sciences Cognitives*. París: Gallimard, 1992.
- . *Sciences Cognitives*. Vol. 1, de *Encyclopaedia Universalis*, 65-74. París: Encyclopaedia Universalis France S.A, 1989.
- Apostel, L. «Can Systems Theory offer us a Philosophy of Nature?» En *Acta van Het Interdisciplinair Colloquium over Communicatie — Tussen Wetenschaps-systemen*, editado por M. Gysens-Gosselin, 284-332. Bruxelles: Vrije Universiteit, 1978b.
- . «Introduction.» En *L'Interdisciplinarité. Problèmes d'Enseignement et de Recherche dans les Universités*, de CERI, 77-82. París: OCDE, 1972a.
- . «Les Instruments conceptuels de l'Interdisciplinarité: une démarche opérationnelle.» En *L'Interdisciplinarité. Problèmes d'Enseignement et de Recherche dans les Universités*, de CERI, 145-190. París: OCDE, 1978a.
- . «L'Interdisciplinarité dans ses rapports avec la Théorie des Modèles et la Théorie Générale des Systèmes.» En *Philosophie et Interdisciplinarité*, editado por M.- F. Fresco, 19-24. Sèvres: Centre International d' Études Pédagogiques, 1977.
- . «Un Centre de Synthèse Interdisciplinaire.» En *L'Interdisciplinarité. Problèmes d'Enseignement et de Recherche dans les Universités*, de CERI (Apostel Berger Briggs Michaud), 273-290. París: OCDE, 1972b.

- Barmark, J. y G. Wallen. «The Interaction of Cognitive and Social Factors in Steering a Large Scale Interdisciplinary Project.» En *Interdisciplinary Analysis and Research*, editado por D. E. Chubin, A. L. Porter, F. A. Rossini y T. Connolly, 229-240. Maryland: Lomond, 1986.
- Bass, L. W. «Environment and Benefit of Interdisciplinary Teams.» En *Interdisciplinary Analysis and Research*, editado por D. E. Chubin, A. L. Porter, F. A. Rossini y T. Connolly, 385-394. Maryland: Lomond, 1986.
- Bechtel, W. «Biochemistry. A Cross-disciplinary Endeavor that Discovered a Distinctive Domain.» En *Integrating Scientific Disciplines*, editado por W. Bechtel, 77-100. Dordrecht / Boston / London: Martinus Nijhoff Publishers, 1986.
- . «Psycholinguistics as a Case of Cross-Disciplinary Research: Symposium Introduction.» *Synthèse* 72 (1987): 293-311.
- Bertalanffy, L. von. «An Outline of General Systems Theory.» *The British Journal for the Philosophy of Science* 1 (1950): 134-165.
- . *General Systems Theory*. Vol. 1, de *General Systems. Yearbook of the Society for the Advancement of General Systems Theory*, editado por L. von Bertalanffy, 1-10. Los Angeles: University of Southern California Press, 1956.
- . «General Systems Theory. A New Approach to Unity of Science.» *Human Biology* 23 (1951): 303-361.
- . *General Systems Theory. Foundations, Development, Applications*. Traducido por Jean Benoît Chabrol. *Théorie Générale des Systèmes* (1973). París: Dunod / Bordas, 1968.
- Birnbaum-More, P. H., F. A. Rossini, y D. R. Baldwin. *International Research Management Studies in Interdisciplinary Methods from Business, Government and Academia*. New York: Oxford University Press, 1990.
- Bobossov, E. M. «L'Homme, Sujet d'Études Interdisciplinaires.» *Diogène* 3 (1978): 24-38.
- Boden, M. «Intersdisciplinary Epistemology.» *Synthèse* 85 (1990): 185-197.
- Boulding, K. *General Systems Theory. The Skeleton of Science*. Vol. I, de *General Systems. Yearbook of the Society for the Advancement of General Systems Theory*, 11-17. Los Angeles: University of Southern California Press, 1956.
- Carrier, M. y Mittelstrass, J. «The Unity of Science.» *International Studies in the Philosophy of Science* IV 1 (1990): 17-31.
- Cazenave, M., B. Nicolescu, y J. Robin. *Rencontres Transdisciplinaires*. París: UNESCO / CIRET, 1994.
- CERI (Apostel, Berger, Briggs, Michaud). *L'Interdisciplinarité. Problèmes d'Enseignement et de Recherche dans les Universités*. París: OCDE, 1972.
- Certaines, J. D. «La Biophysique en France: Critique de la Notion de Discipline Scientifique.» En *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*,

- editado por G. Lemaine *et al.*, 99-121. Chicago / The Hague / París: Mouton / Aldine, 1976.
- Chen, R. S. «Interdisciplinary Research and Integration: the Case of CO₂ and Climate.» En *Interdisciplinary Analysis and Research*, editado por D. E. Chubin, A. L. Porter, F. A. Rossini y T. Connolly, 252-270. Maryland: Lomond, 1986.
- Chubin, D. E. «Interdisciplinarity: How do we know thee?» En *Interdisciplinary Analysis and Research*, editado por D. E. Chubin, A. L. Porter, F. A. Rossini y T. Connolly, 427-440. Maryland: Lomond, 1986.
- Costabel, P. «Du Centenaire d' une Discipline Nouvelle: la Thermodynamique.» En *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, editado por G. Lemaine *et al.*, 53-61. Chicago / The Hague / París: Mouton / Aldine, 1976.
- Da Matta, R. «L'Interdisciplinarité dans une Perspective Anthropologique: Quelques Réflexions de Travail.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 57-76. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.
- Decker, M. (ed.). *Interdisciplinarity in Technology Assessment: Implementation and Its Chances and Limits*. Berlin / Heidelberg: Springer-Verlag, 2001.
- Delattre, P. *Théorie des Systèmes et Épistémologie*. Traducido por José Afonso Furtado (Teoria dos Sistemas e Epistemologia). Lisboa: A Regra do Jogo, 1981.
- . «La Théorie des Systèmes: Quelques Questions Philosophiques.» En *Encyclopaedia Universalis, Symposium*, 546-552. París: Encyclopaedia Universalis France S.A., 1984.
- . «Recherches Interdisciplinaires. Objectifs et Difficultés.» En *Antología II*, de Guimarães, Conceição, Pombo y Levy (orgs.), traducido por Patrícia Medeiros (Investigações Interdisciplinares. Objectivos e Dificuldades), 183-212. Lisboa: Projecto Mathesis / DEFCUL, 1973.
- . *Système, Structure, Fonction, Évolution - Essai d'Analyse Epistémologique*. París: Dion S. A./ Maloine S. A., 1971.
- Dolby, R. G. A. «The Case of Physical Chemistry.» En *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, editado por G. Lemaine *et al.*, 63-73. Chicago / The Hague / París: Mouton / Aldine, 1976.
- Durand, G. «Multidisciplinarités et Heuristique.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, editado por E. Portella (org.), 35-48. Toulouse: Ères / UNESCO, s.f.
- Flexner, H., y G. A. Hauser. «Interdisciplinary Programs in the United States: Some Paradigms.» En *Interdisciplinarity and Higher Education*, editado por J. J. Kockelmans. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1979.
- Gozzer, G. «Un Concept Encore Mal Défini: l' Interdisciplinarité.» *Perspectives* XII, 3 (1982): 299-311.

- Guattari, F. «Fondements Ethico-Politiques de l'Interdisciplinarité.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 101-107. Toulouse: Ères / UNESCO, 1992.
- . *La Révolution Moléculaire*. París: Union Générale d'Édition, 1977.
- . *Les Trois Écologies*. París: Galilée, 1989.
- Guenier, N., y J. M. Larcheveque. «La Mathématique et les Autres Disciplines.» *Bulletin de l'Assotiation des Professeurs de Mathématique de l'Enseignement Publique* 286 (1972): 919-990.
- Guimarães, H., J. M. Conceição, O. Pombo y T. Levy (orgs). *Antologia II*. Lisboa: Projecto Mathesis / DEFCUL, 1992.
- Gusdorf, G. *Les Sciences de l'Homme sont des Science Humaines*. París: Société d'Éditions les Belles Lettres, 1967.
- . «Propositions Pour une Fondation Anthropologique.» En *Les Sciences de l'Homme sont des Sciences Humaines*, 65-79. París: Société d'éditions les Belles Lettres, 1967a.
- . «Project de Recherche Interdisciplinaire dans les Sciences Humaines.» En *Les Sciences de l'Homme sont des Sciences Humaines*, 35-63. París: Les Belles Letres, 1967b.
- . «Past, Present and Future in Interdisciplinary Research.» *International Social Science Journal* 29 (1977): 580-600.
- . «Reflexions sur l'Interdisciplinarité.» *Convivium* XXIV, 128 (1985): 19-50.
- . *Connaissance Interdisciplinaire*. Vol. VIII, de *Encyclopaedia Universalis*, traducido por Proyecto Mathesis Conhecimento Interdisciplinar [en Mathesis Antologia I Lisboa: Departamento de Educación de la FCUL / Proyecto Mathesis 9-40] (1990), 1086-1090. París: Encyclopaedia Universalis France S.A, 1986.
- . «Les Modèles Épistémologiques dans les Sciences Humaines.» *Bulletin de Psychologie* XLIII, 397, 18 (1990): 858-868.
- Hernández, J. *Experiencias de Interdisciplinarietà. Las Ciencias Naturales en el Bachillerato*. Madrid: Narcea, 1978.
- Hillier, F. S. (org.). *La Recherche Operationel Aujourd'hui. Pratiques et Controverses*. París: Hommes et Techniques, 1979.
- Hiromatsu, T. «La Recherche Universitaire à l'Université de Tokyo: L'Exemple du Centre de Recherche pour la Science et la Technologie Avancées (RCAST).» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 137-140. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.
- Jollivet, M. «L'Environnement: un Champ de Recherche à Construire en Interdisciplinarité.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 253-258. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.
- Klein, J. T. *Interdisciplinarity*. Detroit: Wayne State University Press, 1991.

- . *Crossing Boundaries. Knowledge, Disciplinarity and Interdisciplinarity*. Charlottesville: University Press of Virginia, 1996.
- . *Interdisciplinarity. History, Theory and Practice*. Detroit: Wayne State University Press, 1990.
- Laszlo, E. «Le Travail Interdisciplinaire dans le Domaine du Développement (Problèmes Mondiaux: la Perspective Interdisciplinaire).» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 319-324. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.
- . *Systems Science and World Order*. Oxford / New York / Toronto / Sidney / Paris / Frankfurt: Pergamon Press, 1983.
- Le Moine, J. L. «Genèse de Quelques Nouvelles Sciences: de l'Intelligence Artificielle aux Sciences de la Cognition.» En *Intelligence des Mécanismes, Mécanismes de l'Intelligence*, de J. - L. Le Moine (org.), 15-54. Paris: Fayard, 1986.
- Levy, T. *Is the publicity of science in danger? Proceeding of the HPS-Science Teaching*, 2003.
- Lévy-Leblond, J. M. «Physique et Mathématiques.» En *Penser les Mathématiques*, de R. Apéry et Allii, 195-210. Paris: Seuil, 1982.
- Linguitti, G. L. *Macchine e Pensiero. Da Wiener alla Terza Cibernetica*. Milano: Feltrinelli, 1980.
- Mathesis. *Antología I*. Lisboa: Proyecto Mathesis / DEFCUL, 1990.
- . *Boletim Bibliográfico I. Ciência Integrada, Interdisciplinaridade e Ensino Integrado das Ciências*. Lisboa: Departamento de Educación de la FCUL / Proyecto Mathesis, 1990a.
- . *Boletim Bibliográfico II. Ciência Integrada, Interdisciplinaridade e Ensino Integrado das Ciências*. Lisboa: Departamento de Educación de la FCUL / Proyecto Mathesis, 1991.
- . *Antología II*. Lisboa: Departamento de Educación de la FCUL / Proyecto Mathesis, 1992.
- Mittelstrass, J. «Die Stunde der Interdisziplinarität?» En *Interdisziplinarität. Praxis-Herausforderung-Ideologie*, de J. Kocka (Hrsg.). Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1987.
- Oppenheimer, J. R. *Science and the Common Understanding*. Traducido por Albert Colnat (La Science et le Bon Sens). París: Gallimard, 1955.
- Ortega y Gasset, J. *La Rebelión de las Masas*. Madrid: Revista de Occidente, 1929 [1970].
- Palmade, G. *Interdisciplinariedad e ideologías*. Madrid: Narcea, 1979.
- Pasolini, P. *L'Unità del Cosmo*. S. Paulo: Editora Cidade Nova, 1986 [1988].
- Pechkov, S. I. «L'Interdisciplinarité dans la Formation et dans la Protection de l'Environnement.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 291-294. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.

- Piaget, J. «Méthodologie des Relations Interdisciplinaires.» *Archives de Philosophie* 34 (1971): 539-549.
- . «La Psychologie: les Relations Interdisciplinaires et le Système des Sciences.» *Bulletin de Psychologie* XX, 254 (1976): 242-259.
- . «La Situation des Sciences de l'Homme dans le Système des Sciences.» En *Épistémologie des Sciences de l'Homme*, de J. Piaget, 13-130. París: Gallimard, 1970a [1981].
- . «L'Épistémologie des Relations Interdisciplinaires.» En *L'Interdisciplinarité. Problèmes d'Enseignement et de Recherche dans les Universités*, de CERI, 131-144. París: OCDE, 1972.
- . «Problèmes Généraux de la Recherche Interdisciplinaire et Mécanismes Communs.» En *Épistémologie des Sciences de l'Homme*, de J. Piaget, 251-377. París: Gallimard, 1970 [1981].
- Pombo, O. *A Escola, a Recta e o Círculo*. Lisboa: Relógio d' Água, 2002.
- . «Reorganização Curricular e Area Escola. Limites e Virtualidades de uma Reforma.» *Educação e Matemática* 25 (1993): 3-8.
- . «A Interdisciplinaridade como Problema Epistemológico e como Exigência Curricular.» *Inovação* VI, 2 (1993a): 173-180.
- . «Problemas e Perspectivas da Interdisciplinaridade.» *Revista de Educação* IV, 1/2 (1994): 3-11.
- , T. Levy y H. Guimarães. *Interdisciplinaridade. Reflexão e Experiência*. 2ª edição, 1994. Lisboa: Texto Editora, 1993.
- Proust, J. «L'Interdisciplinarité dans les Sciences Cognitives.» En *Entre Savoirs. L'Interdisciplinarité en Acte: Enjeux, Obstacles, Perspectives*, de E. Portella (org.), 77-96. Toulouse: Ères / UNESCO, 1991.
- René, B. X. «Dossier Interdisciplinarité. Introduction. De Quoi Parlons-nous?» *Cahiers Pédagogiques* 244-245 (1985): 17-24.
- Resweber, J. P. *La Méthode Interdisciplinaire*. París: Presses Universitaires de France, 1981.
- Rossini, F. A. «Crossdisciplinarity in the Biomedical Sciences: a Preliminary Analysis of Anatomy.» En *Interdisciplinary Analysis and Research*, editado por D. E. Chubin, A. L. Porter, F. A. Rossini y T. Connolly, 205-214. Maryland: Lomond, 1986.
- Snow, C. P. *The Two Cultures and a Second Look. An Extended Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*. London: Cambridge University Press, 1959 [1964].
- Stengers, I. «Complexité. Effet de Mode ou Problème?» En *D'Une Science à l'Autre. Des Concepts Nomades*, de I. Stengers (org.), 331-351. París: Seuil, 1987.
- Tamborlini, C. «L'interdisciplinarità Nella Scuola Secondaria.» *Ricerche Didattiche* 22 151/152 (1972): 4-12.

- Thom, R. «Vertus et Dangers de l'Interdisciplinarité.» En *Apologie du Logos*, de R. Thom, 636-643. París: Hachette, 1990.
- UNESCO. *New Trends in Integrated Science Teaching*. París: UNESCO I, 1971.
- . *Tendances Nouvelles de l'Enseignement Intégré des Sciences*. París: UNESCO II, 1975.
- Wallerstein, I., et al. *Para Abrir as Ciências Sociais. Relatório da Comissão Gulbenkian sobre Reestruturação das Ciências Sociais*. Lisboa: Europa-América, 1996.
- Walshok, M. L. *Knowledge without Boundaries. What America's Universities can do for the Economy, the Workplace and the Community*. S.Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1995.
- Warwick, D. *Integrated Studies in the Secondary School*. London: University of London Press, 1973.
- Wiener, N. *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: The Technology Press of MIT, 1948 [1967].
- . *Cybernétique et Société*. París: Union Générale des Editions, 1960.
- Zveren, I. D. *L' Interdisciplinarité dans l' Enseignement Secondaire en URSS. Perspectives V* (s.f.): 473-483.

INTERdisciplina

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

enfocues

Volumen 1 | Número 1 | septiembre-diciembre 2013



PRÓXIMOS TEMAS
• **Cuerpos** • **Ciudades**
• **Discriminación** • **Evolucionismo**
• **Feminismos**

Consúltala en:
www.ceiich.unam.mx
<http://bit.ly/19UwZwk>

Yves Lenoir*

Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización

Resumen | El presente artículo presenta una síntesis de las concepciones de interdisciplinariedad que su autor ha desarrollado en el transcurso de los últimos 30 años, como producto de sus trabajos de investigación y análisis literarios. De esta forma, luego de hacer un recuento de las representaciones y prácticas de los docentes de primaria sobre la interdisciplinariedad, se destaca la diversidad de interpretaciones encontradas en la literatura científica, al igual que la existencia de tres lógicas distintas que la envuelven, basándose en las perspectivas epistemológica, instrumental y afectiva. Tras una aclaración terminológica sobre los principales términos que están en uso, el artículo aborda diferentes fundamentos teóricos. Primero se distinguen los campos de operacionalización de la interdisciplinariedad, lo cual conduce a identificar cinco atributos específicos de esta noción, para luego exponer las cinco características que tienen como propósito actualizar la interdisciplinariedad en educación, y se finaliza, a modo de conclusión, con una definición de interdisciplinariedad escolar.

Interdisciplinarity in Education: A Summary of Specifics and Updates

Abstract | We present a summary of the conceptions of interdisciplinarity that the author has developed over the past thirty years, as a result of his research work and analyses of the literature. Thus, after chronicling the representations and practices of primary school teachers concerning interdisciplinarity, we stress the great diversity of interpretations concerning this topic found in the scientific literature, and the existence of three different logics for its comprehension, based on epistemological, instrumental and affective perspectives. After attempting to clarify some of the terms currently used in this area, we approach several theoretical bases. First, we describe the various fields of operationalization of interdisciplinarity, that leads us to identify five specific features of this conception, to then develop the five traits conceived to update interdisciplinarity in education, and, as a conclusion, we wind up with a definition of interdisciplinarity within an educational framework.

* Profesor titular de la Universidad de Sherbrooke, Quebec, Canadá. **Correo electrónico:** y.lenoir@videotron.ca

Palabras-clave | concepto de interdisciplinariedad – tipología de la interdisciplinariedad – atributos de la interdisciplinariedad – interdisciplinariedad escolar – interdisciplinariedad científica – currículum integrador.

Keywords | interdisciplinary concept – types of interdisciplinarity – attributes of interdisciplinarity – interdisciplinary school – interdisciplinary science – integrating curriculum

Introducción

¿CÓMO FOMENTAR el desarrollo del pensamiento interdisciplinario en educación? Esta simple pregunta plantea grandes desafíos para la investigación, la formación y la enseñanza porque, como lo hemos señalado en otra oportunidad (Lenoir y Sauvé 1998a) y demostrado en este campo (Lenoir 1991), “los aspectos ideológicos, sean ellos ‘románticos’, apologéticos o subversivos, a menudo han perdurado en detrimento de estudios rigurosos e investigaciones en el terreno” (Lenoir y Sauvé 1998a, 140). Las buenas intenciones no son suficientes, ni lo es el simple reconocimiento de la necesidad de enfrentar las realidades sociales o la reivindicación del paradigma de la complejidad que promueve el uso de una perspectiva transdisciplinaria (Morin 1990). En educación, la formación *a, por y para* la interdisciplinariedad se impone y debe ser realizada de manera concomitante y complementaria.

Teniendo presente esta finalidad, el presente texto tiene por objetivo resaltar algunos indicadores propios de la implementación de la interdisciplinariedad en el campo educativo. Estos indicadores permiten particularmente promover una aclaración del proyecto interdisciplinario en educación.

Una educación interdisciplinaria ilusoria o imprecisa

¡No basta con utilizar la palabra para implementar las cosas! Muchos de los estudios que hemos realizado desde hace ya casi 30 años en Quebec sobre las prácticas de enseñanza, nos han brindado la oportunidad de conocer las representaciones sobre la interdisciplinariedad escolar vigentes en los docentes de primaria y la aplicación que éstos hacen de ella en su práctica cotidiana (Lenoir 1991, 1992a; Lenoir y Hasni 2010; Lenoir, Hasni y Larose 2007; Lenoir, Larose y Geoffroy 2000; Lenoir, Larose, Grenon y Hasni 2000; Lenoir, Larose y Laforest 2001, entre otros). Los resultados de estas investigaciones muestran que la interdisciplinariedad “sufría” de una alta polisemia, la que a veces cae en la cacofonía, sin poder identificar el o los significados que esta noción reviste. La palabra, sin duda alguna, sufre de inconsistencias que provocan desviaciones y oscuridades. Tal es el caso de Quebec, donde el concepto de

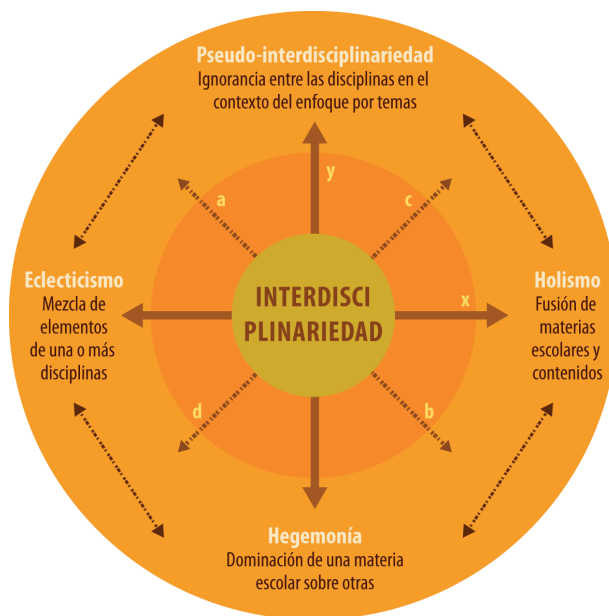


Figura 1. Polos de la práctica interdisciplinaria en la educación primaria de Quebec.

interdisciplinariedad encierra múltiples significados que suscitan al menos la confusión semántica.

Del conjunto de nuestras investigaciones es posible extraer una constante importante: la gran estabilidad de las representaciones expresadas en el discurso de los docentes, pero también en sus prácticas. Independientemente de los fundamentos y orientaciones curriculares implantadas después de 1970, pocos cambios significativos se detectan en lo que respecta a la interdisciplinariedad. En función de los resultados arrojados por nuestras investigaciones, es posible desprender cuatro enfoques de la interdisciplinariedad que predominan en los docentes de primaria de Quebec (Figura 1).

Dispuestos en un eje cartesiano ($x - y$), estos cuatro enfoques dominantes forman los polos extremos de dos continuos que se intersectan. Si el eje x (holismo-eclecticismo) refiere al grado de fusión o dispersión de las disciplinas escolares, el eje y (hegemonía-pseudo-interdisciplinariedad) muestra que las relaciones de intensidad entre las disciplinas escolares, relaciones que van desde la dominación a la ausencia de todo vínculo real, varían de manera importante. En cuanto a las flechas punteadas ab y cd , éstas ilustran el hecho de que la práctica interdisciplinaria puede no sólo ser asociada a un enfoque, sino también situarse en algún lugar entre dos enfoques (Lenoir y Larose 1999; Lenoir, Larose y

Geoffroy 2000). Respecto al círculo central, éste muestra la perspectiva interdisciplinaria que será nuestra problemática y que definiremos en la conclusión.

Esta tipología de representaciones y prácticas de la interdisciplinariedad entre los docentes, devela la gran confusión que existe en el medio escolar sobre este concepto, lo que es el resultado de una superposición conceptual de orientaciones, no complementarias y a menudo opuestas, que conduce a una desorganización praxiológica. Al parecer, los profesores se sienten “tironeados” por varias opciones de fuentes diferentes. Varios son los factores que ayudarían a comprender los motivos que conducen a estos docentes a optar por prácticas eclécticas y no racionalmente instauradas sobre bases científicas: grandes presiones sociales provenientes del discurso mediático, de los padres o desde el poder administrativo que exige la dedicación de más tiempo y atención a los objetivos de aprendizaje de francés y matemáticas; falta de comprensión de los fundamentos curriculares y de su operacionalización; deficiencias en la formación disciplinaria e interdisciplinaria; representaciones epistemológicas del saber y su proceso de adquisición y, por consiguiente, de su transmisión; el peso de la tradición pedagógica; una lógica de acción que opera en la urgencia y que se basa en el sentido común, la intuición y no en un análisis reflexivo de la tarea (currículum, prescripción, restricciones, etc.). Sin duda, otro factor perturbador es la ausencia de una postura explícita por parte del Ministerio de Educación (de Quebec) en cuanto a la significación e implementación de la interdisciplinariedad.

De esta forma se observa que los maestros, cuando discuten sobre la interdisciplinariedad, sólo se ubican a nivel pedagógico, es decir, en aquel del actuar en el aula, lo más cercano posible de la acción inmediata, con sus restricciones y emergencias. Sus concepciones sobre la interdisciplinariedad se reducen a generalidades, girando en torno a la idea de que ésta implica varias disciplinas, sin mencionar los atributos que podrían caracterizarla y guiar la acción. Estos docentes tampoco hacen referencia a los aspectos didácticos que permitirían reflexionar sobre la relación con el saber y sobre el tratamiento al cual éste debe someterse en el marco del proceso de enseñanza-aprendizaje. Menos aún, no indican las dimensiones curriculares, esenciales para asegurar las condiciones de uso de la interdisciplinariedad. Por lo tanto, sus prácticas interdisciplinarias en el aula no son sustentadas y se unen estrechamente a sus representaciones poco coherentes. La misma comprobación se observó en futuros docentes, así como lo demuestran los resultados de una encuesta (FORSC 2002-2005)¹ realizada a 348 estudiantes de la formación inicial docente de cuatro

¹ *Les rapports entre les pratiques des futurs enseignantes et enseignants du primaire et le matériel scolaire: pratiques d'appropriation ou détermination des pratiques?* Fondos que-

universidades francófonas de Quebec. Los datos recogidos de entrevistas y cuestionarios de otras investigaciones, incluyendo las más recientes, igualmente han puesto de relieve la falta de conceptualización de la interdisciplinariedad en los docentes de primaria de Quebec. Así, faltos de atributos que facilitarían la especificación de las particularidades de la interdisciplinariedad, los docentes no cuentan con una guía que les ayude a implementar, de manera efectiva, prácticas de enseñanza enmarcadas en un verdadero enfoque interdisciplinario.

Por otro lado, los resultados de diferentes investigaciones muestran que el enfoque de una pseudo-interdisciplinariedad, basado en el uso de temas, es bastante solicitado por los docentes del primer ciclo de primaria. Esta tendencia tiene su origen principalmente en la gran preocupación que tienen los docentes por estimular el interés de los alumnos, es decir, en la preponderancia de las dimensiones relacionales y socio-afectivas (junto con la dimensión organizacional) en sus intervenciones en el aula, en perjuicio de las dimensiones cognitivas (Lenoir, 2006). Contrariamente, el enfoque hegemónico, en el cual ciertas disciplinas “sirven” o son usadas como pretexto y promoción para la enseñanza de otras disciplinas, se encuentra especialmente presente en los docentes del tercer ciclo de la enseñanza primaria. Esta tendencia se explicaría por la importancia que estos docentes le conceden a la enseñanza del francés. El enfoque ecléctico, profundamente desestructurante, dado que concibe los contenidos de enseñanza como un “popurrí” —siguiendo la expresión de Jacobs (1989)— en el cual es posible escoger al azar, está presente a lo largo de la enseñanza primaria. Por su parte, el enfoque holístico, fundado en el rechazo a cualquier especificidad de las disciplinas en nombre de la existencia de un método natural, es privativo de los maestros que se adhieren a las concepciones pedagógicas pre-valetientes en Quebec durante la década de los años 70. Estas concepciones privilegian una pedagogía abierta y activa, focalizada en los intereses de los alumnos, lo que conduce a ocultar el logro de objetivos cognitivos. Por lo demás, estos cuatro enfoques también son utilizados por los docentes cuyo objetivo principal es cumplir con las exigencias curriculares desde un punto de vista estrictamente administrativo. En tal caso, estos enfoques son esencialmente justificaciones de la ausencia (o cuasi-ausencia) de la enseñanza de ciertas disciplinas escolares que son oficialmente obligatorias y anunciadas por el régimen

bequenses de la investigación sobre la sociedad y la cultura (FQRSC), Programa de apoyo a equipos de investigación 2002-2005, n° 2003-ER-82660. Investigador principal: Yves Lenoir; co-investigadores: Diane Biron, Marc Boutet, Colette Deaudelin, Olivier Dezutter, Jean-Claude Kalubi, Abdelkrim Hasni, François Larose, Johanne Lebrun, Philippe Maubant, Marie-Pier Morin, Carlo Spallanzani.

pedagógico, pero consideradas en los hechos como socialmente secundarias (en términos de importancia). La enseñanza de artes, ciencias de la naturaleza y ciencias humanas, son ejemplos de lo que se acaba señalar (Lenoir, Larose, Grenon y Hasni 2000).

En consecuencia, el discurso sobre la interdisciplinariedad enmascara prácticas que, a menudo, se encuentran marcadas por la primacía de determinadas disciplinas que son socialmente valoradas, y la dilución de saberes socializados propios de las disciplinas llamadas “secundarias”, en beneficio de un aumento de tiempo concedido a la enseñanza de aquellas de mayor aceptación social. Además, hipotéticamente se puede señalar que el uso de prácticas aclamadas como interdisciplinarias se basaría en dos inquietudes fundamentales de los docentes: el ahorro de tiempo que éstas implicarían, y el interés y motivación que la interdisciplinariedad suscitaría entre los alumnos al adoptar un enfoque por temas o un enfoque por proyectos. Finalmente, a los aportes cognitivos se les presta poca atención.

Junto a estos resultados, nuestros trabajos igualmente evidencian una marcada jerarquía entre las materias escolares, cuyas razones no son de orden escolar, sino social, político e ideológico-económico. La importancia de disciplinas (o materias escolares) no depende del discurso gubernamental ni del currículum, sino del valor que la sociedad y las instituciones le conceden realmente. Es así que todas las disciplinas artísticas (artes visuales, música, expresión artística y danza) siempre, e independientemente del currículum que haya sido implantado en el transcurso de los últimos 30 años —y son tres los *currículum* a lo largo de estos años— se ubican en los últimos niveles de importancia. La educación religiosa, ubicada inicialmente en el cuarto o quinto lugar de importancia —después de francés, matemáticas, ciencias, ciencias humanas o educación física— hoy en día ocupa el decimotercer y último lugar de importancia, luego que en 1998 las estructuras escolares fundadas en la religión fueran cambiadas por estructuras lingüísticas (francófonas y anglófonas).

Elementos de clarificación del concepto de interdisciplinariedad

Interpretaciones diversas: poner orden en la cacofonía

El cruce de tres parámetros —la relación con las disciplinas que va desde la disolución disciplinaria a la fusión de disciplinas, los objetivos sociales (sentido-funcionalidad) y las concepciones epistemológicas de las relaciones interdisciplinarias (Lenoir y Sauvé 1998b)— nos han permitido identificar, a lo largo de un eje que va desde la conservación de disciplinas hasta su disolución, ocho formas distintas de interdisciplinariedad (Figura 2) (Lenoir, Geoffroy y Hasni 2001).

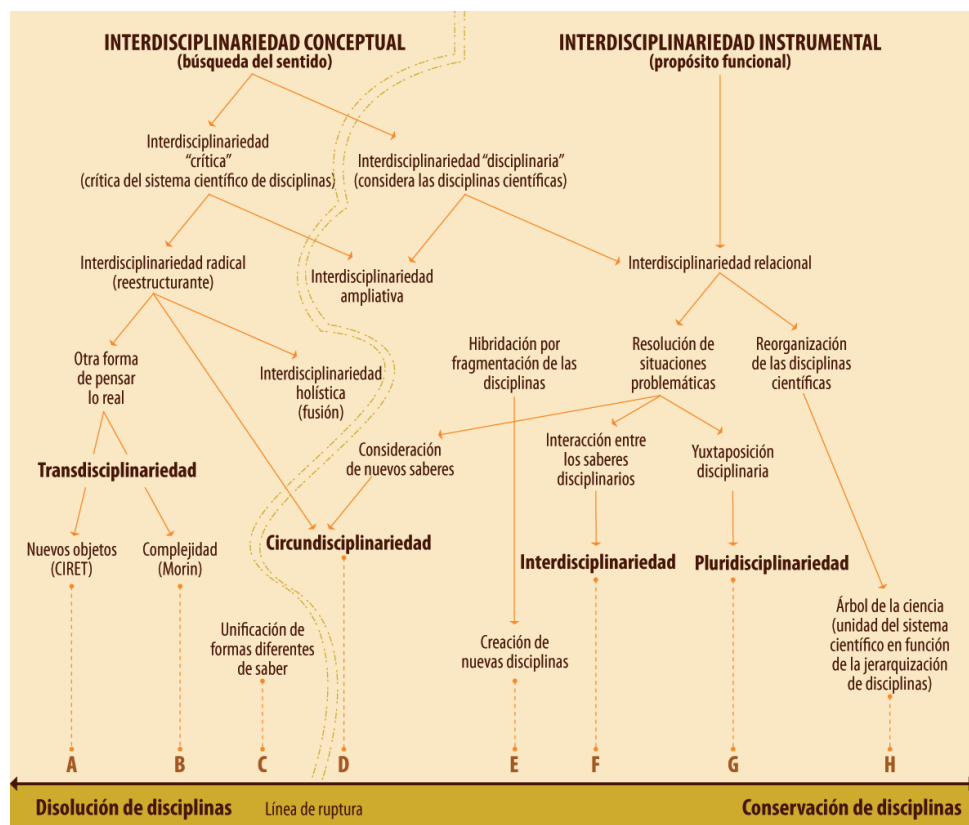


Figura 2. Tipos de interdisciplinariedad basados en la relación con el saber disciplinario, los objetivos sociales y la concepción epistemológica de las relaciones interdisciplinarias.

Esta proliferación de concepciones atribuidas a la interdisciplinariedad² puede encontrarse tanto en educación como en la formación inicial de docentes, al igual que en otros campos disciplinarios y de formación profesional.

Para organizar las múltiples concepciones transmitidas por los docentes, se combinaron tres parámetros a partir de una primera estructuración limitada que se basa en ocho ejes polarizantes (ejes de los campos de operacionalización,

² Por lo demás, Klein (1996) mostró las diversas dificultades existentes, al intentar cartografiar la interdisciplinariedad: "la cartografía es tan compleja que necesita dar cuenta de los múltiples límites de demarcación que las actividades interdisciplinarias atraviesan". (Lenoir, Geoffroy y Hasni 2001, 88).

concepción de función, finalidades sociales, epistemología de la relación con el saber, de entradas, de cohesión del saber, del sistema de las disciplinas científicas, o de tipo organizacional). Se trata del eje de la relación con las disciplinas que va desde la disolución disciplinaria a la fusión de disciplinas, del eje de los objetivos sociales (sentido-funcionalidad) al de la concepción epistemológica de las relaciones interdisciplinarias (Lenoir y Sauvé 1998b). Esta disposición permite trazar una línea de fractura entre las concepciones relacionales, de un lado y del otro, las concepciones ampliativas, reestructurantes y radicales que algunos denominan, en ciertas ocasiones, transdisciplinarias (en el sentido de más allá). Más adelante, estos conceptos serán retomados.

Envueltos en su labor cotidiana, las concepciones de interdiscipliniedad desarrolladas por los maestros suelen limitarse a generalidades en torno del empleo de varias disciplinas, sin considerar las potenciales interacciones de las mismas

También mostramos cómo la noción de la interdiscipliniedad puede ser interpretada de manera distinta según sea la cultura que la define. La figura 3 muestra las interpretaciones dominantes en Francia, los Estados Unidos y Brasil (Lenoir 1999, 2001, 2002, 2005; Lenoir y Geoffroy 2000; Lenoir y Hasni 2004).

En la Europa de habla francesa, especialmente en Francia, la problemática interdisciplinaria se enfoca principalmente desde el pensamiento cartesiano racional, de la acción de los filósofos (entre otros Voltaire) y desde el de los enciclopedistas del Siglo de las Luces. La búsqueda del sentido, la lógica racional y,

por lo tanto, la perspectiva epistemológica y la relación con el saber son la base del pensamiento interdisciplinario. En lo que respecta al área de educación, el debate se centra esencialmente en la protección de las especificidades disciplinarias y no en el establecimiento de vínculos interdisciplinarios.

Una realidad completamente diferente es la que se presenta en Estados Unidos, donde prevalece la perspectiva instrumental. La interdiscipliniedad se basa en las interacciones sociales externas, dado que está pensada como la búsqueda de repuestas operacionales provenientes de preguntas planteadas en el seno de la sociedad. Centrada en la resolución de problemas sociales, es posible, en consecuencia, hablar de una interdiscipliniedad de proyecto en la cual el saber convocado es inmediatamente útil y operacional. En el ámbito educativo, esta problemática de la interdiscipliniedad trata, esencialmente, sobre cómo desarrollar situaciones de aprendizaje a partir de varios modelos organizacionales (Lenoir y Sauvé 1998b), que permitan fomentar la consecución de

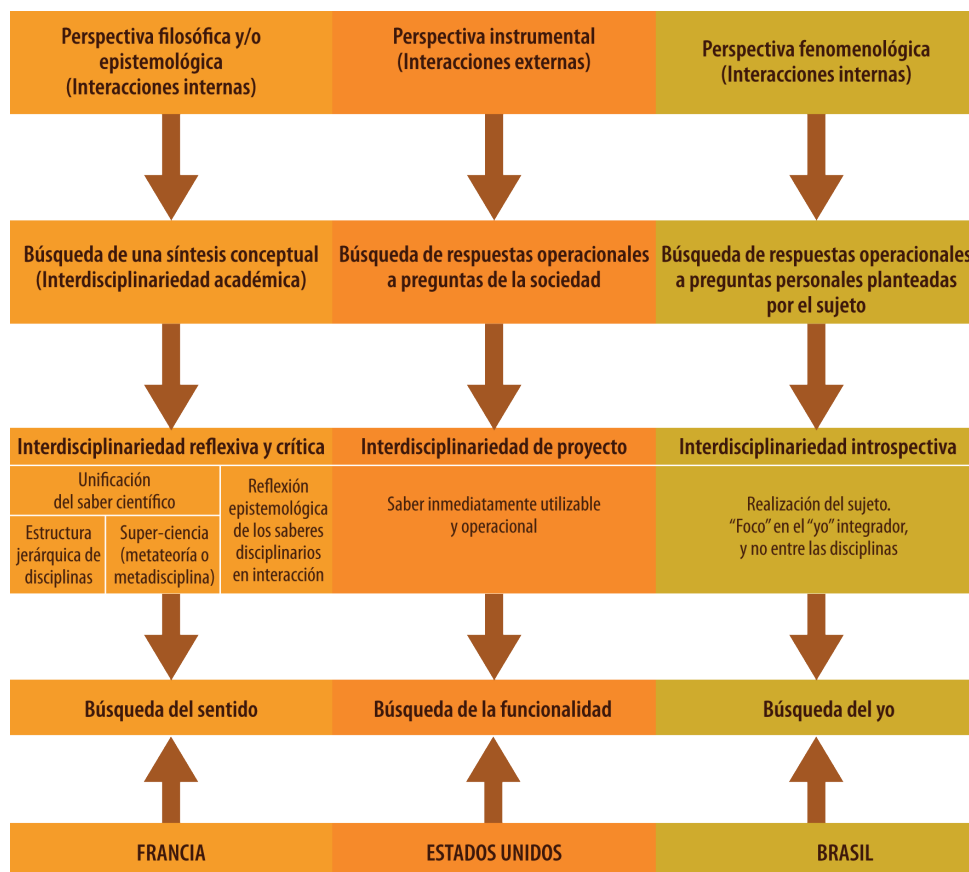


Figura 3. Tres perspectivas de cómo se comprende la interdisciplinariedad.

objetivos de integración social y de control instrumental sobre lo real. Es así que la búsqueda del sentido se contrapone a la búsqueda de la funcionalidad.

A estos dos enfoques interdisciplinarios, donde uno avala el saber (“polo objeto”) y el otro el saber-hacer (“polo sujeto”) y un determinado tipo de saber-ser, resulta importante añadir un tercero que encuentra su máxima expresión en una cierta concepción brasileña de la interdisciplinariedad. La perspectiva en cuestión es claramente fenomenológica y apela al interaccionismo simbólico. Se destaca al sujeto como vector interdisciplinario, y la mirada está puesta en la subjetividad de los sujetos insertos en el mundo cotidiano de la vida y en su intersubjetividad en términos metodológicos. Así, la preocupación central es el proceso de construcción continua del individuo en situación, la que se explica

no sólo por el conocimiento de uno mismo, sino también por el del otro (Fazenda, 1998). En la lógica brasileña, lógica profundamente subjetiva (e intersubjetiva), la interdisciplinariedad no tiene una función reflexiva del saber o una función instrumental. Su propósito es otro, es el de alcanzar la realización del ser humano, para lo cual se promueve una focalización en el *yo* integrador y no en el establecimiento de relaciones entre las disciplinas y, menos aún, en el actuar funcional y pragmático. Adoptando una perspectiva afectiva (emocional), la interdisciplinariedad gira en torno a las interacciones internas del sujeto, en busca de respuestas a preguntas personales. Esto es lo que podría describirse como una interdisciplinariedad introspectiva, fundada en la búsqueda de uno mismo.

Así, si la búsqueda del sentido (punto de vista epistemológico) conduce en Francia a una focalización en el saber, la búsqueda de funcionalidad (punto de

vista pragmático) conduce en los Estados Unidos a una focalización en el “hacer” social, mientras que la búsqueda de uno mismo (perspectiva fenomenológica) apela en Brasil a una focalización en el sujeto. Por nuestra parte, creemos que estas tres perspectivas no son antinómicas; al contrario, pensamos que deberían ser consideradas en su complementariedad, como una especie de matrimonio

La noción de la interdisciplinariedad puede ser interpretada de manera distinta según sea la cultura que la define

abierto entre la *razón*, la *mano* y el *corazón*. Estas tres grandes tendencias interpretativas de la interdisciplinariedad revisten gran importancia dado que, según nuestra concepción del proceso educativo escolar, este último exige la complementariedad y no la separación. De esta forma, cada una de estas perspectivas contribuye con la dimensión epistemológica (o la *razón*), la operacional (o la *mano*) y la afectiva (o la del *corazón*), tal como se ha evidenciado en otras oportunidades (Lenoir 2001, 2005; 2012; Lenoir y Hasni 2004).

Clarificación de términos en uso

Las dos figuras anteriores muestran claramente la complejidad del concepto, su polisemia y riesgos derivados. Resulta entonces necesario definir, aunque mínimamente y sin entrar en detalles,³ lo que entendemos por interdisciplinariedad, al igual que por algunos términos asociados y que presentan relación con este concepto. Dicha clarificación es el producto de una revisión crítica de cientos de

³ Para conocer una discusión detallada sobre las diferentes definiciones terminológicas, véase Lenoir, (1991, 2001) y Lenoir, Geoffroy y Hasni (2001).

publicaciones.⁴ Respecto a ésta, es importante mencionar que ella no considera el conjunto de términos en uso en la literatura científica, como hibridación, polidisciplinariedad, codisciplinariedad, descompartimentación, fusión, holismo, integración de materias, coordinación, *crossdisciplinarity*, etc. Igualmente, esta revisión se aleja de definiciones simplistas, ambiguas o rotundamente erróneas, según nuestro punto de vista.

- La monodisciplinariedad, o unidisciplinariedad, se refiere a la utilización de una sola disciplina.
- La multidisciplinariedad significa simplemente la utilización de dos o más disciplinas, sin especificar la presencia ni ausencia de vínculos entre ellas, ni tampoco el tipo de vínculos establecidos.
- La pluridisciplinariedad expresa la simple yuxtaposición de dos o más disciplinas y, en consecuencia, la ausencia de cualquier tipo de relación directa entre éstas.⁵
- La intradisciplinariedad designa las interrelaciones forjadas al interior de una disciplina o de un mismo campo disciplinario en función de su lógica interna. Por ejemplo, es posible establecer vínculos intradisciplinarios entre la aritmética, el álgebra y la geometría, todas disciplinas que constituyen las matemáticas. En la enseñanza, a modo de ejemplo, igualmente es posible concebir el establecimiento de relaciones entre historia, geografía y economía como parte integrante de la disciplina escolar de ciencias humanas.
- La interdisciplinariedad, en sentido amplio, es por lo general utilizada como una expresión genérica para referirse a todas las formas de vínculos que puedan establecerse entre las disciplinas. Sin duda alguna, el uso del término polidisciplinariedad sería más apropiado.
- La interdisciplinariedad, en sentido estricto, designa las interacciones eficaces tejidas entre dos o más disciplinas y sus conceptos, sus procedimientos metodológicos, técnicas, etc. Por lo tanto, no es compatible con ninguna perspectiva acumulativa, porque impone interacciones reales. Más adelante,

⁴ La clasificación más conocida y utilizada es sin duda la de Jantsch (1972), publicada en la famosa obra de la OCDE. Esta tipología es ampliamente utilizada, a menudo con más o menos modificaciones, y altamente aceptada por la comunidad científica, al menos en líneas generales y desde un punto de vista terminológico.

⁵ Según Klein (1990), la pluridisciplinariedad se funda en el hecho de que especialistas disciplinarios trabajan lado a lado, de manera aditiva y sin impacto integrador como agrega Petrie (1976). Para más información, véase Lenoir (1991) y Lenoir et Sauvé (1998a). En el ámbito escolar, la pluridisciplinariedad se caracteriza a menudo por un enfoque centrado en temas (pseudointerdisciplinariedad), en el cual una problemática *X* es tratada de manera separada por las diferentes disciplinas del currículum escolar; el único vínculo real que existe es el tema tratado.

esta definición es retomada con el fin de aplicarla a la interdisciplinariedad escolar.

- La transdisciplinariedad (Lenoir 2003) se trata de un término ambiguo, dado que hace referencia por lo menos a cuatro significados distintos. En primer lugar, puede ser comprendida en el sentido de transversalidad en el centro de dos o más disciplinas (a través). Igualmente, puede ser entendida en el sentido de una superación disciplinaria que conduce a una unidad de la ciencia basada en un conjunto de principios, conceptos, métodos y objetivos unificadores que actúan a nivel meta-científico (más allá). Es más, una tercera forma de comprenderla apela a una focalización en los comportamientos (en este lado), la que tiende a eludir las disciplinas. En cuarto lugar, también se utiliza en vez del término interdisciplinariedad, eliminándole su pertinencia. Sin embargo, nos parece que éste es promotor de un sentido: el de movilización transversal en el marco de un proyecto, tal como lo utiliza Fourez (2002).⁶
- El último término propuesto es el de circundisciplinariedad en el marco de la formación profesional, incluida la de los docentes, como manera de considerar otros saberes, distintos de los científicos y disciplinarios (saberes experienciales, conocimientos de sentido común, conocimiento de la alteridad, etc.), que los practicantes incorporan en sus prácticas y que en parte caracterizan las prácticas profesionales (Lenoir, Larose y Dirand 2006).

6 Morin (1990), que rechaza las concepciones anteriores de transdisciplinariedad, aunque se intente asociarla con uno u otro de estos derivados, sugiere pensarla como un enfoque que permite no sólo “distinguir, separar, oponer y, en consecuencia, poner en relativa disyunción estos dominios científicos, sino también que pueda hacer que éstos se comuniquen sin que opere la reducción” (127), con el objeto de “dar cuenta de los caracteres multidimensionales que comporta toda realidad estudiada” (309). Esta orientación —que deriva de la comprobación de que la «disciplinización reduce el espacio de comprensión» (Duchastel y Laberge 1999, 63) de lo real— se basa en el principio del diálogo y de la búsqueda de cooperación y coexistencia entre las disciplinas. Dicha orientación no se apoya en el modelo secular y jerárquico del árbol de la ciencia, sino en una concepción de formación cuyo propósito es la producción de traductores, mediadores que garanticen el diálogo y, por tanto, planteen y construyan problemas en su complejidad, ampliando así su comprensión. Al igual que la noción de interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad es tratada como un problema epistemológico que refiere a la problemática del sentido, que es la posición explícitamente enunciada por Resweber (2000), o bien como un problema empírico (Klein 1996) que hace referencia a la problemática de la funcionalidad y a las preocupaciones pragmáticas. En el segundo caso, la noción es animada por una perspectiva transversal que plantea la necesidad de recurrir a herramientas conceptuales y metodológicas en la búsqueda de una respuesta operacional a una situación problemática que exige el aporte de varias disciplinas.

Fundamentos de la interdisciplinariedad

Clarificar el proyecto, distinguiendo manifiestamente la operacionalización de los campos interdisciplinarios

La interdisciplinariedad, concepto altamente polisémico, hoy en día opera en diferentes campos de la actividad humana sobre la base de distintas finalidades sociales. Teniendo en cuenta las finalidades perseguidas, el ángulo de enfoque de lo real y la elección de los objetos tratados, se distinguen cuatro campos de operacionalización de la interdisciplinariedad (Lenoir, 1995; Lenoir y Sauvé, 1998a): interdisciplinariedad científica, interdisciplinariedad escolar (*academic interdisciplinarity*), interdisciplinariedad profesional e interdisciplinariedad práctica (Figura 4).

Según Hermerén (1985), en función de la particularidad de los problemas y preocupaciones, estos cuatro campos de operacionalización de la interdisciplinariedad pueden abordarse bajo tres ángulos de enfoque: problemáticas organizacionales, la investigación y la educación. Por nuestra parte, añadimos un cuarto ángulo de enfoque, el de la práctica.

La interdisciplinariedad práctica — La interdisciplinariedad práctica⁷ concierne a la experiencia adquirida por el individuo, cuyo objetivo es poner en práctica esta experiencia para resolver —de manera práctica— problemas cotidianos, de gestión de la vida individual y social. Implica conocimientos prácticos, técnicos o procedimentales de la vida cotidiana, destacándose claramente de los otros campos de operacionalización de la interdisciplinariedad por:

- basarse en la experiencia o adquirirse por medio de los individuos (saber experiencial) en los diferentes dominios o situaciones de lo cotidiano;
- su carácter instrumental aplicado a la resolución de problemas y a situaciones planteadas en la vida diaria.

De esta forma, la interdisciplinariedad práctica aparece como algo natural, como señala Fourez (1994) al asociarla con la prosa de Monsieur Jourdain:⁸ “haciendo bricolaje o eligiendo productos de higiene, por ejemplo, articulamos elementos de las ciencias naturales, las cuestiones de economía o de ecología, y elecciones éticas” (81). Del mismo modo, el mecánico que repara un coche, el

⁷ La interdisciplinariedad práctica ha sido estudiada especialmente por Couturier (2005).

⁸ La frase: «A fe mía, hace más de cuarenta años que hablo en prosa, sin saberlo», del personaje principal de la comedia *El burgués gentilhomme* de Molière, sintetiza esta descripción. *N. de los E.*



Figura 4. Campos de operacionalización de la interdisciplinariedad y sus ángulos de enfoque.

ama de casa que mantiene la casa, el especulador que “juega” en el mercado de valores o, incluso, el conductor del autobús que conduce su coche público, todos ellos recurren al conocimiento procedimental, al saber experiencial y a prácticas más o menos rutinarias y reflexionadas procedentes de diferentes horizontes, disciplinas, técnicas y profesionales.

La interdisciplinariedad científica y escolar — La aplicación de la interdisciplinariedad en el ámbito educativo debe ser expresamente diferenciada, en el principio, de la interdisciplinariedad científica, tanto desde el punto de vista de las finalidades, objetos y modalidades de implementación como del sistema referencial. De hecho, recurrir a la interdisciplinariedad en el contexto escolar requiere ajustes importantes en comparación con la interdisciplinariedad científica. Muchos intentos han sido sólo trasplantes directos del ámbito científico al educativo. Como es el caso de muchos conceptos nómadas (Stengers 1987), la migración a otros ámbitos de aplicación plantea reinterpretaciones de sentido, contenido y alcance, necesarios de considerar cuando se habla de interdisciplinariedad. Es por eso, al igual que la distinción que se impone entre disciplina escolar y disciplina científica, que es importante diferenciar interdisciplinariedad científica de interdisciplinariedad escolar. La tabla 1 muestra algunas de estas diferencias entre estos dos campos de operacionalización de la interdisciplinariedad.

Tabla 1. Diferenciación entre interdisciplinariedad científica y escolar.

Interdisciplinariedad científica	Interdisciplinariedad escolar
<i>Finalidades</i>	
Su finalidad es la producción de nuevos saberes y dar respuesta a necesidades sociales a través de: <ul style="list-style-type: none"> — el establecimiento de vínculos entre las ramas de la ciencia — la jerarquización y organización de disciplinas científicas — la estructuración epistemológica — la comprensión de diferentes perspectivas disciplinarias, restableciendo las conexiones a nivel comunicacional entre los discursos disciplinarios 	Su finalidad es la difusión del saber científico y la formación de actores sociales a través de: <ul style="list-style-type: none"> — la instalación de las condiciones adecuadas que permitan producir y apoyar el desarrollo de procesos integradores y la apropiación de saberes como productos cognitivos en los alumnos, lo que requiere de un ajuste de los saberes escolares a nivel curricular, didáctico y pedagógico
<i>Objetos</i>	
Tiene por objeto las disciplinas científicas	Tiene por objeto las disciplinas escolares
<i>Modalidad de aplicación</i>	
Implica la noción de investigación: <ul style="list-style-type: none"> — teniendo el saber como sistema de referencia 	Implica la noción de enseñanza, de formación: <ul style="list-style-type: none"> — teniendo como elemento de referencia al sujeto que aprende
<i>Sistema referencial</i>	
Aborda la disciplina como ciencia (saber erudito, homologado)	Aborda la disciplina como materia escolar (saber escolar) y por lo tanto un sistema referencial que no se limita a las ciencias
<i>Consecuencias</i>	
Conduce a la producción de nuevas disciplinas conforme a diversos procesos	Conduce a vínculos de complementariedad entre las disciplinas escolares

De esta forma, si bien se reconoce que las materias escolares se organizan “conforme a un dispositivo que, sin ser idéntico, similar o análogo” (Sachot 1994) al de las disciplinas científicas, tiene finalidades, objetos, términos, modalidades de aplicación y referentes diferentes. Por consiguiente, resulta importante proceder con máxima cautela cuando se trata de la importación de preocupaciones y taxonomías de un ámbito al otro y, en consecuencia, reconocer que la existencia de una cuarta distinción es tan importante como las tres anteriores.

La interdisciplinariedad profesional — La interdisciplinariedad profesional concierne la integración de procedimientos y saber (científico y práctico) al desarrollo de competencias demandadas por una profesión. Este tipo de interdisciplinariedad exige superar la concepción clásica de interdisciplinariedad. Dicho de otra manera, toda formación profesional exige la integración de un conjunto

de procedimientos y saberes orientados al desarrollo de competencias implícadas en una profesión. En consecuencia, a menos que se considere como el resultado de una adición más o menos articulada de disciplinas, esta formación es la resultante de un enfoque mínimamente interdisciplinario a varios niveles. Siendo el dominio del acto profesional la finalidad de toda formación, no basta con tejer vínculos entre disciplinas científicas; lo importante es ubicarse en otro nivel que supere las formaciones disciplinarias e interdisciplinarias, a la vez que las integra:

- al proyecto de acción profesional que instauro la formación y le da su legitimidad;
- al desarrollo de competencias profesionales requeridas.

Por tanto, el proceso de formación profesional no puede permanecer a nivel interdisciplinario (el de la interrelación entre los saberes). Se requiere del uso de saberes calificados como *saberes adisciplinarios*. Se trata de prácticas sociales de referencia, provenientes de los actos profesionales (referencial profesional), que interactúan con los saberes teóricos de manera dinámica, no lineal ni tampoco jerárquica, para finalizar (dar sentido) el acto profesional. De esta manera, la formación profesional concierne no solamente a los saberes disciplinarios, a los saberes homologados, sino también a las prácticas sociales de referencia, conformadas por competencias explícitas e implícitas (incorporadas). Así, el concepto de circundisciplinariedad⁹ profesional constituye un nivel de integración de la interdisciplinariedad. Es integradora de saberes *adisciplinarios* (las prácticas) propios de la competencia profesional con otros componentes cognitivos de la formación (Lenoir, Larose y Dirand 2006).

Por lo demás, el proceso de profesionalización, que es parte de la formación inicial y continua, se distingue de la perspectiva interdisciplinaria estricta por la finalidad que persigue: utiliza una lógica de acción y no una lógica disciplinaria, que es estrictamente cognitiva; además, su propósito gira en torno a la perspectiva integradora (aplicación de competencias, las que se entienden como la movilización en la práctica de procedimientos y saberes). Se distingue también de la interdisciplinariedad *stricto sensu* por la integración de prácticas de intervención, en calidad de componente integrante del proceso formativo.

La importancia de la dimensión organizacional a nivel operacional — Finalmente, en cada uno de estos campos de operacionalización, la interdisciplinariedad

⁹ Circundisciplinariedad viene del latín *circum*, “alrededor”, acusativo adverbial de *circus*, “círculo”. Para conocer el desarrollo de esta noción, véase Lenoir, Larose y Dirand (2006).

puede ser profesada (enseñanza), investigada (investigación) o practicada (aplicación). De este modo, la problemática de lo organizacional resulta ineludible; Hermerén (1985) lo ha mencionado: los aspectos organizacionales tienen un impacto directo en la enseñanza y en la investigación. De este modo, sin importar el tipo de actividad interdisciplinar de que se trate (investigación, enseñanza o práctica), ésta siempre se ve confrontada con la ardua tarea de su organización, teniendo que considerar múltiples puntos de vista, como el institucional, los interpersonales, estructurales, cognitivos, etc. Una revisión crítica de numerosos estudios (Hasni y Lenoir 2001), principalmente de autores norteamericanos, centrada en esta problemática dimensión de la gestión de la interdisciplinariedad —especialmente a nivel investigativo, pero también en lo que concierne a la enseñanza— mostró que son los aspectos socio-ideológicos y en particular los problemas organizacionales los que constituyen los principales obstáculos relacionados con la utilización de la interdisciplinariedad. En definitiva, lo que importa es enunciar de manera explícita y desde el principio las finalidades y objetivos que están en juego (el *por qué*), el sujeto previsto (el *a quién*) y los objetos tratados (el *qué*).

Atributos de la interdisciplinariedad

Para hablar realmente de interdisciplinariedad, hay que tener presente cinco atributos fundamentales.

No existe la interdisciplinariedad sin disciplinas — En primer lugar, la interdisciplinariedad no puede concebirse separadamente de las relaciones disciplinares. A riesgo de ser acusado de formular una obviedad, recordemos con Germain (1991) y Petrie (1992) que la reflexión sobre la interdisciplinariedad sólo tiene sentido en un contexto disciplinario y que “presupone la existencia de al menos dos disciplinas de referencia y [la] presencia de una acción recíproca” (Germain 1991, 143). El propio término, “interdisciplinariedad” expresa este requisito de una relación: ¡en la “inter-disciplinariedad” hay “disciplinariedad”! Las innumerables definiciones que han sido identificadas certifican esta posición, admitiendo al menos la necesidad de una relación (no importa cual) entre los diversos elementos constitutivos de al menos dos disciplinas: los objetos, contenidos, procedimientos, técnicas, etc.

El peligro de la negación o la exclusión de disciplinas se encuentra en la ilusión que pudiera resultar del exceso de reducciones realizadas por las disciplinas y que consistiría en la pretensión de aprehender lo real en su totalidad absoluta. Según Lévy (1993),

esta ilusión sería tan peligrosa que se le ignoraría [tendería a] reducir lo real a aquello que es inteligible, representable. En esta perspectiva, el propósito que consiste en querer captar ese “real” en su totalidad, paradójicamente lleva a negar en ese “real” todo aquello que resiste a esta aprehensión, todo aquello que escapa a las reglas del pensamiento lógico, como aleatoriedad, desorden, lo inconcluso, el contra sentido (309).

Frente a la dificultad de una teoría unitaria referida a una concepción de interdisciplinariedad como modo de aprehensión holístico, es importante adoptar una postura más humilde en aprehender la interdisciplinariedad como un método, como un enfoque que permite estudiar diversos segmentos de lo real en su complejidad desde diferentes puntos de vista interrelacionados.

Algo que nunca debiera olvidarse, especialmente por aquellos que buscan “jerarquizar” diversas áreas del conocimiento, es que no puede haber interdisciplinariedad sin disciplinas

Por lo tanto, desde el punto de vista interdisciplinar, las disciplinas, en lugar de ser entendidas como frenos u obstáculos y, eventualmente, expulsadas de cualquier marco teórico de referencia, deben ser comprendidas y tratadas como elementos indispensables de todo proceso de formación. Sin embargo, a pesar de que las disciplinas contribuyen, participan y asumen una función de medición en la relación con lo real, éstas no constituyen, ni tampoco definen, las finalidades de la formación.

Una formación interdisciplinaria, en lugar de centrarse en la lógica interna del sistema de disciplinas científicas, se centra en la lógica social, en una lógica que es externa a su dinámica y que considera la situación-problema en su complejidad, su contexto y sus ambigüedades, en el sentido utilizado por Paulo Freire (Lenoir y Ornelas Lizardi 2011). Consecuentemente, una focalización, no en el saber disciplinario, sino en las finalidades perseguidas y en un enfoque de proyecto fundado en situaciones-problemas es, entre otras, una de las dimensiones operacionales a tener en cuenta, susceptible de propiciar el desarrollo de un pensamiento interdisciplinario. Esto, sin embargo, levanta varias interrogantes respecto, por ejemplo, de la concepción de la relación con el saber y a la importancia y función que tienen las disciplinas científicas en un proceso de formación interdisciplinaria.

La interdisciplinariedad no es la pluridisciplinariedad — El segundo atributo se apoya en la distinción ya establecida a nivel terminológico: la interdisciplinarie-

dad debe ser claramente diferenciada de la pluridisciplinariedad. Anteriormente hemos indicado:

la propensión a creer que la simple aproximación física de personas —investigadores, docentes, profesionales de la salud, etc.— y que constituyen un equipo de personas de diferentes orígenes disciplinarios, sería suficiente para dar carácter interdisciplinario a una actividad de investigación o de intervención profesional, incluida la formación. Este es el caso de la pluridisciplinariedad de Klein (1990), en la cual diferentes especialistas disciplinarios trabajan lado a lado, de manera aditiva y sin impacto significativo de integración, agrega Petrie (1976). A su vez, Brazeau (1980) denuncia la trampa de la pluridisciplinariedad, al comprobar en ella un eclecticismo destructivo, y Faure (1992) ve en ella una mistificación, lo que Gusdorf (1967) llama “mentalidad mágica” a esta frecuente falsa conciencia interdisciplinaria que consiste en “reunir a especialistas de diferentes especialidades, con la idea de que tal encuentro sea suficiente para generar un terreno y un lenguaje comunes entre estos individuos que, por lo demás, no tienen nada en común” (1089). Lo mismo ocurre con la propia actividad interdisciplinaria y, en lo que nos concierne, con la enseñanza y la formación inicial de docentes. Perrenoud (1997) lo subraya: “la yuxtaposición, en el espíritu de la misma persona, de formaciones disciplinarias cerradas no crea, por arte de magia, lo inter o lo transdisciplinario” (88). Así, por ejemplo, Boyer (1983), Lenoir (1991) y Lenoir, Larose y Laforest (2001) mostraron los límites de la enseñanza por temas, la cual, aunque adopte características de la pluridisciplinariedad, a menudo no es más que una caricatura del enfoque interdisciplinario (Lenoir y Sauvé 1998a, 130).

Por consiguiente, la práctica interdisciplinaria no se basa en una perspectiva acumulativa como lo revelara metafóricamente Poincaré, ¡un montón de ladrillos no hacen una casa! La agregación, en la cual se sitúa a nivel curricular como reagrupamiento de materias, o la adopción de un modelo pluridisciplinar a nivel de la práctica no son suficientes. Además, tampoco es suficiente reconocer la multidimensionalidad de cualquier situación real y la posibilidad de hacer distintas lecturas para realizar trabajo interdisciplinario. No es porque un estudiante siga cursos en una o varias disciplinas que su formación es interdisciplinaria. En cualquiera de los casos, ésta se muestra a primera vista como ecléctica.

Esta concepción pluridisciplinar se asienta tanto en una psicología ingenua como en una visión acumulativa —positivista— de la interdisciplina. Así, en una formación inicial del profesorado, se añadiría a la psicopedagogía la formación disciplinaria, a la formación disciplinaria la didáctica de disciplinas y éstas se mezclarían con prácticas (profesionales) e incluso con algunos cursos

Tabla 2. Finalidades de la interdisciplinariedad en tensión.

Perspectiva de investigación de una síntesis conceptual (académica)	Perspectiva instrumental
<ul style="list-style-type: none"> — Búsqueda de la unidad del saber — Búsqueda de una súper-ciencia — Preocupaciones fundamentales de orden filosófico y epistemológico (sentido) — Objetivo: construcción de un marco conceptual global que en una perspectiva de integración podría unificar el saber científico 	<ul style="list-style-type: none"> — Recurre a un saber directamente útil (funcional) y utilizable que responda a problemáticas sociales contemporáneas y a las expectativas de la sociedad. — Práctica singular que permita resolver los problemas de la vida cotidiana.

de fundamentos y, por qué no, con algunas actividades formales de síntesis; Radest (1975) asocia este tipo de formación llamada interdisciplinaria con “una ética académica irresponsable” (228).

La interdisciplinariedad requiere de tensión a nivel de finalidades — El tercer atributo se basa en la idea de que la interdisciplinariedad exige una tensión “benéfica” a nivel de finalidades, lo que requiere, tal como lo mencionamos, de la complementariedad entre las perspectivas epistemológicas e instrumentales (Tabla 2).

De esta forma, cuando se trata del enfoque interdisciplinario, predominan dos importantes corrientes: una que promueve la construcción de una súper-ciencia que sustituiría un paradigma universal por paradigmas científicos propios de cada campo disciplinario (las matrices disciplinarias en acción); y la otra que propone la implementación de negociaciones multidisciplinares ante situaciones-problemas en relación con las temáticas sociales (Apostel y Vanlandschoot 1994; Fourez 1992; Hermerén 1985; Klein 1985; Lynton 1985). Respecto a la educación, la interdisciplinariedad es confrontada a la tensión que existe entre dos grandes desafíos sociales: el del sentido, el de la reflexión epistemológica y de la investigación de comprensión, y el de las problemáticas sociales empíricas, de la funcionalidad, de la actividad instrumental.

Esta distinción entre sentido y funcionalidad es crucial, ya que ayuda a cristalizar dos tendencias que constituyen los polos de un continuo y que conectan dos orientaciones: la de la búsqueda de una síntesis conceptual y la del enfoque instrumental (Lenoir 1999; Lenoir y Sauvé 1998a). Estas dos visiones, que parecen contrapuestas a primera vista, deben ser al mismo tiempo preservadas, mantenidas y, sobre todo, utilizadas de manera complementaria, dado que “no son mutuamente excluyentes” (Lynton 1985, 141); sin embargo, también es importante protegerse contra la tentación de sustituir la pluridisciplinariedad con la interdisciplinariedad. La problemática del sentido no puede ser eliminada o

ignorada, puesto que “la interdisciplinariedad revela una característica de nuestra época: la integración social del saber, elemento que constituye desde ahora el poder, y el poder está esencialmente interesado en el saber aplicable, el único capaz de guiarlo en una formulación de programas que articulen su ejercicio” (Sinacœur 1983, 25). La interdisciplinariedad hace así menos referencia a una categoría de conocimientos que a una categoría de acción. Fourez (1992) también propone considerar la interdisciplinariedad como “una práctica particular” (110). En este sentido, el autor señala que “la interdisciplinariedad es percibida como una práctica esencialmente “política”; es decir, como una negociación entre diferentes puntos de vista que permiten decidir, en última instancia, por una representación adecuada (lo que él llama una “isla de racionalidad”) con miras a una acción” (110-111). Es lo que igualmente recuerda Hamel (1995), para quien “la interdisciplinariedad tal vez devela menos su forma y necesidad en la elaboración de conocimientos, explicaciones a las que aspira cada disciplina, que frente a la acción práctica o política” (17).

De este modo, esta tensión pone de manifiesto la necesidad de plantear y construir un problema (la perspectiva cognitiva, la búsqueda de sentido) antes de intentar resolverlo (la perspectiva pragmática, la búsqueda de funcionalidad) o tratarlo, dado que todo problema en educación no tiene que ser resuelto, sino estudiado y analizado. Ambos tiempos (construir y plantear el problema, tratarlo o resolverlo) son indisolubles y deberían además estar estrechamente vinculados a la dimensión humana (la búsqueda de sí mismo), asegurando de este modo una estrecha relación entre la *razón*, la *mano* y el *corazón*.

La interdisciplinariedad es un medio, la integración es la finalidad del proceso de aprendizaje — En cuarto lugar, la interdisciplinariedad no es fin sino medio. En lo que respecta a la formación, la interdisciplinariedad remite a la integración de procesos de aprendizaje (procedimientos de aprendizaje) y de saberes implicados. La razón de utilizar el enfoque interdisciplinario es poder promover la movilización de procesos y saberes que aseguren la realización de la acción y su éxito; es decir, promover y facilitar en los estudiantes tanto la integración de los procesos de aprendizaje (*integrating processes*) como la integración del saber (*integrated knowledge*), su movilización y aplicación en situaciones reales. Por tanto, la interdisciplinariedad exige la creación, por parte del formador, de enfoques integradores (*integrative approaches*) y no la imposición de

*La interdisciplinariedad
exige la creación de
enfoques integradores
y no la imposición de
un currículum integrado*

Tabla 3. Interrelaciones entre interdisciplinariedad e integración.

Estructura curricular	→	Estructuración integrativa
↓		
Acción del docente	→	Enfoque integrador
↓		
Acción del alumno	→	Utilización de procesos integradores
↓		
FINALIDAD	→	Integración de procesos de aprendizaje
	→	Integración de saberes
	→	Movilización de procesos y saberes en la acción
↑		
Medio	→	Utilización de un enfoque interdisciplinario
	→	Utilización de dispositivos de enseñanza interdisciplinar

un currículum integrado que se establezca como un proceso de integración heterónomo (Lenoir 1995, Lenoir y Sauvé 1998c) (Tabla 3). También exige la adopción de una postura epistemológica de tipo socio-constructivista, ya que requiere que los estudiantes sean reconocidos y al mismo tiempo se acepten como actores y productores del saber y que este proceso de conceptualización se inscriba en el contexto social (Lenoir y Sauvé 1998b). La realidad ya no es la representación del mundo “tal y como es” sino, como lo señala Stengers (1993), una “invención de riesgo” (62). Es esencial entonces que el profesor presente las condiciones necesarias para la implementación de los problemas cognitivos por parte de los alumnos bajo un enfoque interdisciplinario, pero sin olvidar que la integración es ante todo un proceso cognitivo construido por el alumno y no por el profesor o el currículum.

La integración como finalidad de una formación y como modalidad operacional es inseparable de la preocupación interdisciplinaria. En el marco de los procesos de enseñanza-aprendizaje, ésta debe tener en cuenta dos aspectos complementarios y superpuestos: el proceso de construcción del saber, que implica el desarrollo de procedimientos de aprendizaje (conceptualización, comunicación, resolución de problemas, labor experimental, de realización, de estética, etc.) y la adquisición de saberes en sí mismos.

El uso del concepto de interdisciplinariedad con fines integradores exige respuestas previas a las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué integrar, cuáles son las finalidades esperadas para tal opción? ¿Promover la integración de aprendizajes y saberes? ¿Promover la gestión del

- aula? ¿Justificar la ausencia de una materia escolar? ¿Promover un enfoque por temas? Etc.
2. ¿Qué integrar, o cuáles son los objetos implicados en este proceso? ¿Objetos de estudio? ¿Nociones? ¿Temas? ¿Estrategias? ¿Competencias? Etc.
 3. ¿A quién integrar, o cuáles son los actores verdaderamente implicados? ¿Los alumnos? ¿El maestro? ¿Los creadores de programas? ¿Los autores de textos escolares? Etc.
 4. ¿Cuál es la concepción de saber asumida por el formador(a), o cuál es la relación con el saber que éste posee? ¿La revelación del saber (hétero-estructuración cognitiva tradicional)? ¿La contemplación del saber (hétero-estructuración cognitiva tradicional)? ¿El descubrimiento del saber (hétero-estructuración cognitiva de tipo reestructurada)? ¿El *laissez-faire* (auto-estructuración cognitiva)? ¿La construcción del saber (inter-estructuración cognitiva)? Etc.
 5. ¿Cómo se lleva a cabo la integración, o cuáles son los modelos didácticos, los métodos, los procedimientos, las estrategias, etc. que el profesor utiliza?

La interdisciplinariedad en la educación: una perspectiva relacional — En quinto lugar, existen muchas concepciones epistemológicas respecto a la función de la interdisciplinariedad científica como lo esquematiza la tabla 4.

La perspectiva relacional es la que se encuentra en el ámbito escolar y profesional, mientras que la perspectiva ampliativa es característica de la acción interdisciplinaria científica. El enfoque reestructurante está principalmente vinculado a la contestación de la ciencia (Lenoir y Sauv e 1998a, 1998b).

La actualizaci3n del enfoque interdisciplinario en educaci3n

Antes de concluir revisemos algunas condiciones necesarias para la aplicaci3n de la interdisciplinariedad en el campo educativo. Se examinan cinco características:

Vincular la raz3n, la mano y el coraz3n

En primer lugar, un enfoque interdisciplinario debe unir tres concepciones correspondientes a las l3gicas que est3n presentes en Francia, los Estados Unidos y Brasil (ver figura 2). Concretamente, esto significa que la actividad interdisciplinaria debe pretender a la vez:

- una b3squeda de sentido (prop3sito epistemol3gico), es decir, adoptar el proyecto como meta com3n y considerar los saberes en su complementariedad;
- una b3squeda de la funcionalidad (prop3sito instrumental) garantizando, por un lado, la cooperaci3n entre las personas involucradas de diferentes

Tabla 4. Tres concepciones epistemológicas de la función de la interdisciplinariedad científica.

Opciones epistemológicas	Características
1° Enfoque relacional (formación)	Establecer vínculos (complementariedades, convergencias, conexiones, etc.), “puentes” (<i>bridge-building</i>)
2° Enfoque ampliativo (investigación)	Llenar el vacío entre dos ciencias (investigación) (nacimiento de nuevas disciplinas científicas) (ocupar la tierra de nadie)
3° Enfoque reestructurante (crítica epistemológica)...	Cuestionar la naturaleza misma del saber y promover el nacimiento de una concepción y organización nueva de los saberes científicos
...que a veces se vuelve radical	Reemplazar con estructuración interdisciplinaria la estructuración disciplinaria (v.g. la crítica deconstruccionista) (<i>Tabula rasa</i>)

orígenes disciplinarios o profesionales y, por el otro, una perspectiva integradora en la acción;

- una búsqueda de lo humano (propósitos sociales y psicológicos) que considera al sujeto, a uno mismo y a los otros.

Garantizar la gestión y la formación

En segundo lugar, la problemática organizacional resulta fundamental (Hasni y Lenoir, 2001). Un enfoque interdisciplinario sólo funciona en la medida en que exista un equipo interdisciplinario dirigido por un líder fuerte y respetado, que comparta metas comunes, donde cada miembro escucha las opiniones de los demás y está de acuerdo en discutir puntos de vista de manera abierta y respetuosa, y entre los cuales, además, existe cooperación. En el ámbito de la educación, el ministerio de educación nacional y sus distintos órganos, incluyendo las direcciones de las escuelas, así como los formadores de la formación inicial y continua, deben asumir una gran responsabilidad en la aplicación de un enfoque interdisciplinario en el aula. Por lo tanto, no basta con diseñar una concepción curricular con una perspectiva interdisciplinaria.

Crear un currículum integrador

Sin embargo, en tercer lugar, un enfoque interdisciplinario necesita, al principio, una articulación integradora del currículum. A nivel curricular, la utilización del enfoque interdisciplinario solicita la implementación de una fuerte interacción entre las disciplinas académicas que lo componen. Este requisito a menudo implica re-conceptualizar el currículum con el fin de poder establecer los vínculos interdisciplinarios e integradores necesarios. Por consiguiente, es

relevante considerar las disciplinas escolares del currículum en su interdependencia, de acuerdo con sus funciones a nivel cognitivo, y también de sus especificidades internas y desde un punto de vista a la vez igualitario y complementario.

Así, la interdisciplinariedad curricular consiste en el establecimiento, luego de un análisis sistemático de sus actividades de enseñanza (programas de estudios, cursos, talleres, laboratorios, etc.), que trata particularmente ciertos parámetros (la importancia y función de las distintas materias, su propósito, estructura taxonómica, objetos de estudio y aprendizaje, procedimientos de aprendizaje, etc.), de vínculos de interdependencia, convergencia y complementariedad entre las diferentes asignaturas que forman el programa de estudios de un curso de un nivel determinado del sistema educativo. La educación primaria, por ejemplo, procurará resaltar del currículum escolar, o les proporcionará una estructura interdisciplinaria, a las orientaciones integradoras. Es así que, mediante estos parámetros se propuso (Gosselin, Lenoir y Hassani 2005; Lenoir 1990, 1991, 1992*b*; Lenoir y Hasni 2004, 2006), en función de tres modos de relación con la realidad, la agrupación de disciplinas escolares en cuatro grupos estrechamente relacionados entre sí, que conforman una estructura curricular de ramas interrelacionadas:

- un grupo de disciplinas —materias fundamentales, porque constituyen materiales indispensables a cualquier aprehensión de lo real— que tienen por objeto la estructuración de la realidad natural, humana y social. Este conjunto de disciplinas tiene como prioridad el desarrollo del saber (especialmente de tipo conceptual), lo que no excluye el aprendizaje del saber hacer metodológico y técnico, como tampoco el del saber ser social e intelectual, asociados a este saber;
- un grupo de disciplinas —materias de base— que tienen por objeto la expresión de la realidad, y cuya prioridad es el desarrollo del saber hacer, lo que no excluye el aprendizaje de otros saberes y del saber ser, asociados al saber hacer.
- un grupo de disciplinas que tienen por objeto el establecimiento de la relación con la realidad y sus diferentes ángulos. La prioridad de este conjunto de disciplinas es el desarrollo del saber ser, lo que no excluye el aprendizaje de saberes y saber hacer asociados a este tipo de saber;
- un grupo de disciplinas artísticas destinadas al mismo tiempo a la producción, expresión de la realidad y al establecimiento de conexiones con esta última.

Si este cuarto grupo ocupa una posición especial debido a la especificidad de su aprehensión de lo real¹⁰ y de la expresión de la realidad que apela a un procedimiento estético del aprendizaje, los tres primeros grupos de disciplinas comparten un mismo enfoque metodológico de tipo científico —un meta-procedimiento— expresado a través de procedimientos de aprendizaje específicos en función de las finalidades cognitivas que son perseguidas: procedimiento de conceptualización (qué, cuál saber...), experimental (cómo verificar...), comunicacional (qué decir..., cómo decirlo...), resolución de problemas (cómo hacer para...), etc. De este modo, el uso de un enfoque interdisciplinario postula el establecimiento de una complementariedad entre sus diferentes procedimientos de enseñanza-aprendizaje.

Tres principios apoyan el trabajo de articulación entre las materias escolares, permitiendo la adopción de una perspectiva interdisciplinaria con propósito integrador.

1. La interdisciplinarietà curricular no tiene como objetivo la desaparición de disciplinas o el establecimiento de una metodología, un lenguaje, técnicas y objetivos específicos comunes, o la combinación de todos estos componentes. Su objetivo es más bien, respetando las especificidades y diferencias, instaurar puntos de convergencia y resaltar la complementariedad entre los saberes.
2. La interdisciplinarietà curricular se basa en los principios de igualdad y complementariedad entre los distintos contenidos de aprendizaje.
 - Su objetivo es la creación de una estructuración conceptual general y coherente de todos los saberes en cuanto a los aportes convergentes y complementarios entre las disciplinas de base (“materias herramientas/instrumentales” que garantizan la expresión de la realidad) y las disciplinas fundamentales (materias que garantizan la construcción de la realidad, es decir, su conceptualización).
 - Le concede a cada materia escolar un sentido funcional respecto a los aprendizajes, sentido que se establece en función de opciones sociales definidas de antemano. Por consiguiente, la interdisciplinarietà curricular se opone a la distinción común entre las materias principales (importantes) y las materias secundarias (menos importantes).

¹⁰ Mientras que la percepción de lo real constituye solamente un punto de partida en la construcción de la realidad en las ciencias humanas y las ciencias naturales, de la que el niño deberá irse separando, ésta será desarrollada y explotada sistemáticamente en el área de las artes.

3. La interdisciplinariedad curricular debe sustentarse en la existencia de una estrecha relación entre los conceptos de interdisciplinariedad e integración. Su objetivo no es desarrollar un currículum integrado, sino un currículum integrador, facilitando así la implementación de enfoques integradores (*integrative approaches*) que permitan la integración de los procesos de aprendizaje (*integrating processes*) y de saberes (*integrated knowledge*).¹¹

Bajo estas condiciones, la concepción interdisciplinaria del currículum de primaria permite establecer diferentes posibilidades reales de vínculos entre programas, de interacciones entre distintas materias escolares.

Garantizar la coherencia vertical entre currículum, didáctica y pedagogía

En cuarto lugar, un enfoque interdisciplinario también necesita la articulación integradora entre el currículum y la práctica en el aula (Figura 5).

La transición del nivel curricular al pedagógico, o por decirlo de otra manera, al de la práctica de enseñanza en el aula, exige la mediación de las didácticas de las disciplinas escolares. La actuación del docente en el aula requiere que comprenda las finalidades concedidas a cada disciplina escolar, sus especificidades y aportaciones mutuas.

La actualización de la interdisciplinariedad a nivel pedagógico no requiere únicamente de una teorización de la práctica interdisciplinaria en términos didácticos (rica y coherente), sino que además necesita del enfoque que aporta el análisis curricular sobre las distintas posibilidades interdisciplinarias que ofrecen los programas existentes. De lo contrario, la práctica interdisciplinaria corre el riesgo de convertirse en una *re-ceta*, en la agitación o ilusión de que todo es posible y que sólo basta con poner, por aquí y por allá, algunos objetivos de aprendizaje en algunos programas para garantizar actividades interdisciplinarias. Por eso es importante que el docente conciba actividades de enseñanza-aprendizaje utilizando las dimensiones didácticas que aseguran el desarrollo de los objetos de aprendizaje, a fin de hacerlos accesibles a los estudiantes. Por lo tanto, la fase interactiva, es decir, el momento del accionar docente en el aula, requiere de una fase pre-activa, o sea,

La interdisciplinariedad curricular tiene como objetivo instaurar puntos de convergencia y resaltar la complementariedad entre los saberes

¹¹ Estas distinciones se han establecido en función del libro de Henry (1958) y de la influencia de Beane (1997).

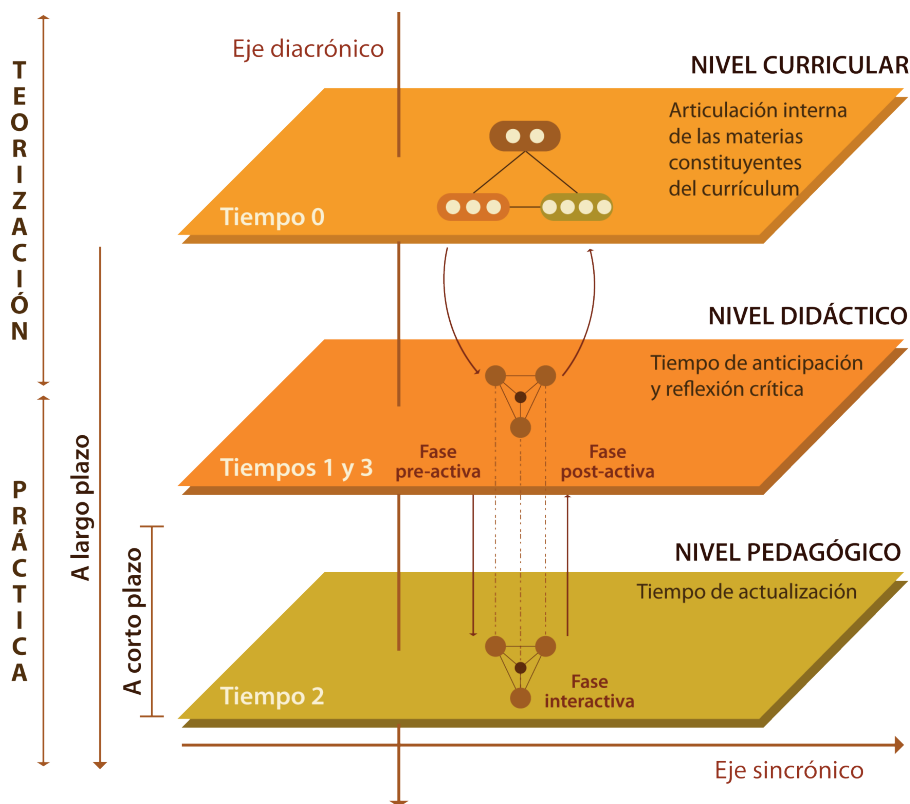


Figura 5. Relaciones entre los niveles curricular, didáctico y pedagógico.

de la fase de planificación de la situación de enseñanza-aprendizaje, que interpela los aspectos didácticos.

El nivel didáctico, a través de la aplicación de sus modelos didácticos, garantiza esta función mediadora, de interfaz, indispensable entre la estructuración curricular, de tipo disciplinario, pero de mirada interdisciplinaria e integradora, y la actualización pedagógica, de tipo transdisciplinario, circundisciplinario (Lenoir y Sauvé 1998*b*, 1998*c*); ya esta función se inscribe en un proyecto de producción educativa y de utilización de otros saberes como lo son el saber experiencial y el de alteridad. Así concebido, el nivel pedagógico procede a una re-contextualización social de los aprendizajes, reinsertándolos en su dimensión funcional.

A pesar de lo mencionado, hay que insistir en el hecho de que la interdisciplinarietà curricular es prerequisite de cualquier interdisciplinarietà didáctica y pedagógica. Palmade (1977) lo subraya al mencionar que “la noción de

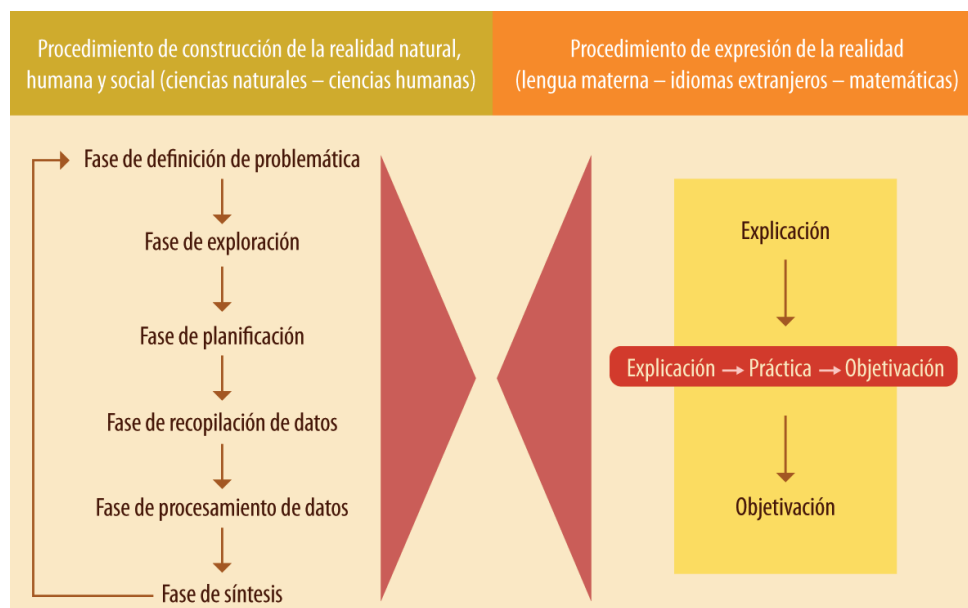


Figura 6. Modelo didáctico interdisciplinario: modelo CODA.

interdisciplinariedad no puede [...] abordarse de manera suficientemente segura, si no se tiene claridad de aquello a partir de lo cual ésta se constituye” (78).

Adoptar uno o varios modelos pedagógicos interdisciplinarios

En quinto lugar, la actualización en el aula (nivel pedagógico), cuando se asocia al nivel didáctico de la planificación, necesita del uso de un modelo de enseñanza interdisciplinario. Sin embargo, existen innumerables modelos de enseñanza interdisciplinaria (Lenoir 1991, 1997; Lenoir y Sauvé 1998b). Por nuestra parte, privilegiamos un modelo operacional, el modelo CODA (complementario a nivel de objetos y procedimientos de aprendizaje) que combina el cruce de objetos y procedimientos de aprendizaje. La Figura 6 ilustra el modelo mediante el ejemplo de ciencias humanas, cuyo propósito es la construcción de la realidad humana y social, que tiene por objetivo el desarrollo de procesos comunicativos.

Como hemos mostrado, existen varios modelos que permiten actualizar el enfoque interdisciplinario (por ejemplo, Clarke y Agne 1997; Fogarty 1991, 1993; Frazee y Rudnitski 1995; Jacobs 1989; Tann 1988; Vars 1993). Entre estos modelos, algunos parecen más apropiados, mientras que otros tienden a traducir una

de las cuatro tendencias observadas en las prácticas docentes y constituyen, a nuestro juicio, un empobrecimiento o uso indebido del significado.

Conclusión

A la luz de los fundamentos y aclaraciones conceptuales que hemos presentado, es posible proponer una definición de interdisciplinariedad en el campo educativo. Para contextualizar esta definición, nos basamos en nuestros resultados de investigaciones empíricas, realizadas en Quebec desde hace casi 30 años, sobre los conceptos y prácticas interdisciplinarias de docentes de primaria y futuros docentes en formación. Así, de estos resultados surgen cuatro concepciones principales de la enseñanza interdisciplinaria (véase la Figura 1). Sin embargo,

Una característica primordial de la interdisciplinariedad reside en su búsqueda de convergencias entre las disciplinas, no la marcación de diferencias.

dichas concepciones y prácticas, recogidas tanto a partir del discurso de los docentes como de sus propias prácticas, son deformaciones o simplemente una imagen posible de lo que debería ser el enfoque interdisciplinario.

De hecho, en lugar de moverse en uno u en otro polo (ver Figura 2), nuestros resultados evidencian que son escasos los docentes de primaria que ubican la interdisciplinariedad en la intersec-

ción de los dos ejes formados por dos continuos, a fin de asegurar, por un lado, “una dependencia recíproca, sin predominio y sin ignorancia alguna, entre las disciplinas escolares y en función de las finalidades acordadas” (Lenoir y Sauvé 1998b 121) y, por otro, “su consideración, en la riqueza de sus complementariedades y sus interrelaciones efectivas e ineludibles a nivel de sus contenidos cognitivos y de sus procedimientos necesarios para la construcción de realidad humana, social y natural, para expresarse e interactuar con ella” (Lenoir y Sauvé, 1998b 121). Es decir, que la perspectiva adoptada sea centrípeta o centrífuga. En esta perspectiva, la interdisciplinariedad en ningún caso puede convertirse en un fin en sí misma, puesto que lo que persigue es el desarrollo de los procesos cognitivos integradores y la integración cognitiva de saberes adquiridos. Así comprendida, la interdisciplinariedad escolar puede definirse de la siguiente manera:

...Se trata de la instalación de conexiones (relaciones) entre dos o más disciplinas escolares. Dichas conexiones son establecidas a nivel curricular, didáctico y pedagógico y conducen al establecimiento de vínculos de complementariedad o cooperación, de

interpenetraciones o acciones recíprocas entre estos y sus diferentes aspectos (finalidades, objetos de estudio, conceptos, y nociones, procedimientos de aprendizaje, habilidades técnicas, etc.), con el objeto de promover la integración tanto de procesos de aprendizaje como de los saberes en el alumno" (Lenoir y Sauvé 1998b 121).

Al menos dos condiciones básicas son necesarias para la implementación de una enseñanza interdisciplinaria en la escuela que aplique los fundamentos y características de la interdisciplinariedad tal como se han descrito. La primera radica en la voluntad y la responsabilidad de una acción política rigurosa, coherente (incluyendo la elaboración del currículum y textos escolares), estable y duradera. La segunda requiere la implementación de una formación inicial y continua, sistemática y rigurosa. ■

Referencias

- Apostel, L., y J. Vanlandschoot. «Interdisciplinarity: The construction of world-views and the dissemination of scientific results.» *Issues in integrative studies* 12 (1994): 9-22.
- Beane, J. A. *Curriculum integration. Designing the core of democratic education*. New York, NY: Teachers College Press, Columbia University, 1997.
- Boyer, J. Y. «Pour une approche fonctionnelle de l'intégration des matières au primaire.» *Revue des sciences de l'éducation* IX, 3 (s.f.): 433-452.
- Brazeau, J. «L'interdisciplinarité et les études supérieures.» *Sociologie et sociétés* 12, 2 (1980): 97-105.
- Clarke, J. H., y R. M. Agne (dir.). *Interdisciplinary high school teaching: Strategies for integrated learning*. Boston, MA: Allyn and Bacon, 1997.
- Couturier, Y. *La collaboration entre travailleuses sociales et infirmières. Éléments d'une théorie de l'intervention interdisciplinaire*. Paris: L'Harmattan, 2005.
- Duchastel, J., y D. Laberge. «La recherche comme espace de médiation interdisciplinaire.» *Sociologie et sociétés* XXXI, 1 (1999): 63-76.
- Faure, O. «La mise en œuvre de l'interdisciplinarité: barrières institutionnelles et intellectuelles.» En *Entre savoirs. L'interdisciplinarité en acte: enjeux, obstacles, perspectives*, de E. Portella (dir.), 109-116. Toulouse: Éditions Érès, 1992.
- Fazenda, I. C. A. «La formation des enseignants pour l'interdisciplinarité: synthèse de recherches effectuées au Brésil.» *Revue des sciences de l'éducation* XXIV, 1 (1998): 95-114.
- Fogarty, R. *Integrating the curricula*. Palatina, IL: IRI / Skylight Publishing, 1993.
- . *How to integrate the curricula*. Palatine, IL: IRI / Skylight Publishing, 1991.
- Fourez, G. *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruselas: De Boeck Université, 1994.

- . (avec la collaboration de A. Maingain y B. Dufour). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruselas: De Boeck Université, 2002.
- . *La construction des sciences. Les logiques des inventions scientifiques. Introduction à la philosophie et à l'éthique des sciences*. 2^e éd. revue. Bruselas: De Boeck Université, 1992.
- Frazeo, B., y R. A. Rudnitski. *Integrated teaching methods: Theory, classroom applications, field-based connections*. Albany, NY: Delmar, 1995.
- Germain, C. «Interdisciplinarité et globalité: remarques d'ordre épistémologique.» *Revue des sciences de l'éducation* XVII, 1 (1991): 142-152.
- Gosselin, M., Y. Lenoir, y N. Hassani. «La structuration par domaines du nouveau curriculum de l'enseignement primaire: une analyse critique du modèle retenu.» En *Le curriculum de l'enseignement primaire: regards critiques sur ses fondements et ses lignes directrices*, de F. Larose y C. Lessard (dir.) Y. Lenoir, 169-200. Sherbrooke: Éditions du CRP, 2005.
- Gusdorf, G. *Les sciences de l'homme sont-elles des sciences humaines?* Strasbourg: Université de Strasbourg, Faculté des lettres, 1967.
- Hamel, J. «Contre l'interdisciplinarité, tout contre...» *Bulletin d'information, Actas* 17, 2 (1995): 16-17.
- Hasni, A. y Lenoir, Y. «La place de la dimension organisationnelle dans l'interdisciplinarité: les facteurs influençant les pratiques de recherche et d'enseignement.» En *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*, de Y. Lenoir, B. Rey e I. Fazenda (dir.), 179-204. Sherbrooke: Éditions du CRP, 2001.
- Henry, N. B. (dir.). *The integration of educational experiences: The fifty-seventy yearbook of the National Society for the Study of Education*. Chicago: The University of Chicago Press, 1958.
- Hermerén, G. «Interdisciplinarity revisited — Promises and problems.» En *Interdisciplinarity revisited: Re-assessing the concept in the light of institutional experience*, de L. Levin e I. Lind (dir.), 15-25. Stockholm: OECD / CERI, Swedish National Board of Universities and Colleges, Linköping University, 1985.
- Jacobs, H. H. (dir.). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA Association for Supervision and Curriculum Development, 1989.
- Jantsch, E. «Vers l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité dans l'enseignement et l'innovation.» En *L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités*, de G. Berger, A. Briggs y G. Michaud L. Apostel, 98-125. Paris: Organisation pour la coopération et le développement économiques, Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement, 1972.
- Klein, J. T. *Crossing boundaries. Knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity*. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 1996.

- . *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Detroit, MI: Wayne State University Press, 1990.
- . «The interdisciplinary concept: Past, present and future.» En *Interdisciplinarity revisited: Re-assessing the concept in the light of institutional experience*, de L. Levin e I. Lind (dir.), 104-136. Estocolmo: OECD / CERI, Swedish National Board of Universities and Colleges, Linköping University, 1985.
- Lenoir, Y. «Du curriculum formel au curriculum enseigné: comment des enseignants québécois du primaire comprennent et mettent en œuvre le nouveau curriculum de l'enseignement primaire.» *Raisons Éducatives* 10 (2006): 119-141.
- . «La notion de transdisciplinarité: quelle pertinence?» *Revista Pensamiento educativo* 33 (2003): 281-306.
- . «Les réformes actuelles de la formation à l'enseignement en France et aux États-Unis: éléments de mise en perspective socio-historique à partir du concept d'éducation.» *Revue suisse des sciences de l'éducation* 24, 1 (2002): 91-128.
- . «Les représentations des titulaires du primaire sur la conception et la pratique de l'interdisciplinarité et l'intégration des matières: résultats d'une recherche exploratoire.» En *L'interdisciplinarité au primaire, une voie d'avenir?*, de R. Delisle y P. Bégin (dir.), 17-57. Sherbrooke: Éditions du CRP, 1992a.
- . «Quelques éléments de réflexion sur l'interdisciplinarité approchée du point de vue curriculaire.» En *L'interdisciplinarité au primaire, une voie d'avenir?*, de R. Delisle y P. Bégin (dir.), 111-122. Sherbrooke: Éditions du CRP, 1992b.
- . *Relations entre interdisciplinarité et intégration des apprentissages dans l'enseignement des programmes d'études du primaire au Québec*. Thèse de doctorat (nouveau régime) en sociologie, Paris: Université de Paris 7, 1991.
- . «Apports spécifiques des sciences humaines dans la formation générale au primaire.» En *Contenus et impacts de la recherche universitaire actuelle en sciences de l'éducation. Tome 2 — Didactique*, de G.-R. Roy (dir.), 681-695. Sherbrooke: Éditions du CRP, 1990.
- . *Didactique et interdisciplinarité: une complémentarité nécessaire et incontournable*. Vol. II, de *Formação e profissionalização do educador*, de L. Scheibe (dir.), 231-267. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina / Universidade do Estado de Santa Catarina, 1997.
- . «Interdisciplinarité.» En *Questions pédagogiques. Encyclopédie historique*, de J. Houssaye (dir.), 291-314. Paris: Hachette, 1999.
- . «L'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement: des lectures distinctes en fonction de cultures distinctes.» En *Les fondements de*

- l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*, de B. Rey Y. Lenoir e I. Fazenda (dir.), 17-36. Sherbrooke: Éditions du CRP, 2001.
- . *La profesionalización docente, de Quebec para Latinoamérica*. Cuernavaca: Universidad Fray Luca Paccioli Ediciones, 2012.
- . *L'interdisciplinarité dans l'intervention éducative et dans la formation à l'enseignement primaire: réalité et utopie d'un nouveau paradigme*. Sherbrooke: Faculté d'éducation (Documents du Grife, n° 5), 1995.
- . «Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas.» *Revista e-curriculum* 1, 1 (2005). <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/issue/view/243>.
- y A. Hasni. «Interdisciplinarity in Quebec schools: 40 years of problematic implementation.» *Issues in Integrative Studies* 28 (2010): 239-295.
- y F. Larose. «Uma tipologia das representações e das práticas da interdisciplinaridade entre os professores do primário no Quebec.» *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* 79, 192 (1999): 48-59.
- , F. Larose, V. Grenon, y A. Hasni. «La stratification des matières scolaires chez les enseignants du primaire au Québec: évolution ou stabilité des représentations depuis 1981?» *Revue des sciences de l'éducation* XXVI, 3 (2000): 483-514.
- , F. Larose, y J. M. Dirand. «Formation professionnelle et interdisciplinarité: quelle place pour les savoirs disciplinaires?» En *Professionnalisation des élèves ingénieurs*, de B. Fraysse (dir.), 13-35. París: Editions L'Harmattan, 2006.
- , F. Larose, y M. Laforest. «Les représentations de la pratique interdisciplinaire chez les enseignants québécois du primaire.» *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 2001: 67-79.
- , A. Hasni, y F. Larose. «La interdisciplinarietà y la formación de los profesores: análisis de resultados de dos investigaciones.» *Pensamiento educativo* 41, 2 (2007): 255-276.
- , F. Larose, y Y. Geoffroy. «Interdisciplinary practices in primary education in Quebec: Results from ten years of research.» *Issues in Integrative Studies. An Interdisciplinary Journal* 18 (2000): 89-114.
- y A. Hasni. «La interdisciplinarietà: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón.» *Revista iberoamericana de educación* 35 (2004): 167-185.
- y A. Hasni. «Les disciplines, la didactique des disciplines et le curriculum de formation à l'enseignement primaire: de la maîtrise à l'adéquation.» En *Savoirs professionnels et curriculum de formation*, de Y. Lenoir y M.-H. Bouillier-Oudot (dir.), 125-166. Quebec: Presses de l'Université Laval, 2006.
- y A. Ornelas Lizardi. «Le concept de situation chez Paulo Freire: Une

- perspective socio-anthropologique et politique.» *Recherches en éducation* 12 (2011): 50-67.
- y L. Sauvé. «De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement: un état de la question. Nécessité de l'interdisciplinarité et rappel historique.» *Revue française de pédagogie* 124 (1998a): 121-153.
- y L. Sauvé. «De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement: un état de la question. Interdisciplinarité scolaire et formation interdisciplinaire à l'enseignement.» *Revue française de pédagogie* 125 (1998b): 109-146.
- y L. Sauvé. «Introduction — L'interdisciplinarité et la formation des enseignants au primaire et au secondaire: Quelle interdisciplinarité pour quelle formation?» *Revue des sciences de l'éducation* XXIV, 1 (1998c et al.): 3-29.
- y Y. Geoffroy. «Conceptions de l'intégration dans l'enseignement primaire aux États-Unis et au Québec: une perspective sociohistorique.» *Carrefours de l'éducation* 10 (2000): 118-154.
- , Y. Geoffroy, y A. Hasni. «Entre le "trou noir" et la dispersion évanescence: quelle cohérence épistémologique pour l'interdisciplinarité? Un essai de classification des différentes conceptions de l'interdisciplinarité.» En *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*, de Y. Lenoir, B. Rey e I. Fazenda (dir.), 85-110. Sherbrooke: Éditions du CRP, 2001.
- Lévy, A. «Projet interdisciplinaire et intervention clinique.» En *Sociologies cliniques*, de V. de Gaulejac y S. Roy (dir.), 305-313. Montreal: Éditions Hommes et perspectives, Epi, 1993.
- Lynton, E. A. «Interdisciplinarity: Rationales and criteria of assessment.» En *Interdisciplinarity revisited: Re-assessing the concept in the light of institutional experience*, de L. Levin e I. Lind, 15-25. Estocolmo: OECD / CERI, Swedish National Board of Universities and Colleges, Linköping University, 1985.
- Morin, E. *Science avec conscience*. 2e éd. Paris: Seuil, 1990.
- Palmade, G. *Interdisciplinarité et idéologies*. Paris: Anthropos, 1977.
- Perrenoud, P. *Construire des compétences dès l'école*. Paris: ESF, 1997.
- Petrie, H. G. «Do you see what I see? The epistemology of interdisciplinary inquiry.» *Educational Researcher* 5, 2 (1976): 9-15.
- . «Interdisciplinary education: Are we faced with insurmountable opportunities?» *Review of Research in Education* 18 (1992): 299-333.
- Radest, H. B. «On interdisciplinary education.» En *The philosophy of the curriculum: The need for general education*, de P. Kurtz S., Hook y M. Todorovich (dir.), 227-233. Buffalo, NY: Prometheus Books, 1975.
- Resweber, J.-P. *Le pari de la transdisciplinarité. Vers l'intégration des savoirs*. Paris: L'Harmattan, 2000.

- Sachot, M. «Essai de typologie des disciplines.» *Communication à la Biennale de l'éducation et de la formation, 9-12 avril*. Paris: La Sorbonne, 1994.
- Sinacœur, M. A. *Qu'est-ce que l'interdisciplinarité?* Vol. I, de *Interdisciplinarité et sciences humaines*, de L. Apostel, et al., 21-29. Paris: UNESCO, 1983.
- Stengers, I. *L'invention des sciences modernes*. Paris: La Découverte, 1993.
- . (dir.). *D'une science à l'autre. Des concepts nomades*. Paris: Seuil, 1987.
- Tann, S. (dir.). *Developing topic work in the primary school*. Londres-Filadelfia: The Falmer Press, 1988.
- Vars, G. F. *Interdisciplinary teaching: Why & how*. Columbus, OH: National Middle School Association, 1993.

Ricardo Mansilla Corona*

De Galileo a Walras: el largo idilio entre las ciencias sociales y naturales

*¡Estas alas tan cortas y esas nubes tan altas!
¡Y estas alas queriendo conquistar esas nubes!*
“El anhelo inútil”, Rubén Martínez Villena, 1923.

Resumen | El auge de la interdisciplinariedad en las últimas cuatro décadas ha creado la impresión de que la misma se trata de un producto característico del pensamiento post moderno de fines del siglo veinte. Sin embargo, existen en la historia incontables ejemplos de búsquedas de interacciones creativas entre disciplinas diferentes, a veces muy diferentes. Partiendo del proyecto de Galileo y Hobbes de crear una ética basada en la geometría, este trabajo examina algunos de los casos más representativos de esfuerzos colaborativos entre diferentes ramas del conocimiento, desembocando en las contribuciones de Walras, Poincaré y otros representantes de especialidades muy dispares, que dotaron de bases matemáticas a los estudios económicos, aportando a esta disciplina una dimensión completamente nueva.

From Galileo to Walras — The Long Romance Between Social and Natural Sciences

Abstract | The rise of interdisciplinarity in the last four decades has created the impression that it is a typical product of postmodern thought in the late twentieth century. However, there are countless examples of searches for creative interactions between different disciplines, sometimes very different. Starting from the Galileo and Hobbes's project to create a geometry-based ethics, this paper examines some of the most representative cases of collaborative efforts between different branches of knowledge, until reaching Walras and Poincaré's contributions, as well as those of other representatives of disparate specialties, which provided mathematical foundations for economic studies, contributing in this way to build a whole new dimension of Economics.

Palabras clave | especialización – investigación interdisciplinaria – filosofía mecanicista – teoría de las probabilidades – econofísica

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM.
Correo electrónico: mansy@unam.mx

Keywords | interdisciplinary research – specialization – mechanistic philosophy – probability theory – econophysics

Introducción

LA IMPRONTA de los tiempos que vivimos es la descomunal acumulación de conocimientos y datos de toda índole. Después de la larga noche de la Edad Media, nuestra civilización entró a la primavera del Renacimiento ávida de entender al mundo en cuyo centro estaba de nuevo el ser humano. Sus paladines fueron hombres de pensamiento universal, con amplios intereses, que iban desde la

Llegamos al siglo XXI con dos características poco deseables en nuestro panorama intelectual: una especialización feroz y una avalancha prácticamente inmanejable de datos de todo tipo

indagación sobre las propiedades de la Naturaleza a la creación artística y literaria. Usando un término muy en boga actualmente, pensadores y creadores interdisciplinarios. De los estertores del sistema feudal surgen de nuevo muchos incentivos para la obtención de conocimientos en las áreas de las ciencias naturales.¹ Los turbulentos procesos sociales y económicos que a lo largo de más de cuatro siglos se han producido en los principales y más activos centros de nuestra civilización incentivaron a los

estudiosos de las áreas de las ciencias sociales. Así, llegamos al siglo XXI con dos características poco deseables en nuestro panorama intelectual: una especialización feroz y una avalancha prácticamente inmanejable de datos de todo tipo.

La especialización era sin duda inevitable. Detrás de cada nuevo fármaco hay miles de horas de trabajo de investigadores muy especializados en las propiedades de ciertas dolencias y/o de moléculas muy particulares. Los actuales teléfonos móviles, por ejemplo son la obra conjunta de muchos especialistas en áreas muy diferentes. La mayoría de los logros de nuestra civilización provienen del trabajo muy especializado de seres humanos y máquinas. Son lauros indiscutibles del método reduccionista.

Tal estado de cosas produce situaciones insólitas. Un biólogo especialista en dinámica de poblaciones puede no entender el trabajo de un colega biólogo molecular. Un matemático especialista en Teoría de Grupos puede no entender el trabajo de un alguien dedicado a las Ecuaciones en Derivadas Parciales. Un

¹ El físico E. Schrödinger dijo en una ocasión que la Termodinámica le debía más a la máquina de vapor que lo que esta última le debía a la Termodinámica. (Ball 2004, 37).

físico teórico puede no entender qué hace su colega especialista en Electrónica. Un analista de los mercados financieros puede no saber nada del mercado de trabajo. Un sociólogo puede no entender el trabajo de un psicólogo social. Este desgarramiento tiene consecuencias más allá del ámbito laboral, pues eventualmente puede distorsionar la percepción precisa del entorno socioeconómico donde estas personas viven. La transmisión de conocimientos que estos especialistas generan puede sesgarse en dependencia de los paradigmas que abracen.

Una de las virtudes del estilo de investigación interdisciplinaria es su capacidad de sanar el desgarrado tejido del conocimiento generado por la Humanidad. Es el contrapeso adecuado a la especialización. Es la contraposición necesaria al reduccionismo. Pero más aún, es la herramienta *sine qua non* para extraer nuevos conocimientos de la enorme masa de datos que nuestra civilización genera en la actualidad y que gracias a las modernas computadoras digitales y a las redes formadas por ellas podemos navegarla hoy con gran soltura.

Si bien las rupturas entre las diferentes áreas del conocimiento han sido en ocasiones abismales y tal es el caso entre las Ciencias Naturales y Sociales, el intercambio de ideas y metáforas metodológicas se ha mantenido en ambos sentidos a lo largo del tiempo. En este trabajo pretendemos ilustrar ese idilio intelectual entre los cultivadores de estas áreas del conocimiento humano, desde los albores del Renacimiento hasta nuestros días.

El Leviatán se va a Florencia

La primera mitad del siglo XVII fue una época convulsa para Inglaterra. El reinado de Carlos I se caracterizó por largos y sangrientos conflictos, de origen supuestamente religioso de los cuales no salió bien parado. Su intento de ayudar a las fuerzas protestantes durante la Guerra de los Treinta Años fue un rotundo fracaso. Por otra parte, su matrimonio con una princesa católica mermó la poca confianza que el Parlamento le guardaba, presionándolo a entregar parte del poder que detentaba y que él creía pertenecerle por mandato divino. Su negativa a negociar terminó en su decapitación en la mañana del 30 de enero de 1649.²

Con este telón de fondo se desarrolló buena parte de la vida de Thomas Hobbes, uno de los fundadores de la filosofía política y uno de los científicos sociales más influyentes de todos los tiempos.

² Existe una excelente novela titulada *Temporada de Ángeles*, del escritor cubano Lisandro Otero sobre este período histórico. Además de ser una profunda meditación acerca de la esencia del poder político y una muy inteligente alegoría del proceso revolucionario, plebético de fantasmas orwellianos, donde desarrolló su vida el autor, esta novela describe la Guerra Civil Inglesa con un profundo dramatismo y precisión.

Fue sin duda un niño prodigio. A la edad de 14 había traducido del griego al latín la obra de Eurípides *Medea*, ganando la admisión al prestigioso Magdalen College de Oxford. Si bien su padre lo abandonó a los 16 años su educación no sufrió ningún contratiempo pues su tío Francis, por aquel entonces concejal de Malmesbury lo apoyó generosamente.³ Una vez graduado de la universidad, trabajó para el Conde de Devonshire como tutor de su hijo. Vale aclarar que su alumno era solo tres años más joven que él. Desde 1609 hasta la muerte de Sir Francis Bacon, ocurrida en 1626, fue su secretario personal.

Supuestamente fue un hecho fortuito el que dio un giro drástico a su vida. Su biógrafo J. Aubrey nos brinda la historia. A mediados de 1629 Thomas Hobbes entró a una librería en la ciudad de París⁴ donde encontró un ejemplar de *Los Elementos* de Euclides. Hobbes quedó profundamente impresionado por el *razonamiento deductivo* a partir del cual se obtenían los resultados en esta obra de geometría.⁵ Como es conocido, *Los Elementos* es un canon del pensamiento axiomático, una obra a la que se le ha podido agregar muy poco en los últimos 2000 años. Hobbes quedó enamorado de la Geometría.⁶ Le pareció el fundamento idóneo para fundar una teoría del gobierno de la sociedad. En esto, no se puede perder de vista el contexto social donde se desarrolla su empeño. El 10 de marzo de 1629 Carlos I había disuelto el Parlamento en represalia por la intransigencia de este en avalar cierto tipo de impuestos.⁷ Durante los once años siguientes ejerció el poder de manera unipersonal. En esta sociedad turbulenta, la precisión y la certeza de la axiomática de Euclides le parecieron a Hobbes el marco adecuado para fundar una teoría de la sociedad.

La idea del movimiento está presente en varios niveles de la obra de Hobbes siempre como una metáfora del movimiento mecánico. Las analogías hombre máquina eran ideas bastante aceptadas en su época. De igual forma que algunos científicos actuales consideran al cerebro humano como una versión sofisticada

3 De acuerdo a toda evidencia el padre de Hobbes era “un vicario mal educado e irascible, un borracho que abandonó a su familia dejándolos sin sustento”. (Ball 2004, 14) y (Aubrey 2000, 413).

4 William Cavendish, Conde de Devonshire murió de peste bubónica en junio de 1628. Su viuda decidió prescindir de los servicios de Hobbes el cual se fue a trabajar a París como tutor del hijo del entonces exiliado Sir Gervase Clifton hasta 1631.

5 (Aubrey 2000, 427-428).

6 A tal punto que se esforzó por resolver problemas con un elevado grado de complejidad. En algún momento creyó haber resuelto el famoso problema de la cuadratura del círculo, el cual como se sabe no tiene solución.

7 Se trataba de un impuesto establecido por Eduardo II sobre los vinos importados de España y Portugal y sobre las exportaciones e importaciones de mercancías. El impuesto se le concedía a los reyes de por vida, pero el parlamento quiso obligar a Carlos I a una negociación anual. Ver por ejemplo (Kenyon 1978, 105-106).

de nuestro más avanzado artefacto cultural, los autómatas en aquella época eran versiones simplificadas de los seres humanos. Las máquinas calculadoras mecánicas, de las cuales J. Napier y B. Pascal construyeron ejemplos notables, eran entendidas como simuladores de la inteligencia humana.⁸ Los autómatas que replicaban a los seres vivos eran muy comunes y se exhibían con frecuencia en ferias y circos. Esta asociación de las actividades humanas con los autómatas solía ser castigada: la Inquisición Española encarceló a algunos constructores de los mismos basado en la suposición que tenían pactos con el diablo en la recreación de seres humanos.

Se le hizo imprescindible a Hobbes exponer sus puntos de vista a quién más profundamente había hurgado en los secretos del movimiento mecánico. Así, a mediados del año 1636 Thomas Hobbes viajó a Florencia a encontrarse con Galileo Galilei en su residencia forzada de Arcetri. No existen documentos que acrediten cuáles fueron los temas tratados durante las conversaciones entre Galileo y Hobbes, pero el matemático alemán A. G. Kästner publicó en 1800 la obra *Historia de la Matemática*,⁹ en la cual se expresa que “J. A. de Soria (1707-1769), profesor de la Universidad de Pisa, afirmaba que por tradición oral se sabía que

Una de las virtudes del estilo de investigación interdisciplinaria es su capacidad de sanar el desgarrado tejido del conocimiento generado por la humanidad

durante un paseo por las cercanías del palacio del Gran Duque en Poggio Reale, Galileo había dado a Hobbes la idea de que la geometría aplicada a la Ética podría conferirle a ésta la seguridad de las Matemáticas”.

Las ideas de la filosofía mecanicista tuvieron una gran influencia en Hobbes, el cual tuvo durante su exilio en Francia una fuerte exposición a esta corriente de ideas de la mano de los más notables exponentes de la misma en ese país. Vislumbró una sociedad de autómatas a la cual debía de proveerla de unas reglas de comportamiento para sus miembros. Así en su obra de 1624 *De Cive*, Hobbes nos regala un tratado de Ética, racional, metódico, destinado a determinar los derechos de los Estados y los deberes de los súbditos. La deconstrucción reduccionista en busca de los primeros principios del comportamiento, similar a la sugerida por la mecánica de Galileo, lo guía en el hallazgo de las reglas de

⁸ En el capítulo V (*De la Razón y de la Ciencia*) del *Leviatán*, Hobbes afirma que: “Cuando un hombre razona, no hace otra cosa sino concebir una suma total, por adición de las partes; o concebir un residuo, por sustracción de una suma respecto a otra”.

⁹ El último de los cuatro volúmenes de *Historia de la Matemática* fue publicado en Göttingen en el año 1800 unos meses después de la muerte de Kästner.

comportamiento de sus agentes sociales: "Cualquier cosa es mejor comprendida por sus partes constitutivas. Como en un reloj o cualquier otro pequeño mecanismo, la materia, figura y movimiento de las ruedas no puede ser bien conocido excepto si se toman y observan aparte".¹⁰

Como hemos dicho, durante su estancia en Francia Hobbes se relacionó con los filósofos mecanicistas de ese país, en particular con el matemático M. Mersenne y el astrónomo y matemático P. Gassendi, ambos colegas de R. Descartes.¹¹ Este fue sin duda un ambiente ideal para llevar a cabo su trabajo. El *Leviatán* fue presentado en 1651 con la presencia del destronado Carlos II, al cual Hobbes le había enseñado algún tiempo atrás Matemáticas. El *Leviatán* presenta el elaborado diseño de una sociedad de autómatas movidos por la búsqueda de poder. Esta urgencia de sus miembros solo puede ser controlada por un contrato social tácitamente admitido por todos los participantes. Sin embargo, en uno de los postulados que Hobbes supone deben cumplir los mismos se establece que la cooperación es necesaria entre ellos. No pasa por alto, sin embargo, la contradicción dialéctica entre búsqueda del poder y cooperación, al admitir que los deseos de poder de los hombres pueden llevarlos a quebrantar este contrato social y sacar ventaja de su traición.¹² Con esto, se adelanta casi tres siglos al moderno planteamiento del Dilema del Prisionero, modelo paradigmático de la interacción entre cooperación y traición en las Ciencias Sociales contemporáneas.¹³

Con esta obra Hobbes lleva a sus últimas consecuencias la dicotomía entre *cuerpo natural* y *cuerpo político* de su maestro Francis Bacon. Como hemos dicho en el intento de crear una teoría política sobre bases científicas, Hobbes eligió la Mecánica de Galileo como su marco de referencia. No obstante, una mirada a vuelo de ave sobre las páginas del *Leviatán* nos bastará para convencernos de que allí no encontraremos una sola ecuación. Hobbes gustaba obviamente de las analogías físicas, pero no tenía intenciones de convertir a las Ciencias Políticas en Matemáticas. Sin embargo, uno de sus discípulos, William Petty, se decidió a encarar este reto con su obra *Aritmética Política*.

10 (Hobbes 1651, 10-11). La versión inglesa de *De Cive* apareció con el nombre *Philosophical Rudiments concerning Government and Society*. La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

11 La relación de Th. Hobbes y R. Descartes fue algo álgida. Hobbes escribió varios documentos críticos de las *Meditaciones* de Descartes, que generaron mucha irritación en este último. En una carta del 4 de marzo de 1641 Descartes le informa a Mersenne: "...lo mejor es que yo no lo conozca...este Sr. parece estar aprovechándose de mi fama". Mori 2012, 197-212), y referencias allí encontradas.

12 (Poundstone 1992, 124 y 227). (Ball 2004, 25).

13 (Axelrod 1984).

La recolección de datos sociales tiene una larga historia. De acuerdo con Herodoto, casi 3000 años antes de Cristo en Egipto se recopilaban de manera minuciosa datos acerca de la población y la riqueza del imperio.¹⁴ Sin embargo por la erudición de su trabajo *Observations upon the Bills of Mortality*¹⁵ es John Graunt considerado una de los padres de la demografía. Sastre de profesión, llegó a ser miembro de la Royal Society por sugerencia de Carlos II.¹⁶

William Petty revisó el trabajo de Graunt después de la muerte de este último. Petty fue sin duda el primero en adentrarse al estudio de la economía política desde la perspectiva de las estadísticas sociales. Estudió el problema de la demanda de dinero y la velocidad de su circulación en una economía, el pleno empleo y la división del trabajo, todo lo cual lo pone con toda justicia entre los fundadores del pensamiento económico actual. Una copia de su libro *Aritmética Política* fue entregada a Guillermo III en 1690 por el Conde de Shelburne, hijo de William Petty.¹⁷ Entre sus muchos seguidores estaba Sir E. Halley el astrónomo real quien en 1693 publicó su *An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind*,¹⁸ sin duda alguna un trabajo precursor en los estudios sobre seguros de vida.

Estos estudios cuantitativos de fenómenos sociales necesitaban un nombre. Así, en 1749 G. Achenwall sugirió que puesto que los mismos trataban sobre los estados de la sociedad se les debería llamar Estadísticas. El término fue posteriormente usado por J. Sinclair en su monumental obra de 1791 *Statistical Account of Scotland*.

Así, una de las provincias más conocidas y aplicadas de la Teoría de las Probabilidades en la actualidad nació independiente a finales del siglo XVII. Su integración como se sabe se hizo más adelante de la mano de gigantes de la talla de P. S. Laplace y K. F. Gauss.

Lo que no es tan conocido es el papel relevante que jugaron estos estudios

¹⁴ La Biblia hace referencia, en el libro de los Números, de los datos estadísticos obtenidos en dos recuentos de la población hebrea.

¹⁵ El título completo de esta obra es *Natural and Political Observations mentioned in the following Index and made upon the Bills of Mortality*. Se publicó en el año 1662.

¹⁶ A los miembros de la Royal Society (incluido I. Newton) no les gustaba que un "camisero" formara parte de su sociedad. A petición expresa de Carlos II el mismo fue incluido. En (Boorstin, 1985) se cita en la página 668 al propio Carlos II refiriéndose a Graunt: "...si Uds. encuentran a otro hombre de negocios como este, admítanlo sin más preámbulos". La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

¹⁷ William Petty falleció en Londres el 16 de diciembre 1687. Su libro fue publicado de manera postuma.

¹⁸ El título completo *An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind, Drawn from Curious Tables of the Births and Funerals at the City of Breslaw; With an Attempt to Ascertain the Price of Annuities upon Lives*, publicado en las *Phylosophical Transactions* de la Royal Society en 1693.

sociales de carácter cuantitativo en la fundación de una rama de la Física que se gestaba por aquel entonces.

Los números sociales se van a los gases

La naturaleza atómica de la materia fue postulada por primera vez alrededor del año 440 A.C. por el filósofo griego Leucipo. Más adelante Demócrito, su alumno más destacado, obtuvo consecuencias muy notables para su época de esta hipótesis atomística. Galileo, Bacon, Gassendi, Newton y Bernoulli entre otros creyeron en la existencia de los átomos. Estos pensadores vislumbraron el micro mundo como un universo de partículas en movimiento, lo cual hacía a la Mecánica la herramienta más adecuada para su estudio. En particular D. Bernoulli propuso en 1738 que los gases eran grandes conglomerados de partículas que interactuaban entre sí por medio de incesantes colisiones. La presión que ejerce un gas sobre las paredes de un recipiente era según Bernoulli consecuencia de los impactos de las partículas sobre la superficie del recipiente. De hecho esta es la explicación correcta.

Sin embargo, las dificultades de utilizar la mecánica newtoniana para estudiar conjuntos de partículas como los que forman los gases, configuraban un reto que no solo excedía las capacidades de cómputo accesibles en la época, sino también las que tenemos en la actualidad. Deben resolverse sistemas de ecuaciones diferenciales en los que el número de ecuaciones es del orden de 10^{23} . Aun el intelecto prodigioso que imaginaba Laplace¹⁹ fracasaría en el intento de utilizar las ecuaciones de Newton para estudiar un gas, pues esos sistemas de ecuaciones tienen la propiedad de dependencia sensitiva con respecto a las condiciones iniciales.²⁰ Por tanto, como se necesitan de las posiciones y velocidades inicia-

19 P. S. Laplace había publicado en 1812 su *Teoría analítica de las probabilidades*, tratado sumamente técnico e inaccesible para la mayoría. Por tal motivo y a sugerencia de varios amigos publicó dos años más tarde su *Ensayo filosófico sobre la probabilidad*. En esta obra aparece la famosa frase que refleja su posición favorable al determinismo causal a la cual se hace referencia en el texto de este artículo: "Se podría concebir un intelecto que en cualquier momento dado conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los seres que la componen; si este intelecto fuera lo suficientemente vasto como para someter los datos a análisis, podría condensar en una simple fórmula el movimiento de los grandes cuerpos del universo y del átomo más ligero; para tal intelecto nada podría ser incierto y el futuro así como el pasado estarían frente sus ojos". Como puede verse, la Mecánica de Newton habían calado profundamente en el subconsciente colectivo de la época. Sin embargo, no fue Laplace el primero en proponer tal idea. En 1763 R. Boscovich había hecho afirmaciones similares a las de Laplace acerca de la capacidad de predicción de un intelecto muy poderoso. De hecho su afirmación es muy similar a la frase de Laplace antes referida. Ver por ejemplo, (Boscovich 1966, 141).

20 En la literatura reciente a los sistemas de ecuaciones con esas características de

les de las partículas para el cálculo de las soluciones de esos sistemas, y estos datos deben calcularse de manera experimental y en consecuencia con un margen inevitable de error, la capacidad de predicción de tales modelos es exigua.

Este enorme reto enfrentó J. C. Maxwell cuando intentaba establecer los cimientos de la Teoría Cinética de los Gases. Maxwell es mejor conocido por sus trabajos en la Teoría Electromagnética, pero es también uno de los padres fundadores junto a L. Boltzmann y J. Gibbs de la Mecánica Estadística y la Termodinámica.

Maxwell había enfrentado con anterioridad un problema que involucraba muchos cuerpos. En 1857 ofreció una demostración matemática de que los anillos de Saturno estaban formados en realidad por numerosas masas pequeñas que mantenían órbitas independientes. Por este trabajo recibió el Premio Adams que ofrecía la Universidad de Cambridge.²¹ Sin embargo desde el punto de vista técnico la obtención de las leyes que siguen los gases partiendo de “primeros principios”, esto es, con el uso de las leyes de Newton,²² era una tarea extraordinariamente más compleja. Como veremos, la solución que encontró le debía mucho a las estadísticas sociales desarrolladas décadas antes.

Poco tiempo después de que los primeros trabajos cuantitativos poblacionales vieran la luz, la comunidad científica advirtió que esos datos numéricos no solo brindaban información sobre hechos ocurridos, sino también sobre la *probabilidad* de que tales hechos fueran observados en la realidad. Así, algunos matemáticos con el bagaje adecuado en la teoría de las probabilidades comenzaron a acercarse a estas investigaciones sociales buscando nuevas áreas fértiles de investigación.

La teoría de las probabilidades es una rama de las Matemáticas cuyos orígenes no están relacionados con ningún proyecto loable, sino más bien con sórdidos empeños: los juegos de azar. G. Cardano notable matemático, médico y empedernido jugador italiano culminó en 1525 una obra titulada *Liber de Ludo Alae*,²³ donde aparece el primer tratamiento sistemático del concepto de probabilidad. Fue la primera persona que propuso definir la probabilidad de un evento como un cociente.²⁴

sensibilidad con respecto a las condiciones iniciales se les llama *sistemas dinámicos caóticos*.
21 En el pequeño libro (Altshuler 1979), con prólogo de H. Pérez Rojas donde se describe la vida y obra de J. C. Maxwell de manera muy amena y precisa.

22 En tiempos de Maxwell, a la Mecánica de Newton se le llamaba *el método histórico*.

23 Cardano cuenta en su autobiografía que terminó de escribir su libro en 1525 y lo reescribió en 1565. Fue publicado de manera póstuma en 1663.

24 Cardano no usó la palabra *probabilidad*. En su lugar utilizó siempre *oportunidad*. La palabra probabilidad proviene de las palabras latinas *probare* (demostrar) e *ilis* (ser posible), es decir ser posible de demostrar.

Más adelante en pleno siglo XVII, A. Gombaud, también conocido como Caballero de la Méré, le planteó a algunos de los mejores matemáticos franceses de la época varios problemas que fueron esenciales en la formulación de lo que hoy conocemos como la definición clásica de probabilidades. Gombaud, que era un impenitente jugador se unió al círculo de M. Mersenne donde se discutían temas de toda índole, en particular aplicaciones de las matemáticas. Allí planteó por primera vez el llamado *problema de los puntos*, que consistía en la correcta distribución de las apuestas en un juego no completado. Mersenne le sugirió ponerse en contacto con B. Pascal.²⁵ Fue idea de este último solicitar la atención de P. Fermat sobre el problema propuesto. A partir de esto se desarrolla entre ambos una relación epistolar de gran importancia para los cimientos de esta rama de la Matemáticas.²⁶ Un día importante para la teoría de las probabilidades es el 29 de julio de 1654, fecha en la que Pascal envía su primera carta a Fermat en relación al problema propuesto por A. Gombaud. Es un hecho notable que Pascal y Fermat jamás coincidieron físicamente. En 1660, Fermat intentó arreglar un encuentro, sabiendo que su amigo estaría en Clermont, no lejos de Toulouse ciudad de residencia del primero. Pascal le contestó de inmediato, explicándole que su salud estaba muy delicada. El encuentro nunca se efectuó y Pascal murió dos años más tarde.²⁷

Sin duda la contribución más importante a la formalización de las ideas dentro de la teoría de las probabilidades la hizo casi por azar P. S. Laplace. Hijo del alcalde del pequeño pueblo normando de Beaumont-en-Auge, nació el 23 de marzo de 1749 en esa localidad. Su padre le envió a recibir su educación elemental y media a una escuela regida por monjes benedictinos, con la intención de que su hijo se dedicara a clérigo. Posteriormente ingresó a la Universidad de Caen donde había un prestigioso programa de formación teológica.

Sin embargo en Caen también habían buenos profesores de Matemáticas, con los cuales Laplace se introdujo al cálculo de Newton.²⁸ Al terminar la universidad, Laplace era ya todo un virtuoso de las matemáticas y para el horror de su padre un escéptico en religión.

25 En 1644 el padre de B. Pascal, Étienne sufrió un accidente que le dañó una cadera. Quedó al cuidado de dos jóvenes pertenecientes a una secta religiosa jansenista, los cuales influyeron en Blas a tal punto de inducirlo a renunciar a su trabajo matemático por considerarlo una "distracción profana". Su médico le aconsejó alejarse de la asceta vida de los jansenistas pues le estaba dañando su salud. Pascal regresó a su vida normal, entre cuyas distracciones estaba asistir a casas de juego, en una de las cuales conoció a Gombaud por intermedio de Mersenne.

26 (Devlin 2008).

27 B. Pascal muere el 19 de agosto de 1662 como consecuencia de un cáncer de estómago.

28 En realidad en aquella época en Francia era la versión de Leibnitz del cálculo, menos geométrica y más algebraica, la que era enseñada comúnmente en las universidades.

En 1769 Laplace deja Caen en dirección a París, con una carta de recomendación para J. Le Rond d'Alembert, el matemático francés más notable de la época. Este último reconoció de inmediato el talento de Laplace, ofreciéndole un trabajo como profesor en la recién creada Escuela Militar Real.²⁹

D'Alembert aconsejó a Laplace dedicarse a la Astronomía, con mucho la más respetada de las ciencias cuantitativas de la época. Él tenía en mente un verdadero reto, a la altura de su nuevo discípulo: la Mecánica de Newton ofrecía una descripción del movimiento de los cuerpos celestes que solo podía ser aceptada si se verificaba en la práctica. La existencia de las mareas, la interacción de la Tierra con los cometas y la Luna eran otros asuntos a esclarecer. Sin embargo la astronomía observacional estaba inundada de datos, algunos de ellos inciertos o inadecuados.³⁰ Discriminar en esta enorme masa de datos cuáles tenían la calidad suficiente para ser utilizados fue el primer reto que enfrentó Laplace. Comprendió de inmediato que los métodos tradicionalmente usados no eran suficientes para la tarea que enfrentaba.³¹

Así, una tarde de 1773, hurgando entre los anaqueles de la biblioteca de la Escuela Militar Real, Laplace encontró un ejemplar de la obra *La Doctrina del Azar* de A. de Moivre. Este libro, publicado por primera vez en 1718 estaba dedicado a las probabilidades en los juegos de azar, pero con un nivel y rigor matemático nunca antes alcanzado.³²

Laplace comprendió de inmediato la posibilidad de utilizar estos resultados

²⁹ El escepticismo religioso de Laplace concordaba muy bien con las posiciones ideológicas de d'Alembert. Este último era uno de los líderes de la Ilustración, editor jefe de la Enciclopedia que aún en ciernes, acumulaba ya un enorme caudal de conocimiento científico, lejos del dogma religioso. La oferta de trabajo que le hizo a Laplace era muy generosa: la Escuela Militar quedaba cerca de Les Invalides en París y le ofrecía casa y comida además de un buen salario. Un dato curioso es que Laplace tuvo allí como alumno a Napoleón Bonaparte, con el cual tendría más adelante una sinuosa relación personal.

³⁰ Uno de los problemas más álgidos de aquella época era la estabilidad del sistema solar. Los astrónomos de entonces tenían evidencias que sugerían que el sistema solar podía colapsarse sobre el Sol. Entre estas estaba el hecho de que Saturno se estaba desacelerando en su órbita. Para atacar este problema Laplace utilizó ciertas observaciones hechas por astrónomos chinos en el año 1100 D.C., de astrónomos griegos en 200 A.C., árabes en 1000 D.C. El problema de la estabilidad del sistema solar quedó completamente zanjado a mediados del siglo XX con los trabajos de A. N. Kolmogorov, V. I. Arnold y J. Mosser. Tranquilos, es estable.

³¹ Los astrónomos observacionales en aquellos tiempos tenían por costumbre promediar las tres mejores observaciones de un fenómeno dado. La teoría matemática de los errores de medición estaba en su infancia. Ver por ejemplo, (McGrayne 2011, 18).

³² De Moivre fue el primero en encontrar la famosa fórmula de aproximación de los factoriales $n! = Cn^n e^{-n}$ comúnmente conocida como fórmula de Stirling. Este resultado es una pieza clave en la demostración del Teorema Local del Límite de Moivre-Laplace. Aparentemente, la única contribución de Stirling es haberse dado cuenta de que $C = \sqrt{2\pi}$.

en el estudio de los errores de observación astronómica. Finalmente en 1812 publicó su famosa obra *Teoría Analítica de las Probabilidades*. Desarrolló además lo que hoy se conoce como Estadística Bayesiana de manera independiente de su precursor.³³

Uno de los discípulos de Laplace fue el belga A. Quetelet. Nacido en la ciudad de Gante en 1796 hizo sus estudios primarios y secundarios en la misma con resultados sobresalientes. Más adelante concluyó un doctorado en Matemáticas en la Universidad de su ciudad natal y fue enviado a París a recibir con Laplace entrenamiento astronómico. Allí tuvo su primera exposición a las ideas de la teoría de las probabilidades, de las cuales Laplace era en aquella época la referencia obligada. Quetelet quedó fascinado con la distribución normal y pensó que era el instrumento perfecto para describir el buen comportamiento social.³⁴ A su regreso de esta estancia de trabajo en 1828, se convirtió en el fundador y primer director del Observatorio Real de Bruselas. La influencia que el trabajo de Laplace en la teoría de las probabilidades ejerció sobre Quetelet convirtió a este último en un importante heredero de la línea de pensamiento iniciada por Th. Hobbes y W. Petty. Publicó trabajos muy influyentes en demografía, criminología, sociología e historia de las ciencias. Sin duda su trabajo más conocido es *Sobre el hombre y el desarrollo de sus facultades o Ensayo de Física Social* que se publicó en 1835.³⁵

Las ideas de Quetelet entraron a Gran Bretaña de la mano del historiador H. Buckle. Como se sabe es el autor de la monumental e inconclusa obra *Historia de la Civilización en Inglaterra*. Buckle era un ferviente adepto del positivismo filosófico de A. Comte y de los puntos de vista de A. Smith sobre el *laissez faire* en economía. Por tal motivo creía que la *Física Social* de Quetelet basada en leyes similares a las leyes naturales eran los principios adecuados para limitar la influencia de los gobiernos sobre los ciudadanos. La *Historia de la Civilización en Inglaterra* es entre otras cosas un minucioso compendio de estadísticas sociales: tasas de

33 (McGrayne 2011, 13-34).

34 Quetelet creía que el comportamiento adecuado de los seres humanos debería de estar alrededor de una media y que tener comportamientos en las "colas" de la distribución era algo patológico.

35 Las influencias de este trabajo de Quetelet son muy eclécticas. F. Nightingale consideraba que la *Física Social* era una manifestación del diseño divino y se esforzó en que fuera incluida su lectura en la Universidad de Oxford. K. Marx utilizó este trabajo en el desarrollo de su teoría del valor. Sin duda J. Stuart Mill tenía en mente también la obra de Quetelet cuando escribió en su *System of Logic*: "...muchos eventos que por su propia naturaleza nos parecen caprichosos e inciertos y que de manera individual no producen ningún nuevo conocimiento, cuando son considerados en gran número, brindan un grado de regularidad casi matemático". (Stuart Mill 1973, 932). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

nacimiento y mortalidad, suicidios, matrimonios, tasas de criminalidad por ciudades, etc. Su influencia sobre distintos sectores de la sociedad inglesa fue profunda contribuyendo a sentar las bases del moderno pensamiento liberal.³⁶

J. C. Maxwell leyó con avidez la obra de Buckle en la misma época en que trabajaba en la Teoría Cinética de los Gases. En 1861 en una carta a su amigo L. Campbell comenta: "...en una noche me leí 160 páginas de la Historia de la Civilización de Buckle, un libro presuntuoso...pero pleno de material original, resultado de un fértil estudio y no de meras especulaciones".³⁷

A través de un largo proceso comprendió que los métodos estadísticos usados en estos trabajos sociales podían ser utilizados para comprender las propiedades de las enormes masas de partículas con las cuales él se enfrentaba en sus estudios sobre los gases:

La más pequeña porción de materia que sometemos a experimento consiste de millones de moléculas, a ninguna de las cuales podemos acceder individualmente...por tanto, estamos obligados a abandonar el método histórico estricto³⁸ y adoptar métodos estadísticos para tratar con estos grandes grupos de moléculas...En el estudio de las relaciones entre algunas magnitudes, nos encontramos con un nuevo tipo de regularidad, la regularidad de los promedios, la cual es suficiente para todos los propósitos prácticos.³⁹

Esto era sin dudas un salto muy audaz. Abandonar la mecánica de Newton como método de investigación de partículas en movimiento no tenía precedente. Sin embargo las figuras de Laplace y Buckle y el éxito obtenido por estos últimos en sus investigaciones sociales le brindaban la suficiente confianza como para seguir adelante. En una conferencia presentada el 11 de febrero de 1873,⁴⁰ Maxwell comenta:

³⁶ Por solo citar algunos ejemplos: N. Senior, Ch. Dickens, R. W. Emerson, B. Disraeli hicieron mención en sus trabajos (de manera favorable o contraria) a la obra de Buckle. Tal vez la cita más pintoresca sea la que nos brindó Disraeli: "existen mentiras, mentiras malditas y estadísticas".

³⁷ (Ball 2004, 66). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

³⁸ La Mecánica de Newton.

³⁹ (Maxwell 1890, 374). El autor agradece a H. Pérez Rojas el acceso al acervo bibliotecario del ICIMAF de la Academia de Ciencias de Cuba. La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

⁴⁰ Después de su regreso a Cambridge en 1871 algunos de los llamados "Apóstoles" revivieron el hábito de reunirse para la discusión de temas especulativos. Tres de las contribuciones de Maxwell a ese círculo se conservan y una de ellas, con fecha 11 de febrero de 1873 es citada en el texto principal de este trabajo. Su traducción es responsabilidad del autor de este artículo. (Campbell, Garnett 1882, 210-211). La cita que aparece en (Ball 2004, 68) es incorrecta.

“El método estadístico de investigar cuestiones sociales tiene a Laplace como su mejor científico y a Buckle como su más popular expositor. Las personas son agrupadas de acuerdo a alguna característica... Este es el material básico del cual los estadísticos deducen los teoremas generales de la sociología... Ahora, si la teoría molecular de la constitución de los cuerpos es verdad, todo nuestro conocimiento de la materia es de tipo estadístico también... En consecuencia aquellas uniformidades que observamos en nuestros experimentos con cantidades de materia que contiene millones de millones de moléculas son uniformidades del mismo tipo que aquellas explicadas por Laplace y Buckle y que surgen de la multitud de casos cada uno de los cuales no tiene relación con los otros”.

Así, Maxwell abrió la puerta a los métodos estadísticos en la Física.⁴¹ Su genial construcción teórica basada en la función de distribución de las velocidades de las partículas en un gas, sentó las bases de la Termodinámica e influyó en el desarrollo de la Mecánica Cuántica.

La aceptación de las ideas de Maxwell fue lenta dentro de la comunidad científica. En Francia esta interpretación estadística era conocida como *la hipótesis inglesa*.⁴² Siguieron siendo consideradas simplemente como hipótesis de trabajo hasta que en 1872 otro lector de los trabajos de Buckle, el famoso físico austríaco L. Boltzmann demostró que cualquier grupo suficientemente grande de partículas en movimiento debería tener una distribución de velocidades convergente a aquella propuesta por Maxwell. Boltzmann estaba también muy influido por los resultados en las estadísticas sociales. En su trabajo de 1872 puede leerse lo siguiente:⁴³

Las moléculas son como muchos individuos, tienen los más variados modos de movimiento y las propiedades de los gases solo permanecen inalteradas porque el número de estas moléculas que como promedio tienen un estado de movimiento dado, es constante.

La consecuencia más desconcertante de los trabajos de Maxwell y Boltzmann era que la mente prodigiosa que habían soñado Laplace y Boscovich realmente no tenía memoria cuando se trataba del comportamiento de los gases.

41 Algunas décadas después, en medio del proceso de construcción de la Mecánica Cuántica, uno de los más importantes íconos culturales de nuestra civilización, decidió cerrarle el paso a este tipo de interpretaciones por medio de su famosa frase: *Dios no juega a los dados*.

42 (Poincaré 1893). Una traducción al inglés puede encontrarse en (Brush 1966, 203–207).

43 (Boltzmann 1909, 317). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

Ciertos fenómenos eran irreversibles y la flecha del tiempo siempre apuntaría hacia el futuro. Este hallazgo generó encendidas discusiones.⁴⁴ Entre los protagonistas de las mismas estaba el notable matemático y físico francés H. Poincaré.

H. Poincaré nació en Nancy el 29 de abril de 1854. Su padre era profesor en la Facultad de Medicina de su ciudad natal. Era un niño prodigio. Uno de sus biógrafos⁴⁵ ha documentado que comenzó a hablar a los 9 meses de edad, que tenía una notable habilidad para los idiomas y que su talento matemático fue descubierto en cuarto grado de primaria.

Estudió Matemáticas en la École Polytechnique graduándose segundo de su generación en 1875.⁴⁶ Recibió el título de doctor en matemáticas por la Sorbona el 1 de agosto de 1879 y trabajó en esta universidad por muchos años. Es descrito a menudo como el último *universalista*, junto a K. F. Gauss, capaz de entender y contribuir en todos los ámbitos de la disciplina matemática de su época.⁴⁷

Poincaré objetó en un principio los resultados estadísticos obtenidos en la teoría cinética de los gases por Maxwell y Boltzmann porque contradecían un resultado propio.⁴⁸ Después reconoció que la metodología utilizada por estos últimos era la única posible.⁴⁹

Poincaré se vio involucrado casi sin quererlo en dos de los episodios más importantes en el proceso de formación de las teorías económicas del siglo XX. Uno de sus alumnos menos destacados se hizo de un lugar en la historia al sentar las bases de las actuales matemáticas financieras.

De la ecuación del calor a los mercados

J. Fourier es bien conocido por los desarrollos en serie de funciones trigonométricas que llevan su nombre. Un poco menos por el distinguido servicio público que realizó para el gobierno francés.⁵⁰ Siendo director del Buró de Estadísticas

44 Las cuales influyeron en el suicidio de L. Boltzmann en Duino, Italia el 5 de septiembre de 1906. Otro factor desencadenante de la tragedia parece haber sido la muerte de su primogénito semanas antes, producto de una apendicitis mal atendida.

45 (Gray 2013, 153-160).

46 La única persona que lo aventajó se llamaba M. Bonnefoy, el cual hizo un examen de dibujo mejor que Poincaré. Aparentemente Poincaré era pésimo como dibujante.

47 Otra inevitable consecuencia del reduccionismo y la especialización.

48 Conocido como Principio de Recurrencia.

49 Poincaré comenzó a dictar cursos de Termodinámica en la Sorbona en 1892. Tenía la costumbre de editar prolijamente las notas de sus cursos. La segunda edición de las notas al curso de Termodinámica se publicaron en 1908. En las mismas Poincaré insertó un párrafo donde afirmaba que todos los intentos de elaborar una teoría de los gases deberían ser abandonados pues solo las leyes estadísticas de Maxwell y Boltzmann tenían alguna posibilidad de éxito. (Brown *et al.* 2009).

50 J. Fourier participó en la expedición napoleónica a Egipto de 1789. Fue nombrado

del Departamento de Saine, Fourier publicó varios trabajos sobre demografía en los cuales utilizaba la distribución normal estudiada por Laplace. En 1801 fue nombrado por Napoleón prefecto de la ciudad de Iseré en Grenoble. Es aquí donde desarrolla sus trabajos sobre la teoría de conducción del calor que culminan con la publicación en 1822 de su trabajo *Teoría Analítica del Calor*.

La concepción de Fourier de la trasmisión del calor estaba basada en el movimiento cinético de las moléculas y a partir de esto dedujo una ecuación diferencial en derivadas parciales hoy conocida como ecuación de conducción del calor.

Es notable que casi ocho décadas después sus resultados fueron utilizados para describir el comportamiento de los precios en los mercados. Sin embargo, el trecho a través del cual se crearon las condiciones para esta nueva revolución intelectual se inicia en la segunda mitad del siglo XIX, más precisamente en 1863 con el libro de Jules Regnault, *Calcul des chances et philosophie de la bourse*. Hijo de un oficial de aduanas, Regnault comenzó a trabajar en la Bolsa de París en el año 1862.⁵¹ Esta fue una época de mucha turbulencia en el mercado francés y el tema de las fluctuaciones de los precios de los activos en los mercados se discutía frecuentemente en la prensa, en el parlamento y en conferencias especializadas. Un año después de su entrada a la Bolsa de París, Regnault publicó su libro,⁵² el cual no tuvo una buena acogida. Una de sus muy pocas citas es debida a John Maynard Keynes.

Entre las novedosas ideas que introdujo Regnault en su obra está el uso de la teoría de las probabilidades en el estudio de los movimientos de los precios. Observando las diferencias de precios de los activos a su alcance, asumió que la probabilidad de una subida de precios era igual a la probabilidad de una caída y de aquí concluyó que en el largo plazo ningún agente de mercado podía alcanzar

secretario perpetuo del Instituto de Egipto en 1798 y en 1801 Napoleón lo nombra prefecto de la ciudad de Iseré en Grenoble. Allí le mostró a un niño de 11 años por aquel entonces llamado J. F. Champolion una copia en tinta de la piedra Rosetta. Lo demás es historia. Como dato curioso vale agregar que Fourier fue el descubridor del efecto invernadero sobre el cual escribió trabajos en 1824 y 1827.

51 Como dato curioso queremos comentar que Jules Regnault quedó huérfano a los 12 años y que su hermano mayor Odilon exentó el cumplimiento del servicio militar por esa razón, apoyándose además para que tomara cursos de ciencias en la Universidad Libre de Bruselas. No existe sin embargo ningún indicio documental de que Jules haya estudiado en ninguna universidad belga. Ver por ejemplo, (Jovanovic 2004). Sin embargo, la influencia de los trabajos de A. Quetelet en su obra es reconocida por el propio Regnault.

52 Es muy notable que Regnault escribe su tratado de 50,000 palabras, en el cual desarrollaba una teoría de los mercados que presagiaba a los Premios Nobel de Economía del siglo siguiente, un año después de entrar a trabajar en la Bolsa de París.

ganancias sustantivas, lo cual constituye una especie de hipótesis de mercado eficiente simplificada.⁵³

Pero su contribución más importante esta relacionada con las escalas temporales en que los precios fluctúan. Tomando datos diarios de los activos que se negociaban en la bolsa en el período comprendido entre 1825 a 1862 estudió la relación entre los rendimientos obtenidos y el intervalo de tiempo en que el activo correspondiente había sido conservado por sus propietarios desde la compra a la venta. La magnitud que decidió utilizar para medir los rendimientos fueron las desviaciones (écarts) alrededor de la media, la cual él suponía igual a cero, dado que no podía haber ganancias en el largo plazo. La relación que encontró lo sorprendió según puede apreciarse de sus propias palabras: “Por primera vez nosotros formulamos aquí una ley matemática que nadie hubiera esperado hasta ahora: las diferencias de precios de un activo son proporcionales a la raíz cuadrada del tiempo transcurrido”.⁵⁴ Si bien en su frase original habla de “diferencias” lo que realmente calculó fue la desviación estándar de las diferencias.⁵⁵ Después utilizó ese hallazgo teórico para calcular el precio del bono perpetuo de 3% de interés conocido como *rente*.⁵⁶ A pesar de no disponer de computadoras utilizó 11,000 valores de este bono en sus cálculos.⁵⁷

Un lector atento habrá notado que la propiedad observada por Regnault es propia de las caminatas aleatorias gaussianas. Él mismo sugirió que esta era la verdadera distribución de los écarts en los datos que poseía. En (Jovanovic, Le Gal 2001) se afirma que el uso de la ley normal en el trabajo de J. Regnault está basada solamente en la observación de este último de la forma acampanada de la distribución, sin que mediara ninguna prueba estadística que validara su afirmación.

Utilizar las matemáticas como lenguaje para formular las ideas económicas puede haber sido algo meritorio en 1970, pero un siglo antes proyectos de este tipo sufrían del rechazo de la comunidad de investigadores

53 A pesar de sus creencias murió siendo poseedor de la enorme fortuna de 1,000,000 de francos de la época.

54 (Szpiro 2011, 44). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

55 "...d'après une formule importante que nous ne pouvons qu'indiquer ici...". (Szpiro 2011, 52).

56 Un bono emitido por el Gobierno Francés en 1825 para indemnizar a la nobleza y a todos los que habían perdido propiedades durante la Revolución. Para 1862 existía un mercado muy fuerte de estos bonos.

57 (Szpiro 2011, 50-52).

Sin embargo con el trabajo de Regnault no se tenía aún una formalización matemática del comportamiento de los precios en los mercados. Un paso importante en el estudio de este importante problema lo dio el joven de origen francés L. Bachelier. Nacido en Le Havre en 1870 en el seno de una familia acomodada, quedó huérfano de ambos padres a la edad de 19 años, lo cual le obligó a abandonar sus estudios. Después de concluir su servicio militar, ingresó a trabajar en la Bolsa de París en 1892. Ocho años más tarde, el 29 de marzo de 1900, defendió su tesis de doctorado en Matemáticas bajo la dirección de H. Poincaré.⁵⁸ El título de la misma era *La Teoría de la Especulación*, algo sin duda poco frecuente entre los aspirantes a este título en aquella época.⁵⁹

Bachelier había tomado clases en la Sorbona con P. Appell, E. Picard, J. Bousinesq y el propio H. Poincaré, lo cual le había brindado una sólida formación matemática. Era un requisito en la Sorbona en aquella época, que los aspirantes defendieran una segunda tesis. El tema elegido por Bachelier fue la Dinámica de Fluidos. Sobre este trabajo P. Appell, que también fue miembro de su jurado expresó: "...el candidato Bachelier muestra un buen dominio de la teoría del movimiento de esferas en un fluido".⁶⁰

A pesar de que el tema elegido por Bachelier era algo singular, Poincaré tenía en alta estima su trabajo. En lo referente a la derivación de la Ley de Gauss para las diferencias de precios y la comparación hecha por Bachelier del movimiento de los precios con la difusión del calor, Poincaré los calificó de "muy original". Respecto al último problema atacado por Bachelier en su tesis, a saber, ¿cuál es la probabilidad de que el precio de un activo alcance un valor predeterminado antes de una fecha prefijada?, Poincaré escribió en el reporte de la tesis: "parece insoluble". Después tachó la palabra *insoluble* y escribió "parece conducir en una primera mirada a cálculos muy complicados". A continuación expresó "el autor consigue resolver el problema por medio de un razonamiento corto, simple y elegante".⁶¹ Finalmente recomendó la publicación de la tesis en una respetada revista francesa.⁶²

Bachelier postuló que las diferencias de precios tenían una distribución normal. Existen varios hechos que excusan la aparente ligereza de Bachelier en admitir esta hipótesis. En primer lugar, si los movimientos de los precios se

58 Ha habido una larga discusión sobre la certeza de este dato. Al lector interesado se le sugieren las siguientes fuentes: (Mandelbrot, Hudson, 2004), pag. 42 y todas las citas que provienen de allí. (Courtault 2000), (Weatherall 2013, 9).

59 H. Poincaré escribió en el acta de la defensa de la tesis: "Le sujet choisi par M. Bachelier s'éloigne un peu de ceux qui sont habituellement traités par nos candidats".

60 (Szpiro 2011, 74). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

61 (Szpiro 2011, 76). La traducción es responsabilidad del autor de este artículo.

62 (Bachelier 1900).

describen por una ecuación similar a la de conducción del calor, según la analogía propuesta en su tesis, la desviación estándar de los mismos debe ser proporcional a la raíz cuadrada del intervalo de tiempo transcurrido. Recuérdese que Regnault había hecho una afirmación parecida 37 años antes en su libro.

En segundo lugar, Bachelier al igual que Regnault, debió calcular sus distribuciones empíricas manualmente, haciendo uso de datos diarios, sin el auxilio de una computadora. Por tanto, habiendo observado una curva acampanada, con colas que caían rápidamente, resulta entendible su afirmación de que las variaciones en los precios seguían una distribución normal.

En tercer lugar y no menos importante, admitir que los cambios de precios distribuían según la normal abría la posibilidad de usar toda la bien aceptada maquinaria teórica (*terra cognita*, al decir de B. Mandelbrot⁶³) desarrollada durante más de 150 años acerca de esta distribución estadística.

En cualquier caso, Bachelier ofreció la primera formulación matemática del movimiento browniano cinco años antes del famoso trabajo de A. Einstein.⁶⁴ Obviamente el trabajo de este último posee un rigor matemático que no se observa en la contribución de Bachelier. Su trabajo tardó en ser reconocido.⁶⁵ Fue “descubierto” en 1955 por un discípulo de J. Gibbs cuya tesis de doctorado consistió en reescribir la Economía en un lenguaje matemático, tomando ideas prestadas de la Termodinámica y la Física Estadística: Paul Samuelson.⁶⁶ Este último recibió en 1970 el Premio Nobel de Economía por “elevar el nivel de análisis de la ciencia económica...convirtiendo a la economía en una disciplina matemática” según el dictamen publicado por el comité que lo eligió.

Utilizar las matemáticas como lenguaje para formular las ideas económicas

63 (Mandelbrot, Hudson 2004, 53).

64 (Einstein 1905).

65 En vida Bachelier recibió muy poco reconocimiento por su trabajo. Más aún, fue perjudicado en más de una ocasión por la incomprensión de sus colegas. En 1926 aplicó para una plaza de profesor en la Universidad de Dijon. Uno de sus dictaminadores, M. Gevrey que creyó encontrar un error en uno de sus trabajos le envía el mismo a P. Levy, por entonces una autoridad en la Teoría de las Probabilidades en Francia. Levy hace una lectura superficial del trabajo y las descuidadas notaciones de Bachelier lo confunden y confirma un error inexistente. Años más tarde, leyendo un trabajo de A. Kolmogorov comprende que cometió un error con Bachelier. En su trabajo Kolmogorov comentaba positivamente la contribución de Bachelier: “...hasta donde conozco, Bachelier fue el primero en hacer un estudio sistemático de este tema...”, aunque más adelante admite: “...sin embargo su construcción es poco rigurosa”. Finalmente Levy le envía una carta de disculpas a Bachelier. Pero el daño ya estaba hecho. La plaza de la Universidad de Dijon había sido otorgada a G. Cerf. (Szpiro 2011, 76-77).

66 En realidad Samuelson no fue alumno directamente de Gibbs. Siendo estudiante graduado de Economía en la Universidad de Harvard estuvo fuertemente influenciado por E. B. Wilson, un físico matemático que fue el último alumno de Gibbs. A través de Wilson, Samuelson devino en un discípulo de la tradición gibbsiana. (Weatherall 2013, 17-18).

puede haber sido algo meritorio en 1970, pero un siglo antes proyectos de este tipo sufrían del rechazo de la comunidad de investigadores. La figura paradigmática en luchar contra esta corriente de ideas fue L. Walras.

Los equilibrios de la Mecánica se vuelven marginales

Si bien entre los padres fundadores de las Ciencias Sociales existió una tácita simpatía por los estudios cuantitativos y las formulaciones matemáticas de los fenómenos sociales, a finales del siglo XVIII ya podían observarse líneas de pensamiento que divergían de este paradigma. Las dificultades encontradas en la aplicación de las ideas de M. Condorcet⁶⁷ a la solución de problemas económicos generaron dudas sustanciales sobre la aplicabilidad de las analogías físico matemáticas más allá de la esfera de los fenómenos naturales.

Ambos puntos de vista coexistieron y ocasionalmente cohabitaron. Pero los conflictos se hicieron cada vez mas claros. De hecho A. Comte decidió elegir la palabra *Sociología* para distinguir sus estudios y los de sus seguidores de la *Física Social* de Quetelet.

Otra razón para el ocaso de las ideas de Condorcet fue la gradual desaparición de aquellos investigadores con intereses en su obra. En particular con la muerte de J. Lagrange cuya reputación rivalizaba con la de Laplace se perdió al más fuerte impulsor de la época en el uso de las matemáticas en las Ciencias Sociales. Durante los años de la Revolución Francesa, Laplace había apoyado con entusiasmo a los investigadores interesados en los trabajos de Condorcet. Pero tras la muerte de Lagrange se evidenció cuan superficial era su adherencia a tales proyectos. Es notable, por ejemplo, la persecución a la que sometió a un discípulo de este último llamado E. Duvillard de Durand.⁶⁸ Por último, el despotismo napoleónico se encargaría de sofocar cualquier proyecto para desarrollar unas Ciencias Sociales sobre bases racionales.

En el campo de las Ciencias Económicas los puntos de vista de los fisiócratas eran tildados de ser muy especulativos. La tendencia dominante era la construcción de unas ciencias económicas que excluyeran el uso de modelos abstractos formales. En esta línea de ideas la figura más destacada fue J. Say.

67 (Condorcet 1847).

68 Laplace fue un notable científico pero también un gran oportunista. Habiendo sido maestro de matemáticas de Napoleón le dedica a este el tercer volumen de su *Mécanique Céleste* donde le elogia como “el pacificador de Europa”. Sin embargo, tras la caída del emperador vota en el Senado a favor de su primer destierro a la isla de Elba, pasándose a las filas borbónicas. Como una prueba de que un gran científico puede no ser un buen funcionario público, vale señalar que Napoleón le nombró Ministro del Interior, tarea en la que solo duró cuatro semanas con desastrosos resultados, siendo sustituido por L. Bonaparte.

Luchando contra estas circunstancias desarrolló L. Walras su actividad intelectual. Nacido en Évreux, Francia, el 16 de diciembre de 1834, es considerado a menudo el fundador de la economía matemática. Su padre A. Walras era también economista y colega de A. Cournot. L. Walras fue el primero en analizar y describir como un problema matemático el equilibrio general de la competencia perfecta, muy influido por la obra de Newton, de quien era un ferviente admirador.

El trabajo de Walras, al igual que el de Hobbes, es un excelente ejemplo de la apropiación de conceptos de las Ciencias Naturales para la solución de problemas en el área de las Ciencias Sociales. Alrededor del año 1859, Walras lee la obra de L. Poincaré *Elementos de Estática* e inspirado por ésta, en particular por el capítulo segundo de la misma y por otro trabajo de Poincaré titulado *Teoría general del equilibrio y el movimiento de los sistemas*, desarrolló el marco teórico para su teoría del equilibrio general económico.⁶⁹ En 1872 ya en la Universidad de Lausana con la ayuda del ingeniero P. Piccard escribe *Principios de una teoría matemática del intercambio*, una memoria que fue presentada en agosto de 1873 a la Academia de Ciencias Morales y Políticas, recibiendo allí una recepción muy hostil.⁷⁰ Este trabajo fue la génesis de su obra fundamental *Los Elementos de Economía Política Pura*, de la cual se hizo la primera edición entre 1874 y 1877.

Ignorado por los economistas, Walras decidió dirigirse a físicos y matemáticos en busca de la comprensión que no lograba encontrar en su propio gremio. Así, el 10 de octubre de 1901, Walras le envía una carta a Poincaré acompañando una copia de la cuarta edición⁷¹ de sus *Elementos*.⁷²

Las razones para elegir a Poincaré como destinatario de esta primera carta eran varias. En primer lugar, Poincaré era uno de los matemáticos más distinguidos de Francia en la época, con un sólido compromiso con las aplicaciones de las matemáticas. En segundo lugar, se había publicado a principios de ese mismo año un trabajo que defendía el uso de las matemáticas en la solución

69 (Jaffe 1965, 148).

70 La profesión de economista en Francia adquirió estatus institucional alrededor del año 1830 basado en la influencia y prestigio de J. Say. Como hemos dicho ya, esta línea de pensamiento era contraria al uso de formulaciones matemáticas en economía. La presentación del trabajo de Walras en 1830 fue objetada por el profesor del Colegio de Francia P. Levasseur, principal figura en el Comité Editorial de la revista *Journal de Economistes*. (Ingrao, Israel 1990, 87-94).

71 Puede resultar ilógico que existieran ya en esa época cuatro ediciones de una obra que había recibido una fría y hostil acogida en su primera presentación en la Academia. El hecho es que la llamada *escuela de Lausana* había ganado un notable prestigio a pesar de que, en contra de la corriente principal de pensamiento de la época, en sus filas habían muchos adeptos de la economía matemática.

72 (Jaffe 1965, 158-159).

de problemas económicos.⁷³ Este trabajo sugería la relación desde el punto de vista metodológico entre los *Elementos* de Walras y un reciente artículo de Poincaré.⁷⁴

La influencia de Poincaré en la obra de Walras fue esencialmente metodológica en lo que concierne a la fundamentación del concepto de función de utilidad. La generalidad con que apareció expresado este concepto en trabajos posteriores,⁷⁵ se debe básicamente a la forma abstracta y general que Poincaré le sugirió a Walras a lo largo de un extenso intercambio epistolar.

En el trabajo de Walras se explota un símil entre el concepto de función de utilidad y el de energía potencial mecánica. La maquinaria matemática desarrollada para obtener los equilibrios mecánicos fue sin duda idónea para la obtención de los equilibrios que aparecían en los modelos estudiados por Walras.⁷⁶ El concepto de *rareté* en sus trabajos se refiere a las derivadas de la función de utilidad, concepto también bautizado por W. Jevons como *utilidad marginal*.

De la obra de Walras y por lo tanto de la influencia de Poincaré sobre la misma se deriva toda la moderna teoría económica del equilibrio general. Al margen de la pertinencia o no de esta teoría, así como de su capacidad de reflejar con precisión los fenómenos reales, es sin duda el sustento de la corriente principal del pensamiento económico actual.

Conclusiones

En tiempos más recientes se ha hecho evidente la colaboración interdisciplinaria entre las diferentes esferas del conocimiento humano. Áreas como Biofísica y Biomatemática que ya tienen algunas décadas de establecidas son buenos ejemplos de estos empeños. A partir del auge de las computadoras digitales otras líneas de investigación se han desarrollado en la frontera entre las Ciencias Naturales y Sociales. Como ejemplos de esto podemos citar a la Sociofísica y la Econofísica.

La conclusión fundamental de este trabajo es que este proceso ha ocurrido desde épocas ya muy lejanas en el tiempo y que además el intercambio de ideas se ha producido en las dos direcciones. La Econofísica es la heredera de los trabajos de Regnault y Bachelier de la misma manera que la Sociofísica es el vástago de

73 (Bouvier 1901).

74 (Poincaré 1900).

75 (Laurent 1902).

76 A. Aupetit fue el primer alumno que defendió su doctorado con Walras. Su tesis apareció publicada en *Essai sur la théorie general de la monnaie*, 1901 (Riviere 1957). En el prólogo de esta obra G. Bousquet hace un comentario acerca de la pertinencia de obtener los equilibrios económicos por medio del método de los extremos condicionados de Lagrange.

los trabajo de Quetelet y Condorcet. Sin embargo, la Física Estadística le debe a las investigaciones sociales herramientas de trabajo que hicieron época. Entender esta relación es un requisito indispensable para la generación de un conocimiento científico más humanista a la altura de los retos que enfrenta nuestra civilización en la actualidad. ■

Referencias

- Altshuler, J. *Maxwell y la extraña magia de sus ecuaciones*. La Habana: Academia, 1979.
- Aubrey, J. *Brief Lives*. London: Penguin Books, 2000.
- Axelrod, R. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books, 1984.
- Bachelier, L. «La théorie de la spéculation.» *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure* (1900): 21-86.
- Ball, Philip. *Critical Mass. How One Thing Leads to Another*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2004.
- Boltzmann, L. *Estudios sobre el equilibrio térmico de las moléculas de un gas*. Vol. 1, de *Wissenschaftliche Abhandlungen*, ed. por F. Hasenöhr. Barth, 1909.
- Boorstin, D. *The Discoverers*. New York: First Vintage Books Edition, 1985.
- Boscovich, R. *A theory of natural philosophy*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1966.
- Bouvier, E. «La méthode mathématique en Economie Politique.» *Revue d'Economie Politique* 15 (1901): 817-850.
- Brown, H, et al. «Boltzmann's H-theorem, its discontents, and the birth of statistical mechanics.» *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, (2009): 174-191.
- Brush, S. *Kinetic theory*. Oxford: University Press, 1966.
- Campbell, L., y W. Garnett. *The life of James Clerck Maxwell*. London: Macmillan and Co, 1882.
- Condorcet, M. J. A. N. «Tableau général de la science qui a pour object l'application du calcul aux sciences politiques et morales.» En *Oeuvres de Condorcet*, 1: 539-573. París: Firmin Didot frères, 1847.
- Courtault, J. «Louis Bachelier on the Centenary of Théorie de la Spéculation.» *Mathematical Finance* 10 (2000): 341-353.
- Devlin, K. *The Unfinished Game: Pascal, Fermat, and the Seventeenth-Century Letter That Made the World Modern*. New York: Basic Books, 2008.
- Einstein, A. «On the movement of particles suspended in a stationary liquid demanded by molecular-kinetic theory of heat.» *Annalen der Physik* 17 (1905): 549-560.
- Hobbes, Th. *Philosophical Rudiments concerning Government and Society*. London: J. G. for R. Royston, 1651.

- Ingrao, B., y G. Israel. *The invisible hand. Economic equilibrium in the history of science*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1990.
- Jaffe, W. *Correspondence of Léon Walras and related papers*. Amsterdam: North-Holland, 1965.
- Jovanovic, F. «Elements biographiques inédits sur J. Regnault (1834-1894) inventeur du modèle de marché aléatoire pour représenter les variations boursières.» *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 2004: 215-230.
- y Ph. Le Gal. «Does God practice a random Walk? The financial physics of a 19th century forerunner, J. Regnault.» *European Journal of the History of Economic Thought* 8 (2001): 526-571.
- Kenyon, J. *Stuart England*. London: Allen Lane, 1978.
- Laurent, H. *Petit traité d'économie politique mathématique rédigé conformément aux préceptes de l'Ecole de Laussane*. Paris: C. Schmid, 1902.
- Mandelbrot, B., y R. Hudson. *The (mis)behavior of the markets*. New York: Basic Books, 2004.
- Maxwell, J. *The scientific papers of James Clerck Maxwell*. Cambridge: Cambridge University Press, 1890.
- McGrayne, S. *The theory that would not die*. Devon, Pennsylvania: Yale University Press, 2011.
- Mori, G. «Hobbes, Descartes and Ideas: A Secret Debate.» *Of the History of Philosophy* 50 (2012): 197-212.
- Poincaré, H. «La relation entre la physique expérimentale et la physique mathématique.» *Revue général des sciences pures et appliquées*, 1900: 1163-1175.
- . «Le mécanisme et l'expérience.» *Revue de Métaphysique et de Morale* 1 (1893): 534-537.
- Poundstone, W. *Prisoner's Dilemma*. New York: Anchor Books, 1992.
- Stuart Mill, J. *Collected Works*. Vol. 7. Toronto: Toronto University Press, 1973.
- Szpiro, G. *Pricing the future: Finance, Physics and the 300-years journey to the Black and Scholes equation*. New York: Basic Books, 2011.
- Weatherall, J. *The Physics of Wall Street. A brief history of predicting the unpredictable*. New York: Houghton Mifflin & Harcourt, 2013.

Roberto Follari*

Acerca de la interdisciplina: posibilidades y límites

Resumen | Se hace la crónica de los dos advenimientos de la interdisciplinariedad en México, y su vinculación con los acontecimientos políticos, culturales y académicos que vivía el país en los respectivos momentos. Se revisan las distintas esperanzas y desafíos que enfrenta la interdisciplinariedad en la práctica, en diferentes ámbitos de actividad (enseñanza, investigación), y se formulan algunas sugerencias sobre las diferentes modalidades que podría revestir una efectiva integración de disciplinas, capaz de superar la simple yuxtaposición de enfoques.

About Interdiscipline — Possibilities and Limits

Abstract | We attempt a brief chronicle of the two advents of interdisciplinarity to Mexican academic life, and their links to political, cultural and academic events in this country on both occasions. We review different hopes and challenges that interdisciplinarity faces in practice, regarding disparate fields of activity (teaching, research), and we propose a few suggestions concerning the forms that an effective integration of disciplines could assume, capable of transcending a simple juxtaposition of approaches.

Palabras clave | interdisciplinariedad – departamentalización – modos de producción de conocimiento – multidisciplinaria – transdisciplina

Keywords | interdisciplinarity – departmentalization – modes of knowledge production – multidisciplinary – transdisciplinarity

HA RETORNADO la interdisciplina al campo de la discusión sobre la ciencia. No es su primera entrada a escena: allá por los años setenta, en México fue muy fuerte la presencia de esta propuesta, dentro del proceso general de modernización que se dio en la educación superior nacional luego de los hechos de 1968.

Pueden señalarse como hitos en este campo la fundación por ley de la Universidad Autónoma Metropolitana, en el año 1975; y, en el mismo año, editado

* Profesor en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina. **Correo electrónico:** robfollari@ciudad.com.ar

por la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior), la difusión del libro *Interdisciplinarietà*, de origen principalmente francés y traducido al idioma castellano (Apostel 1975). La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) se planteó, en sus tres unidades iniciales, situadas en diversos sitios del Distrito Federal, trabajar interdisciplinariamente, pues ello estaba fijado en el modelo explícito de su ley constitutiva. El libro sirvió para difundir como una innovación deseable para toda la educación superior mexicana, la actividad interdisciplinaria.

Eran tiempos de enorme renovación en la educación superior de México. Tras la represión violenta de 1968, se había hecho decisivo para el Estado (por

Como punto fundamental, es preciso comprender que la interdisciplinarietà no constituye un ataque a las disciplinas, sino una manera de enriquecerlas y sacar más beneficio de sus aportaciones

aquel entonces prácticamente superpuesto con el PRI, Partido Revolucionario Institucional) reasumir buenas relaciones con las clases medias con presencia en la Universidad. De tal manera, se produjo un proceso de renovación —dentro del sexenio de gobierno de Luis Echeverría— verdaderamente notable, con una multiplicación del presupuesto que llevó a la creación de nuevas instituciones (por ej., el sistema de Institutos Tecnológicos), la mejora salarial y de servicios para docentes, el aumento de las prestaciones a nivel de acceso a revistas, posi-

bilidades de publicación, financiamiento para asistencia a congresos, tecnología básica para copiar documentación, etc.

Se trató, entonces, de una fuerte promoción, la cual se vio reforzada a nivel de investigación y docencia por la llegada de importantes contingentes de exiliados políticos de América del Sur, los cuales enriquecieron el debate que ya se daba en México sobre la necesidad de nuevas condiciones políticas para toda Latinoamérica, a la vez que encontraron plataforma para la denuncia de las condiciones de barbarie que se vivían en sus países de origen.

Estas medidas del Estado mexicano hacia las universidades, se complementaron con una puesta al día en los procedimientos. Expertos en planeación y programas de estudios se instalaron en las direcciones universitarias, a la vez que la departamentalización de las universidades y la búsqueda de la interdisciplina (en investigación y/o docencia) se fueron imponiendo paulatinamente como las *innovaciones* principales del período.

Huelga señalar que este fondo político sobre el que se dibujó el proceso de modernización universitaria, da a entender que en el mismo florecía más la

necesidad de legitimación de los procesos políticos y de gestión en curso, que la ortodoxia epistémica o conceptual en cuanto a tener en claro a qué se apuntaba con esta serie de innovaciones en curso.

De tal manera, no fue raro que algunos gestores académicos (autoridades de universidades, a menudo) creyeran que el *paquete innovador* venía aunado a alguna forma de coherencia epistémica *a priori*, que llevara a que todos sus diversos componentes —por cierto que independientes entre sí en su origen— se hicieran compatibles y armonizables en un conjunto.

Fue el caso de la interdisciplina en relación con la departamentalización. Ambas llegaron juntas, pero no cabía que estuvieran mezcladas. Pero sí lo estaban en las mentes de los que dirigían el proceso de innovación. Alguna vez Ernesto Meneses, por entonces Rector en la Universidad Iberoamericana, se preguntó “¿por qué, si teníamos departamentos, es que no se daba la interdisciplina?” (VV.AA. 1980)¹

La pregunta suponía una inherencia tan fuerte entre interdisciplina y departamentalización, que no sólo se suponía que una favorecía a la otra, sino que más aún, debía de alguna manera producirla como su consecuencia necesaria. Por cierto que tal consecuencia no estaba ocurriendo, de modo que surgía el lamentito por la actitud de los investigadores y docentes quienes, con todas las facilidades otorgadas, no parecían estar a la altura de las circunstancias y las posibilidades.

Pero este es un buen ejemplo de cómo los supuestos teóricos ordenan a lo empírico, y no sucede a la inversa (Bourdieu 1975).² Si no se ha pensado suficientemente la cuestión, obviamente se esperarán comportamientos que no están en condiciones de darse. Los departamentos dividen —o juntan, según quiera verse— a los académicos según su filiación disciplinar. Los antropólogos se juntan con antropólogos, los físicos con físicos, los biólogos con biólogos, etc. De tal manera, lo que puede esperarse como consecuencia inmediata es exactamente lo contrario de la confluencia interdisciplinar; cada uno quedará confinado a su propio espacio de formación, y al intercambio con pares que abrevan también del mismo. No habría ningún espacio institucional en común con aquellos que provienen de otras disciplinas, de modo que las posibilidades para la interdisciplina están considerablemente limitadas.

Sin embargo, el imaginario ideológico llevaba las cosas a una visión contraria, y se esperaban peras del olmo: que los departamentos parieran la interdisciplina.

¹ La frase fue dada oralmente; no está explicitada en el texto citado pero sí se plasma en él la concepción del autor.

² Sobre esto abunda la epistemología de Gaston Bachelard, y ha sido desarrollado a los fines de la investigación social en el clásico libro citado de Pierre Bourdieu (1975).

Como esto no sucedía, cabía poner la mira en los investigadores y docentes, y hacerlos responsables del fracaso de la expectativa; según los gestores, sucedía que los académicos gozaban de condiciones ideales, pero no estaban acostumbrados aún a las exigencias singulares de la experiencia interdisciplinar.

En parecido sentido se dirigía la queja de que los profesores no lograban estar a la altura de la empresa interdisciplinar, porque todos se habían formado disciplinadamente. Con ser esto último cierto, si se esperaba una formación interdisciplinar previa para poder practicar lo interdisciplinar, prácticamente la premisa hacía imposible su propio cumplimiento, pues es obvio que la formación de los científicos seguía siendo disciplinar, de modo que ello llevaba el razonamiento al infinito de un eterno retorno de lo mismo, que impediría que lo interdisciplinar se efectuara.

Otro mito muy socorrido es que existe una correlación férrea entre la interdisciplinariedad y las actitudes “de avanzada” o de izquierda

Pero cabe, más que asumir lo erróneo de estas expectativas, comprender por qué ellas se dieron. Faltó precisión para pensar las condiciones que harían posible lo interdisciplinar; en general, tales condiciones surgían de una fuerte presencia de lo imaginario en quienes las pensaban; allí no triunfaba el concepto, sino más bien expectativas desmesuradas y poco racionalizadas.

Lo cierto es que en aquella primera visita de lo interdisciplinar, se estuvo más cerca de la fantasía que de la reflexión sistemática sobre qué condiciones podrían hacer posible esta forma de trabajo.

Y no caben dudas de que la *ideología*, en un sentido amplio de la misma, estaba presente; producía la expectativa de que la realidad se acomodara a una posibilidad de cumplimiento, donde el deseo tenía mucho peso. Se trataba de que por fin la Universidad se mostrara dentro de parámetros de alta eficiencia y competitividad, y de que lo interdisciplinar constituyera la entrada regia a todo ello.

Tal expectativa no podía satisfacerse; en las premisas mismas se daba la imposibilidad de tal logro. Por ello pudimos, en aquella época, manifestarnos con cierto escepticismo acerca de la cuestión (Follari 1982).³ Generalmente la reflexión estaba ausente de la expectativa sobre el tema, y reinaba un manto de sentido común preestablecido y confuso, ligado a la idea de modernización eficientista y exitosa.

3 Ver especialmente los caps. 1 a 3.

Lo cierto es que, así como había surgido el momento de auge de la interdisciplina (por cierto, más en lo discursivo que en el plano concreto de las realizaciones) éste pasó, y siguieron tiempos de olvido. Finalizó aquel momento histórico de la primera modernización tecnocrática de nuestras universidades en Latinoamérica, y con ello pasó también el auge del repertorio de *innovaciones* que le habían estado asociadas.

Así, en los tardíos años ochenta la cuestión quedó fuera de repertorio, y no se volvió a hablar de la misma. Había desaparecido de la “episteme” (como la llamaba el primer Foucault) del horizonte socio-discursivo de lo pensable. Y tan fuerte como había sido su vigencia, se volvió luego el manto de silencio.

¿Retorno de lo reprimido?

Contra cualquier expectativa basada en una concepción lineal de decurso del tiempo, lo interdisciplinar reapareció luego de unos años. A mediados de los años noventa volvió a hablarse de la cuestión.

Y esta vez llegó para quedarse. Pudimos pensar que se trataba de una nueva moda pasajera, de un nuevo y efímero paso por la pasarela de la presunción académica. Intuíamos un éxito momentáneo como el anterior, y la futura imposibilidad de sostenerse más allá del fulgor de lo momentáneo.

Pero no fue éste el caso. Sorprendentemente, la interdisciplina sigue apareciendo con fuerza en la postulación académica, a más de una década de su reaparición. Reparición que, además, ha gozado ahora no sólo de mayor permanencia, sino de mayor intensidad que aquella de la primera oleada de los años setenta.

Quizá haya contribuido el hecho de que en el Cono Sur ya no hay dictaduras, de modo que las novedades científicas atraviesan todo el Continente, y se despliegan en un territorio muy vasto. Quizá sea que los desarrollos han sido mejor planteados, y por ello no se los ha podido borrar con la velocidad de la situación anterior. Quizá incluso, que la condición histórica posmoderna⁴ (Lyotard 1980) (Jameson 1996) —ligada al capitalismo globalizado de predominancia financiera— ofrece las condiciones culturales por las cuales lo interdisciplinar puede florecer con mayor facilidad, al menos en su condición de promesa atractiva.

Lo cierto es que estamos ante esta segunda oportunidad de lo interdisciplinar, que repite —y a la vez no lo hace— la condición anterior. La historia no

4 Sobre lo posmoderno es muy amplia la bibliografía, a destacar: (Lyotard 1980). Una visión crítica desde el marxismo se puede ver en: (Jameson 1996); sobre el fenómeno en América Latina ver: (Follari 1990).

se auto calca, pero tampoco es cada vez tan inédita como para no resumir aspectos del pasado; de tal modo, no estamos repitiendo capítulos de la misma historia, pero tampoco nos hallamos pisando un campo por completo original dentro de la práctica académica, tanto latinoamericana como planetaria.

Es verdad que el suelo cultural desde el cual hoy se habla es otro. Lo posmoderno, en los años setenta, no se había desplegado todavía entre nosotros. Por ello, la cultura de la hibridación y la mezcla no se había impuesto, con lo que ello importa en relación a legitimar las experiencias interdisciplinarias. Tampoco la *paralogía* (Lyotard 1980) había alcanzado un lugar dentro de la producción científica. Esta noción de ir contra las reglas preestablecidas, de “inventar” de una manera contraria a las expectativas y a los estereotipos, no existía todavía. La ciencia corría por caminos más predecibles, en algún sentido los señalados por Kuhn en su célebre obra máxima (1970): se trataba simplemente de resolver acertijos dentro de normas que no son sometidas a discusión, practicando aquello que él denominó “ciencia normal”.

Es el mismo desafío que el de los años setenta y a la vez es otro, entonces, en tanto el horizonte de la cultura desde entonces se ha modificado. Pero si alguna certidumbre se hace evidente es la de que las preguntas por entonces irresueltas, tanto en lo ideológico como en lo epistemológico, todavía hoy continúan vigentes.

No toda interdisciplina es de izquierdas

Un sentido común acendrado nos hace pensar en la interdisciplina como ideológicamente progresista. Ella está presente en discursos de teóricos que están del lado de las propuestas anticapitalistas (Wallerstein, González Casanova, Boaventura de Sousa Santos, los “decoloniales”, etc.), de modo que estamos acostumbrados a imaginarla como “naturalmente” cercana al discurso crítico hacia el sistema social dominante.

Sin embargo, estos no fueron los inicios de la interdisciplina; por el contrario, ella formó parte de aquel paquete modernizador post-68, relegitimador del dominio capitalista. No sólo en México, sino también en Francia y en Europa toda. La interdisciplina formó parte, muy claramente, de un conjunto de medidas tranquilizadoras de la conciencia estudiantil tras los movimientos de finales de los años sesenta. El libro publicado por ANUIES es claro al respecto, al certificar que las reuniones realizadas para extender y promover la interdisciplina se hacían bajo la clara advocación de que había que calmar la protesta estudiantil, y finalizar con el predominio de la conciencia anti-sistema.

Por otra parte, la interdisciplina ha mantenido hasta nuestros días también ese rostro *pro-establishment*, incluso en formas aún más abiertamente pro

empresariales y anti académicas. Es lo que podemos advertir en la conocida propuesta de Michael Gibbons (1994), publicada hace ya unos 15 años; no se sabe si este texto es normativo o descriptivo, además de que predica una asepsia y ecuanimidad con las que no cumple en ningún momento. Allí se opone un “buen” modo 2 de producción de ciencia a un “mal” modo 1; el 2 sería el que habría que asumir en los nuevos tiempos históricos, acordes con el avance tecnológico contemporáneo y al predominio neoliberal del mundo del mercado, que por entonces se desplegaba a pleno también en América del Sur. En cambio, el modo 1 sería obsoleto, propio no de las empresas sino de las universidades; no atendería suficientemente al contexto de aplicación de la investigación, que es lo que desvela a los partidarios del modo 1. Se trata de pragmatizar generalizadamente el conocimiento, de ponerlo todo al servicio de la empresa y la ganancia privada; para ello se apela a lo interdisciplinar, en tanto esto se verifica a menudo en el conocimiento aplicado (algo que no explica directamente el texto de Gibbons, pero que en términos de epistemología implica asumir lo concreto como “síntesis de múltiples determinaciones”, y por ello como espacio donde el “objeto real”, para ser modificado, exige la apelación a diferentes “objetos teóricos”) (Bourdieu 1975).

El texto de Gibbons es fuertemente prescriptivo, e intenta convencernos de lo perimido de la apelación al espacio académico, a la universidad y a la teoría en general. Prácticamente sustituye el espacio universitario por el de la empresa, y la investigación explicativa por la exclusivamente aplicativa en sentido operativo-tecnológico.

Tamaño decisión es clara en cuanto su exclusión de los saberes críticos; la teoría en general se deja fuera, pues nula es la suerte que se asigna a aquello que no sea inmediatamente útil. Pero peor será la de aquello que se oponga a la reducción operativizante, de modo que cualquier posición ideológicamente adversa a lo presente en el capitalismo de libre mercado puro, será expulsada del discurso, excluida por completo.

Es de subrayar que la apelación a la interdisciplina es fuerte durante todo el libro de Gibbons, y está expuesta como una de las sustantivas ventajas que se asigna al modo de producción 2 por sobre el 1.

De modo que, si los orígenes de la interdisciplina no fueron de izquierda sino más bien lo contrario (se trató de hacer reformas preventivas para enfrentar a la radicalización ideológica de los estudiantes), hay que asumir que en el presente continúan dándose esta clase de posiciones que promueven una interdisciplina ligada al mundo tecnocrático y empresarial, utilitarista y anti-teórico, de neto corte liberal-conservador en el plano ideológico.

Quizá esta afirmación no sea singularmente novedosa, pero en todo caso se enfrenta a un acendrado sentido común según el cual la interdisciplina de por

sí implica progresismo ideológico. Hay quienes sostienen, de manera explícita o implícita, que porque son de izquierda son interdisciplinarios, o porque son interdisciplinarios ellos son de izquierda. Y resulta evidente que no existe una intrínseca interrelación entre estos dos términos. Lo cual, por supuesto, de ningún modo significa que ellos sean incompatibles; pero sí certifica que no son necesarios el uno al otro.

Esto hace también al conocido —al menos en México— “modelo UAM-Xochimilco”; se puede asumir que éste tiene intenciones de superación de las modalidades tradicionales de la enseñanza, pero no es obvio que necesariamente funcione de manera ideológicamente rupturista, en tanto la reducción del conocimiento a su relación con la práctica disminuye las posibilidades de la abstracción y de la unificación coherente del objeto teórico de las teorías que se aprenden.⁵

Según lo dicho, la interdisciplina por sí misma no da garantías de progresividad ideológica; habrá, en todo caso, que saber de qué clase de programa interdisciplinario concreto se trata, de cuáles son sus características epistémicas, conceptuales, de contexto y de aplicación.

Y para abundar más, por cierto que en las posiciones de, por ej., I. Wallerstein sobre este tema, no deja de haber problemas. El autor de la teoría del sistema-mundo recoge el primer internacionalismo de Marx, mostrando que las formaciones sociales nacionales no son las unidades de análisis que debiera asumir la teoría social; y, en consonancia con el autor judeo-alemán, entiende que no debiera dividirse el objeto “sociedad” en un análisis mutuamente aislado de lo político, lo económico y lo “social”. Por ello no estaría autorizada la división entre Sociología, Ciencia Política y Economía, estando esta última obligada a reformularse en los términos clásicos de “Economía Política”.⁶

Lo curioso es que, en el mismo movimiento (es decir, en el mismo espacio argumentativo) este autor (Wallerstein 1998) nos confunde, al asumir el caso de los *cultural studies* como si estuviera en confluencia con lo que acabamos de reseñar. Los estudios culturales son un tipo de asunción de lo social que ha rechazado expresamente la noción de “totalidad”, tanto a nivel nacional como a nivel del capitalismo mundial; y se ha dedicado a estudios “micro” ligados a la

5 Esta es una crítica que, basada en la epistemología de Bachelard, hemos podido hacer en alguna ocasión en relación a la modalidad modular de planes de estudios de la UAM-Xochimilco (México D. F.), institución que ha reflexionado con ejemplar detalle su propia historia, pero rara vez ha asumido la posibilidad de alguna fisura en el modelo mismo.

6 Para el marxismo, separar estas esferas (política, económica, social) impide captar la mutua constitutividad entre ellas, haciendo percibir a la política como independiente de la economía, o a ésta como independiente de la política. En todo caso, la distinción entre estos espacios debiera ser sólo analítica, y no ser presentada como sustantiva.

acción de movimientos sociales específicos, lo cual los aleja definitivamente del marxismo, así como de la lucha estructural por el poder del Estado.

De tal modo, la justificación que estos estudios hacen de la interdisciplina es enormemente diferente de la de Wallerstein; en ellos se trata más bien del juego, el azar, la incertidumbre, el caos. Se trata de retar a la idea de disciplina, pero no sólo en el sentido de unidad de espacio institucional u objetual, sino también en el de esfuerzo sostenido, el de sistematicidad y proceso metódico.

De modo que en estos casos, la interdisciplina es simplemente entendida como elogio de cierto desorden cognitivo, un abandono de los cánones sistemáticos, un espacio para lo lúdico y lo experimental, que se enfrentaría a la clásica sistematicidad de la ciencia moderna.⁷

No cuesta advertir que esto muy poco tiene que ver con la posición de Wallerstein, quien hace una extraña “inferencia por el predicado”; si el marxismo es interdisciplinar y los estudios culturales también lo son, entonces marxismo y estudios culturales tendrían alta consistencia entre sí. Lo cual, obvio es subrayarlo, constituye un error lógico de importancia.

Un párrafo aparte merecen los estudios post-coloniales latinoamericanos, hoy rebautizados por sí mismos como “decoloniales”.⁸ En ellos se hace fuerte defensa de lo interdisciplinar, al punto de denominar a uno de sus libros con el título “Teorías sin disciplina” (Castro-Gómez y Mendieta 1998). Al margen de la justificación por vía de la supuesta superación del poder académico departamental —cuestión a que nos referiremos a continuación— se propone una “epistemología otra” que socavaría las presunciones del pensamiento occidental en nombre de los colonizados (negros, indios, etc.). No es lugar aquí para una crítica integral de esta posición (formulada por blancos desde universidades occidentales y escribiendo a menudo en inglés, otros textos en castellano pero nunca en quechua, por ej.) que sopla al colonizado su propia voz, poniéndola en manos de quienes rechazan a

La interdisciplina entendida como simple ruptura de los sistemas clásicos de la ciencia, con la consiguiente imposición de rigideces y limitaciones, pasa por alto las posibilidades infinitas de “fertilización cruzada” entre las ciencias

7 Se encuentra una versión muy elocuente en un artículo donde se compara la epistemología de lo interdisciplinar con la del *shopping mall*, en contra de lo disciplinar como almacén barrial; tan insólita extrapolación se puede ver en: (García Canclini 1998).

8 El neologismo pertenece a E. Dussel, quien mantiene una relación con el marxismo que no es mayoritaria entre quienes participan de esta tendencia (Moreiras, Escobar, Beverley, Castro-Gómez, Mignolo, Coronil, etc.).

la episteme occidental sin poder salir de la misma, a la que pertenecen —pertenece— irremisiblemente.

En todo caso, estos autores pretenden situarse por fuera de los criterios epistemológicos propios de la ciencia occidental, lo cual los haría ni disciplinas ni interdisciplinarias, sino a-disciplinarias, por lo menos en el significado habitual que solemos asignar al término “disciplina” dentro del pensamiento occidental en el cual estamos ubicados.

Ya en nuestros propios términos, las presunciones interdisciplinarias en este caso no se cumplen, pues no hay una asunción precisa de qué disciplinas vienen a cuento, qué aporta cada una, y en qué dirección epistémica —necesariamente parcial— se establece la ligazón entre las diferentes disciplinas concurrentes. Asumido por nuestra parte que son teorías occidentales que pretenden hablar en nombre de lo no-occidental (contra la auto interpretación que asumen de ser intérpretes de la otredad cultural), en todo caso no hay en su constitución el cumplimiento de premisas que califiquen su producción de interdisciplinar.

Como puede advertirse, tampoco en quienes se presumen con un pensamiento crítico, la cuestión está conceptualmente saldada. No profundizaremos aquí —pues ya lo hemos hecho en otro sitio— acerca de los estudios culturales, los cuales carecen de toda reflexión epistemológica específica sobre una interdisciplina de la que siempre se jactan pero nunca justifican (García Canclini 1998). La interdisciplina no será simplemente que un autor hable de todo un poco, o que se pueda, por la ambigüedad del objeto a analizar, participar un poco de comunicación y otro de literatura, algo de sociología y una pizca de antropología. Eso tiene mucho de transversalidad y, a veces, también de indefinición, pero en todo caso está más por debajo de alcanzar la disciplinariedad, que “por encima”, en dirección a alguna síntesis superadora de lo disciplinar.

Tristezas del departamento

Por alguna razón poco comprensible, algunos identifican el poder académico con la división departamental del conocimiento. Se asume que la verticalidad que pueda existir en la administración académica es propia del régimen departamental, lo cual es un contrasentido para países como la Argentina, para el cual la departamentalización generalizada de las universidades sería sin dudas altamente favorable, frente al vetusto régimen de las cátedras y su enorme cerrazón, además de su fuerte jerarquización interna.

En todo caso, se asume que la departamentalización compartimenta, divide, impide acercamientos. Obviamente que clasifica a los docentes, y por tanto los diferencia y divide; lo cual no debiera ser visto como un defecto, pues nadie

podría concebir una academia sin clasificación alguna, donde todos estuvieran mezclados con todos en un espacio sin ordenamiento de algún tipo (por cierto que un “desordenamiento espontáneo” sería sin dudas un modo de ordenar arbitrariamente, pues cada uno estaría en un sitio, al lado de unos y no de otros, etc., como necesariamente ocurre a cualquier división en territorios).

Lo cierto es que desde la versión auto celebratoria propia de los estudios culturales⁹ es común hablar de una pretendida superación de los departamentos; cabe también encontrar algo similar en el mismo Wallerstein, de quien podría esperarse una versión más matizada al respecto.

Crear que la interdisciplina trae como efecto superar los departamentos es confundir una cuestión epistemológica con otra de organización de la gestión académica; si bien ambas guardan relación entre sí, no son lo mismo.

Por ello, podría contarse con una organización departamental, y sin embargo disponerse espacios o programas específicos interdisciplinarios; nada lo impide. Dijimos más arriba que esperar de los departamentos una “natural” consecuencia interdisciplinaria es erróneo; pero también lo es suponer que no puede hacerse, cuando existe la organización por departamentos, institutos especiales que sean interdisciplinarios, o simplemente programas o proyectos que lleven a que los académicos de diversas áreas de adscripción se reúnan singularmente en torno de estas actividades específicas. De los departamentos por sí solos no surge lo interdisciplinario, pero si se atiende específicamente a esto, se pueden compatibilizar parcialmente ambas situaciones.

Pero en cuanto a lo que estamos desarrollando (el tema del poder académico), si en vez de dividir a los investigadores entre los sociólogos, los antropólogos, los científicos de la política, etc., los dividimos, por ejemplo, según estudios africanos, estudios americanos y estudios asiáticos (lo que podría ser una cierta división por vía interdisciplinaria, pues en “estudios asiáticos” habría politólogos, sociólogos, etc., como también en “estudios africanos” y así en otros homólogos), ¿qué sucedería? ¿Serían estos espacios más democráticos, más participativos?

No es para nada evidente. La división interdisciplinaria del trabajo académico puede ser tan jerárquica y poco democrática como la disciplinaria; la cuestión de la democracia académica tiene poco que ver con estas cuestiones. Y es de sospechar que la apelación a la supuesta superación del poder académico por parte de quienes nada estarían haciendo por socavarlo efectivamente, es una cortina de humo con el fin de asumir su propio poder académico, ahora en nombre de la interdisciplina. Eso es lo que hicieron los *cultural studies* en Latinoamérica; en

⁹ Sobre este notorio rasgo auto celebratorio de los *estudios culturales* (García Canclini, Martín-Barbero, Rossana Reguillo entre otros), ha abundado Carlos Reynoso (2000).

nombre de atacar al poder de la disciplina, ocuparon los lugares de casi todas las disciplinas a la vez. Ello, y es de destacar, sin acabar para nada con el ejercicio disciplinar y su modalidad de organización académica, a la que los estudios culturales dejaron por completo sin ser tocada.

La interdisciplina no garantiza, por sí, modos más democráticos de trabajo académico. Puede combinarse con esos procedimientos democráticos, pero hay que impulsar a éstos por sí mismos. Dejar que sean una especie de “consecuencia natural” de la actividad interdisciplinar sería por completo estéril. Se trataría de esperar el paso de un carruaje que nunca veremos trasladarse frente a nosotros.

Qué interdisciplina es posible

Luego de todo lo antedicho, ¿es posible la interdisciplina? A nuestro juicio lo es, además de que resulta necesaria. En la medida en que se complejizan los avances teóricos, resulta siempre interesante y promisorio poner en común logros de disciplinas diversas, a partir de la relación de cada una con las otras.

Además, al margen de esa interdisciplina teórica está también la aplicada, la que tiene que ver con campos concretos de funcionamiento operativo. Esta última acaece también en el plano teórico y de la investigación, si bien en este caso relacionados a campos de transformación: nuevas tecnologías informativas, planeamiento urbano y territorial, planeamiento ambiental, gestión en salud, entre muchas otras áreas posibles.

Es momento, en el devenir de nuestra escritura, de determinar qué significamos cuando nos referimos a interdisciplina. Valdrá para ello diferenciarla de multidisciplina y transdisciplina, acorde con lo que clásicamente se viene estableciendo sobre el tema.¹⁰

Entendemos por **multidisciplina** la aplicación a una temática de aportes de disciplinas *científicas* diversas, sin que se mezclen los contenidos de las mismas.¹¹ Por ejemplo, hacer un estudio acerca del estado de Michoacán en México, desde la Sociología, la Antropología, la Geografía Física, la Historia, la Economía,

¹⁰ Ver: (Apóstel 1975) sobre todo el texto de Jean Piaget que allí se incluye. En nuestro caso, usamos las nociones de *transdisciplina* y de *interdisciplina* de manera mutuamente invertida en sus significados en relación al modo en que más se las suele usar hoy; obviamente, son denominaciones convencional/arbitrarias.

¹¹ Quiero destacar que me refiero exclusivamente a disciplinas *científicas* o *científico-aplicativas* (de estas últimas son ejemplos Ingeniería y Trabajo Social, entre otras). No incluyo a disciplinas artísticas; la mezcla con estas últimas para nada es imposible o infecunda, pero no viene ya a constituir una actividad científica. O mejor dicho, podría ser científica sólo bajo premisas explícitas de seguir finalidades de esa índole.

etc., cada una por su parte. Podría dar lugar a una posterior publicación, donde cada artículo fuera redactado por un especialista de estas diversas disciplinas participantes. No hay relación sistemática entre los aportes diferenciados de estos investigadores.

En cambio, entenderemos por **transdisciplina** la aplicación de modelos, técnicas, categorías, etc., de una disciplina científica en otra u otras. Se trata de cómo desde una disciplina se aporta a otras a partir de exportar elementos propios, los que al ser retomados por otras disciplinas tienen que ser releídos en cuanto a la especificidad de su singular objeto. Un caso típico en ciencias sociales fue el del estructuralismo francés, donde desde la Lingüística se configuraron nociones que permearon luego a la Semiología, la Antropología, el Psicoanálisis, e incluso la teoría social marxista.

Y por **interdisciplina** entendemos que modelos, leyes, categorías, técnicas, etc., provenientes de disciplinas científicas diferentes, se mezclen entre sí para promover un **conocimiento nuevo**, un producto que resulte diferente de lo que existía en las disciplinas que contribuyeron a configurarlo.

Esto dejaría claro que para nosotros lo interdisciplinar es una construcción, implica un complejo proceso de constitución y configuración que exige a disciplinas que se han mantenido históricamente diferenciadas, hacerse capaces de sintetizar aspectos determinados de sus teorías, métodos y desarrollos en general, consiguiendo así una integración mutua en relación a propósitos prefijados (no, por cierto, *cualquier* integración que pudiera concebirse sino *una determinada*, acorde con ciertos fines cada vez preestablecidos).

Ante problemas sociales cada vez más difíciles de resolver (los grandes espacios urbanos como es la ciudad de México, los temas sobre seguridad ciudadana y narcotráfico, el problema de un planeta con recursos naturales limitados ante una humanidad que crece, la cuestión energética ante el cambio de tecnología que ella prefigura a no tan largo plazo), la interdisciplina no podría prometer resultados siempre exitosos, pero es sin duda una puerta necesaria que abrir, quizá la más esclarecedora posible frente a esta complejidad creciente. Desde este punto de vista lo interdisciplinar aparece como muy necesario y es importante desbrozar sus condiciones para obtener de allí lo máximo posible, a la vez que no esperar otra cosa que lo que efectivamente pudiera lograrse.

La departamentalización y la especialización han hecho contribuciones innegables al conocimiento y a su difusión, mismas que aportan elementos de valor a la propia labor interdisciplinaria

La interdisciplina no es antidisciplina

Lo antedicho de algún modo lo afirma: la interdisciplina supone las disciplinas, no las elimina. Esto parece una obviedad pero no lo es, dado que tanto los estudios culturales como los “decoloniales” presumen de portar nuevas epistemes que tirarían abajo todo el dispositivo del saber establecido, reemplazándolo por premisas nuevas que, lamentablemente, las más de las veces no están bien establecidas y ni siquiera son explícitas.

No queda claro qué quiere decirse cuando se imagina a *todo el saber* bajo premisas diferentes de las disciplinares. ¿Se trataría de unir los conocimientos según campos operativo-prácticos y no teóricos, es decir, de intentar reemplazar la teoría por la realidad misma, como si tal opción fuera realizable? ¿Se trataría, en consecuencia, de sostener “estudios de la vejez” o “estudios de la juventud”, “estudios agrarios” o “estudios urbanos” como forma de organización primera del conocimiento, ésa que se expresa en los estudios profesionales a nivel de grado?

En tal caso los estudiantes no sabrían Sociología, ni Economía, ni Demografía o Psicología sistemáticamente, sino pedazos de cada una de estas disciplinas, según cómo los mismos se aplicaran al “objeto real” de que se trate, por ej. la juventud.

Es de imaginarse en qué condiciones estarían estos estudiantes de grado que, en vez de cuatro o cinco teorías alternativas, se encontrarían con veinte o treinta, conocidas todas menos que a medias en intensidad, y también de a reazos que lesionan su unidad como espacio de significación de conjunto en cada caso. Es decir, teorías no estudiadas en su extensión completa, no advertidas en su cohesión general y sólo invocadas en torno a uno de sus objetos de aplicación posible (en este caso, la juventud). O sea, teorías proliferantes y múltiples, a la vez que incompletas y difícilmente coherentizadas siquiera internamente.

El resultado no es difícil de predecir; como ejemplo no único, los estudios de Comunicación Social están cerca de esta condición actualmente (al margen de que quizá no exista otra posibilidad para su condición epistémica, por tratarse precisamente del estudio de un “objeto real”, diseñado desde el campo operativo y no desde el de la disquisición académica).¹²

La anti-disciplina pretende reemplazar el orden de la teoría por el de la realidad empírica misma, lo cual es un dislate imposible de sostener. Si alguien, en cambio, cree que se trata de promover un orden teórico diferente al de las disciplinas, pero no repetidor del orden empírico, cabría preguntarle cuál es la ventaja que ofrece ese procedimiento; porque el mismo implicaría teorías dife-

12 Hemos expresado algunas de nuestras nociones sobre la cuestión epistemológica de las Ciencias de la Comunicación, Ver: (Follari 2000).

rentes sobre diferentes campos de análisis, a la vez que la posibilidad de diferentes teorías sobre el mismo campo empírico, con lo cual tendríamos reproducida la diversidad del campo disciplinar en uno nuevo que se resistiría a denominarse disciplinar, pero que no estaría demasiado lejos de esa lógica. ¿O acaso esa pluralidad podría no tener clasificación interna, estar abierta a una especie de indistinción generalizada, o a una diseminación desordenada de discursos sin ningún ordenamiento ni especificación mutua?

El goce de suponerse por fuera de las disciplinas, supone la existencia de éstas. Desaparecidas las mismas, la operación antidisciplinar carece de todo sentido transgresor. Por ello, las “teorías sin disciplina” son dependientes de la existencia de las disciplinas, y alcanzan su autoafirmación en oponerse a las mismas.

Y, en verdad, es de entender que nunca podrían existir sin ellas. Dado que la pretendida liquidación de lo disciplinar —que a menudo supone, como ya dijimos, una liquidación lisa y llana del ordenamiento teórico— se beneficia de un “efecto *a posteriori*” que es sutil, pero muy esperable, en quienes se formaron sistemáticamente dentro de campos disciplinares.

Para estos académicos, resulta desafiante romper con aquello en lo que se formaron. La negación de lo que se ha vivido puede antojarse como una superación. En tal caso la disciplina puede percibirse como una cerrazón innecesaria, autoritaria, antojadiza.

Pero esta percepción se produce por el “efecto escalera” del que alguna vez habló Wittgenstein. Quien se subió al techo, ya no requiere la escalera. Y puede prescindir de ella, suponiendo que también pueden prescindir igualmente los demás (pues los que llegaron al techo han *naturalizado* su propia experiencia desde su singular *habitus*).

Es decir, quienes pasaron por lo disciplinar pueden advertir sus problemas y limitaciones frente a problemas complejos, en los que ninguna disciplina por sí sola da solución (ya sea en investigación, en docencia o en gestión operativa). Pero los que no pasaron por la disciplina están muy lejos de poder concebir esos límites, y ellos sólo podrían serle concebibles si pasan previamente por esa experiencia de lo disciplinar que quienes ya la vivieron pueden ahora demeritar.

Lo interdisciplinar es definidamente un “inter”, donde se mezclan, se combinan elementos pertenecientes a disciplinas previas. Imposible mezclar lo que no existe; sin disciplinas no hay interdisciplina. Esta tiene a aquellas como su materia prima imprescindible.

Una construcción paciente

¿Qué interdisciplina puede llevarse a cabo? Como ya hemos señalado, a nivel de investigación puede ubicarse en los más altos planos de la teoría (como se reflejó en el seminario de Levi-Strauss sobre la identidad, en el cual hubo desde matemáticos hasta semiólogos), o en el plano de la explicación de fenómenos de complejidad creciente, como los de la planificación de las grandes urbes, la cuestión de las comunicaciones, el transporte, el ambiente, la energía, la salud, etc.

No analizaremos aquí la denominada “teoría de la complejidad” planteada por Morin, pero sí queremos hacer dos salvedades a su respecto: 1. La denominación de esta teoría es obviamente equívoca y cuasi-publicitaria, pues transforma automáticamente, por vía de un par semántico auto establecido de opuestos, a todas las demás teorías en “simples” o “simplistas”. Sin duda que lo complejo puede ser pensado desde otras concepciones, no sólo exclusivamente en la denominada teoría de la complejidad; 2. La complejidad jamás debiera operar, de manera subrepticia, como reducción de la diversidad a algún principio único de intelección aplicado a diferentes espacios epistémicos. Hay “complejidades” modulables no sólo por diferencias de objeto, sino también por diferencias teóricas de aproximación a un objeto determinado; por tanto, nunca lo complejo podría ser un principio general puesto por encima de las singularidades, que homogeneizara a éstas de alguna manera.

Asumido lo anterior, ello se hace más patente si pensamos en la teoría kuhniana de la inconmensurabilidad inter-teórica.¹³ Por ésta se suponía inicialmente una cuasi incomunicación entre paradigmas pertenecientes a la misma disciplina. Esta versión extrema fue modulada y atenuada luego, según la concepción sobre “inconmensurabilidad local” sostenida hacia el final de su vida por este autor. Esta versión modificada mantenía, sin embargo, que **siempre** se produce efecto de inconmensurabilidad entre espacios teóricos diferentes (a los que, buscando precisión, dejó de llamar “paradigmas” para denominarlos “teorías”); y también que la inconmensurabilidad resulta irreductible a cualquier noción simplista de comunicación transparente, en la que late la ilusión idealista de armonía universal preestablecida.

Por tanto, para Kuhn —no un posmodernista empedernido sino un historiador de las ciencias físico-naturales, muy apegado a éstas— la comunicabilidad entre teorías es problemática y parcial (aún considerando que él la plantea sólo dentro de teorías pertenecientes *a la misma* ciencia). Y, por ello, nunca es plena y siempre se hace con márgenes necesarios de desentendimiento.

¹³ Ver el cap. 10 de Kuhn (1970); la modificación hacia la noción de *inconmensurabilidad local* se puede ver en (Kuhn 1989).

Ahora bien, si esto es cierto respecto de teorías comprendidas por una misma disciplina, cuánto más lo será entre teorías pertenecientes a disciplinas diversas. La brecha de inconmensurabilidad es en estos casos mucho mayor. Es por ello que, cuando los que han estudiado ciencias diversas se juntan, no se produce un acomodamiento de los conocimientos diversos hacia una especie de rompecabezas que se volviera a unir, sino, por el contrario, un símil de la Torre de Babel: son lenguajes diferentes hablando sobre asuntos diferentes. Por ello, presentan un margen alto de dificultad para la comunicación mutua, y sin que se tienda a ninguna unidad cognitiva providencial que alguien ingenuamente pudiera esperar.

Por cierto que no creemos que las disciplinas estén establecidas en algún indiscernible dibujo natural del mundo. Son, también ellas, construcción social e histórica. Por esto mismo, se sigue que la incompatibilidad lingüística no parte de algún arcano natural de inaccesibilidad mutua entre lenguajes, sino de una heterogeneidad que es históricamente construida. Es, por ello, pensable que sea al menos parcialmente deconstruible.

Y allí reside el trabajo de lo interdisciplinario. Un trabajo que compete a los **grupos** interdisciplinarios, como quizá ya hemos dejado entrever. Lo interdisciplinario no puede ser tarea personal; por más que alguien sepa de muchas disciplinas —aunque difícilmente pudiera conocer bien a todas— no podría por sí solo construir síntesis que suponen superar el punto de vista singular desde el cual inevitablemente cualquier sujeto personal se erige. Des-centrarse de un punto de vista singular es decisivo en este proceso; y ello supone al grupo y se da sólo como efecto del mismo, lo cual destrona al sujeto singular de la posibilidad de producir interdisciplina *per se*.

Es más: cuando un grupo interdisciplinario trabaja larga y pacientemente en la construcción de un lenguaje mínimamente común a sus miembros, ninguno de éstos “se lleva la interdisciplina a su casa”. Ninguno puede, en lo personal, reproducir el efecto de conjunto; es obvio que la visión individual estará teñida de la singularidad de la propia formación profesional, y por ello es imposible que reproduzca la des-centración que es fruto de la producción de conjunto, aun cuando esté participando de la misma.

*La interdisciplinarietà
comparte con la democracia
el hecho de priorizar lo
colectivo sobre lo individual;
como consecuencia,
involucra paciencia y tiempo,
algo que las estructuras
políticas y administrativas
pueden encontrar
incompatible con sus
propios ritmos*

Es obvio que esta producción exige paciencia, y es necesariamente lenta. Ir superando las diferencias lingüísticas (que reflejan diferencias conceptuales) no es nada fácil. Por cierto, no se trata de hacer una vinculación *cualquiera* de las disciplinas, como tendiendo a una finalidad indefinida; la finalidad explícita y específica establece qué es lo que se pone en relación hacia una posible conjunción. Lo demás, no viene a cuento. No se trata de una búsqueda epistemológica obsesiva que se proponga ligar armónicamente todo lo que las disciplinas hubieran trabajado; esto, además de ser simplemente imposible (dado que las disciplinas no han surgido ni se han desarrollado “juntas”, no han sido partes de una unidad que las trascendiera a cada una como para relacionarse “punto a punto” entre sí), resultaría tedioso e interminable. De lo que se trata es de ponerse en relación en torno a una cuestión determinada; eso compromete a las teorías disciplinares completas —en el sentido de que no puede entenderse “una parte” de las teorías sin relación al todo de las mismas— lo cual queda supuesto y garantizado por el conocimiento del profesional del área que forma parte del grupo. No se requiere que él lo explicita para todos los demás, salvo que alguna cuestión de comprensión lo exigiera en algún momento de la actividad.

La interdisciplina desafía al tiempo de las burocracias; es necesariamente lenta, no remite a tiempos políticos de resolución breve. Esto ha de ser tenido en cuenta siempre, pues la idea de que se está “perdiendo el tiempo” rápidamente podría asaltar a los financiadores, quienes suelen requerir algún resultado públicamente presentable como justificación de la inversión realizada.

Los grupos debieran contar con algún coordinador que funcionara en un rol cercano al de un moderador/psicólogo: dar la palabra, evitar el peso de las diferencias de prestigio asignadas a cada profesión, adecuar también a los que hablan de más o de menos en relación a lo necesario al caso (lo cual no tiene por qué ser necesariamente un “equilibrio” entre las diferentes disciplinas). Este moderador es decisivo, ya que sin su existencia la tendencia a la incompreensión mutua puede llevar a la esterilidad, el desaliento o la mutua agresión.

No serán objeto de este estudio algunos detalles adicionales, como lo serían la relación entre disciplinas y teorías (dejemos por ahora establecido que dentro de una misma disciplina, al menos en ciencias sociales, coexisten varias teorías incompatibles y en competencia entre sí); o la cuestión de lo interdisciplinar según funciones diferentes (investigación, docencia y gestión operativa), respecto a lo cual sólo nos basta afirmar por ahora que, sin cierto margen de investigación, los otros dos pasos no pueden darse; por cierto que para hacer gestión interdisciplinar hay que darse tiempo de reflexión y discusión que siempre implica cierto margen de investigación de base. Y no hay contenidos interdisciplinares que transmitir por vía docencia, si ellos no han sido previamente constituidos interdisciplinarmente por la investigación.

Para finalizar, dentro del nuevo comienzo que todo final anuncia: estos tiempos posmodernos, como tiempos de diferencia, han cobijado a lo interdisciplinar bajo nuevos ropajes. El juego, lo antimetódico, la ruptura de fronteras, la mezcla de géneros son síntomas de época bajo la advocación de los cuales algunos han pensado ahora lo interdisciplinar, imaginado como abandono de reglas rígidas y de procedimientos excesivamente codificados.

Al menos en relación con esa versión “epocal” que liga lo interdisciplinario a las características culturales de este tiempo histórico, debiera quedar totalmente esclarecido que la cuestión de la heterogeneidad y la diferencia resulta actualmente decisiva. Ninguna cuestión es tan cara a lo posmoderno como la de la diferencia, la heterogeneidad, lo heteróclito y lo irreductible al Uno.

Por ello lo interdisciplinar no podrá pasar por fuera de la asunción de las diferencias entre las disciplinas, no podría establecerse una combinación que no fuera respetuosa de la singularidad de aquello que se pone a combinar. Que no nos ocurra lo que a algunos autores que se refieren a esta época, y que a veces han recitado contradictoriamente un discurso único y repetitivo —todo el tiempo idéntico a sí mismo— sobre la crucial cuestión de la diferencia. ■

Referencias

- Apostel, Leo *et al.* *Interdisciplinarietà*. Biblioteca de la Educación Superior. México, DF: ANUIES, 1975.
- Bourdieu, P. *El oficio de sociólogo*. Buenos Aires: Siglo XXI, 1975.
- Castro-Gómez, S. y E. Mendieta. *Teorías sin disciplina (latinoamericanismo, poscolonialidad y globalización en debate)*. México: Porrúa, 1998.
- Follari, R. «Comunicología latinoamericana: disciplina a la búsqueda de objeto.» *Fundamentos de Humanidades* 1 (2000). Universidad Nacional de San Luis.
- . *Modernidad y posmodernidad: una óptica desde América Latina*. Buenos Aires: Aique / Rei / IDEAS, 1990.
- . *Interdisciplinarietà (los avatares de la ideología)*. México: UAM-Azcapotzalco, 1982.
- García Canclini, N. «De cómo Clifford Geertz y Pierre Bourdieu llegaron al exilio.» *Causas y azares* 7 (1998).
- Gibbons, M. (ed.). *La nueva producción del conocimiento*. Barcelona: Pomares/Corredor, 1994.
- Jameson, F. *El giro cultural*. Buenos Aires: Manantial, 1996.
- Kuhn, T. «Commensurabilidad, comparabilidad y comunicabilidad.» En *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*, de T. Kuhn. Barcelona: Paidós / ICE, 1989.

———. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1970.

Liotard, J. *La condizione post-moderna*. Milano: Feltrinelli, 1980.

Reynoso, Carlos. *Apogeo y decadencia de los estudios culturales: una visión antropológica*. Barcelona: Gedisa, 2000.

VV. AA. *Simposio sobre Alternativas Universitarias*. México, DF: UAM-Azcapotzalco, 1980.

Wallerstein, I. *(Im)pensar las ciencias sociales*. Madrid: UNAM / Siglo XXI, 1998.

Juan Carlos Barrón Pastor*

Reconstrucción del aprendizaje interdisciplinario: un viejo debate en un nuevo contexto

No basta una epistemología de los sistemas observados, sino también una epistemología de los sistemas observadores.

Heinz Von Foerster

Resumen | Se discute la necesidad de adoptar nuevos enfoques ante la búsqueda de conocimientos y las aportaciones que puede hacer la multidisciplinariedad. Se examinan las diferentes críticas que se han formulado a esta modalidad, amén de sugerir algunas conductas concretas que pueden contribuir a responder a dichas críticas y afianzar el funcionamiento de espacios de trabajo verdaderamente interdisciplinarios, a la vez que estimular la producción de resultados por parte de estos últimos.

131

Reconstruction of Interdisciplinary Learning — An Old Debate in a New Setting

Abstract | The need to adopt new approaches in the search for new knowledge is discussed, along with the contributions that can be expected from multidisciplinarity. The diverse criticisms that have been directed against this approach are also examined, and some concrete steps capable of offering a response to these criticisms are proposed, in the hope of enhancing the work of truly interdisciplinary workplaces and the generation of useful results in these establishments.

Palabras clave | investigación interdisciplinaria – evaluación de estudios interdisciplinarios – centros interdisciplinarios – paradigma constructivista – arte dialógico

Keywords | interdisciplinary research – assessment for interdisciplinary studies – interdisciplinary centers – constructivist paradigm – dialogic art

Introducción

YA SABEMOS que, a diferencia de otras sociedades en el pasado, nuestra civilización ha hecho de la generación de conocimiento una especialidad. Y ya han

* Centro de Investigaciones sobre América del Norte–UNAM. **Correo electrónico:** jbarronp@unam.mx

pasado varias generaciones en que mucha gente muy sabia y otra no tan sabia, construyeron y nos legaron los espacios epistémicos y simbólicos dentro de los cuales podíamos nosotros, sus herederos contemporáneos, mantenernos aprendiendo de una manera especializada, generando un *habitus* para nuestra actividad en el que nosotros creamos y recreamos nuestra labor de generación de conocimientos para las sociedades en las que estamos inmersos y para que nosotros podamos mantener los mecanismos sociales de aprendizaje avanzado que llamamos centros de investigación.

Hemos llegado a un punto en el que, para tener el derecho a forjar el conocimiento, es indispensable demostrar que hemos sido previamente disciplinados, y contar con productos que demuestren esta aseveración. Así pues, no es un exceso decir que todos estamos de cierta manera disciplinados (aunque, afortunadamente, no siempre bien disciplinados). A juzgar por los mecanismos burocráticos de premiación y castigo dentro de los cuales tenemos que llevar a cabo actualmente nuestras actividades de investigación, cuanto mejor disciplinadas hayan quedado nuestras mentes y nuestros corazones, mejor para el funcionamiento del sistema de generación de conocimientos especializados de nuestras sociedades.

Se pensó entonces que los espacios de investigación interdisciplinaria deberían ser lugares en donde los objetos de estudio marcaran la pauta de la investigación y no las disciplinas. En este tipo de centros de investigación esto ocurre más o menos conforme a lo planeado, a veces más exitosamente, a veces no tanto. Por múltiples conversaciones con colegas trabajando en muy diversas locaciones, puedo inferir que en general sabemos que, a pesar de que el término 'interdisciplinario' es bastante ambiguo, y que en la práctica cuesta mucho trabajo hacer investigación interdisciplinaria sin indisciplinarse... que si queremos mantener nuestros empleos, más nos vale no indisciplinarnos demasiado.

Cabe señalar que en este ensayo no estoy poniendo en tela de juicio la necesidad de continuar realizando investigación disciplinaria disciplinada, sólo me refiero a los casos en que la complejidad, la marginalidad o la emergencia de un problema de investigación lleva al investigador o a un equipo de investigación a arriesgarse más allá de sus disciplinadas fronteras.

Para tratar este asunto, me propongo escribir un texto en tres fases: En la primera, revisaré brevemente algunas críticas y problemas en torno a la noción de interdisciplina. En esta sección no se buscará aclarar este término ni resolver controversias que se han planteado a lo largo de las últimas décadas; pero sí intentaré que, a partir de esta breve revisión, se puedan establecer algunas de las fortalezas y debilidades, oportunidades e inconsistencias en torno al debate sobre este término y avanzar un poco en su desambiguación.

En una segunda parte, haré una breve reflexión sobre el resurgimiento del debate en torno a la interdisciplina, en términos de un breve boceto sobre el

contexto actual y sobre la importancia de reconocer el paradigma constructivista en el que necesariamente se enmarca esta forma de hacer investigación, para avanzar en la profundización de nuestras prácticas interdisciplinarias.

La tercera fase del ensayo girará en torno a los retos que a mi entender habrá que trabajar en los próximos años, siguiendo en parte una de las múltiples propuestas que hizo Edgar Morin. En esta fase me propongo explorar el recordatorio de que interdisciplina es un adjetivo y no un sustantivo en la investigación, y sobre la paradoja de la diversidad y la coherencia epistemológica en los estudios interdisciplinarios. Para ello, diferenciaré la interdisciplinariedad desde el estudiante o investigador (a nivel individual) y la interdisciplinariedad desde los equipos de investigación o aprendizaje (a nivel institucional), y subrayaré la importancia de la convivencia para la investigación interdisciplinaria.

La interdisciplinariedad: críticas y problemas

La reflexión profunda en torno a lo interdisciplinario se nutre de múltiples afluentes. Uno de ellos sigue el cauce que plantearon Jean Piaget y Rolando García (1982). Ellos propusieron una epistemología que busca explicar cómo se construyen las novedades en distintos sistemas de conocimiento. Siguiendo esa vertiente, Pablo González Casanova explicó y llevó a la práctica su convicción de que “la creación de lo nuevo implica una serie de conocimientos ‘necesariamente interdisciplinarios’” (subrayado en el original [2004, 57]). En este mismo tenor, y desde la misma institución que es anfitriona de esta revista, Rolando García (2000) propuso que los sistemas de generación de conocimientos ya no siguieran estructuras preformadas en las disciplinas sino que crearan nuevos complejos teóricos y complejos empíricos para explicar de una manera novedosa los problemas del mundo. José Amozurrutia (2011) ha argumentado ampliamente en torno a la necesidad de construir métodos heurísticos para la investigación interdisciplinaria, y ha planteado un modelo adaptativo que busca ser útil para equipos de investigación interdisciplinaria que busquen, por un lado, construir nuevos conocimientos confiables, y por el otro, ir haciendo sentido del proceso de construcción de conocimiento de una manera sistemática; es decir, del cómo los equipos de investigación interdisciplinaria realmente conocen cuándo se plantean este tipo de retos.

Este tipo de pensamiento, aquí esbozado desde una experiencia en México pero seguramente manifestado de múltiples formas en otros lugares del planeta, ha suscitado a nivel mundial, por supuesto, no pocas críticas y problemas.

Por un lado, están las críticas planteadas ya desde hace muchos años y resumidas por Benson (1982): 1) los estudios interdisciplinarios descansan sobre una seria confusión conceptual; 2) es pedagógicamente dudoso pedir a los

estudiantes que incursionen en un pensamiento interdisciplinario si no cuentan con una base disciplinaria sólida; 3) si se les pide a los estudiantes un conocimiento integrativo desde la licenciatura, sus competencias disciplinarias se verán afectadas para mal; 4) los estudios interdisciplinarios son característicamente superficiales y en ellos se sustituye rigor intelectual por una especie de entusiasmo por el tema; y 5) los estudios interdisciplinarios son más costosos que los disciplinarios. Estas críticas han sido ampliamente discutidas en los últimos treinta años (Klein 1990; Lenoir *et al.* 2001; González Casanova 2004; Rosales *et al.* 2006; Streeten 2007); sin embargo, es necesario mencionarlas, pues

A las críticas teóricas, muy discutibles y respetables, se añade otra de tipo empírico: la producción de resultados de trabajos interdisciplinarios parece ser baja

parecieran ser argumentos recurrentes que desafían a los proyectos de investigación interdisciplinaria.

Por otra parte, se han documentado al menos tres problemas que puedo constatar en mi experiencia y que me parece relevante mencionarlos: 1) el número de productos de investigaciones interdisciplinarias no parece estar creciendo proporcionalmente a la proliferación de este

tipo de centros e investigaciones (Porter y Rafols 2009); lo cual se puede deber a que 2) los estudios interdisciplinarios se encuentran en una muy amplia gama de contextos, actores, y criterios, por lo que es difícil evaluar su desempeño (Feller 2006); y 3) los estudios interdisciplinarios muchas veces se enfrentan con una revisión por parte de sus pares disciplinarios que no siempre comprenden las condiciones de los estudios interdisciplinarios y buscan, por tanto, evaluarlos encuadrándolos dentro de una perspectiva disciplinaria (Huutoniemi 2012).

Las críticas y los problemas mencionados arriba a manera de ejemplo pueden ayudarnos a reconocer que los estudios interdisciplinarios tienen ciertos retos, en los que ahondaremos en la tercera sección de este ensayo. Pero antes de dar paso a esa parte de la reflexión me parece necesario ubicarnos en el tiempo y el espacio.

La importancia del sujeto y su contexto en la investigación interdisciplinaria

El debate por la investigación interdisciplinaria ya tiene varias décadas, pero al parecer hoy podría estar teniendo un nuevo auge. Me parece que hemos transitado de un debate sobre 'lo que debería ser la investigación interdisciplinaria' a la necesidad de reflexionar para recrear y profundizar la práctica de la investigación

interdisciplinaria. El mundo ha cambiado mucho desde que se dieron los debates 'clásicos' en torno a la interdisciplinarietà. Para muestra un botón: las tecnologías de la comunicación y la información son ya un lugar común pletórico de ficciones y falsedades, pero también una realidad que ha modificado medularmente las prácticas de investigación. Para analizar el contexto es indispensable situarnos, y trataré de ubicar mi propia reflexión en un espacio y un momento específicos. El conocimiento en general y la investigación interdisciplinaria en particular son necesariamente políticos; por lo tanto, avanzar en la ruta del fortalecimiento de la investigación interdisciplinaria tiene una dimensión política que trataré de abordar en esta sección.

Las cosas han cambiado bastante en las últimas cuatro décadas: hoy hay centros de investigación interdisciplinaria, así como licenciaturas y posgrados en estudios interdisciplinarios; también muchas universidades ofrecen grados y posgrados en torno a objetos de estudio vistos desde múltiples disciplinas; asimismo, han proliferado centros que buscan ser interdisciplinarios, aunque muchas veces sólo sean un nodo de investigación multidisciplinaria sobre ciertos temas específicos. Todo lo anterior es un gran avance, aunque al parecer la reflexión sobre cómo estos centros pueden ir transcurriendo de un planteamiento multidisciplinar a uno genuinamente interdisciplinar o transdisciplinar, es aún insuficiente.

Estos centros multidisciplinarios de investigación muchas veces fueron ideados como potenciales centros interdisciplinarios; así fueron creados centros para estudiar el desarrollo, regiones geográficas específicas, el pensamiento complejo o sobre estudios culturales, de género, etc. También en el área de las ciencias que utilizan el lenguaje matemático han proliferado los espacios de intersección como las áreas biomédicas, físico-químicas, psicofisiológicas, o las de sociología matemática, cibernética, ciencias de la complejidad, etc.

Sigue siendo, sin embargo, un gran reto que estos centros de confluencia de personas y equipos multidisciplinarios devengan y se construyan como genuinos equipos interdisciplinarios, y que, por lo tanto, estos centros cuenten con una reflexión sistemática que los vaya acercando a la inspiración interdisciplinaria que en muchas ocasiones los gestó. Cabe señalar que sí existen espacios como el Diplomado de Actualización Profesional en Investigación Interdisciplinaria que se imparte en el CEIICH-UNAM, en donde se ha conseguido integrar un espacio para la construcción de equipos interdisciplinarios con fines didácticos y que obligan a la reflexión individual y colectiva, de una manera profunda, sistemática y a veces dolorosa sobre cómo dar pasos decisivos hacia una mayor y mejor interdisciplinarietà en la cotidianidad de cada quién. Sin embargo, podemos decir que en general se necesita mucho más trabajo para conseguir que

nuestros centros multidisciplinarios se vayan haciendo cada vez más interdisciplinarios.

¿En dónde radica esta dificultad? Para esbozar una respuesta, me parece que es clave reconocer la importancia que tiene el paradigma constructivista para la investigación interdisciplinaria.

El paradigma constructivista busca que se comience cualquier esfuerzo por comprender algo aceptando el hecho de que cualquier evento, para ser conocido, tiene que ser presenciado al menos por un sujeto cognoscente (Von Foerster, 1998). Es decir, que cualquier cosa que conozcamos la tiene que conocer 'alguien', y para hacerlo utiliza sus mecanismos de

percepción sensoriales y lingüísticos, así como sus muy particulares y limitadas capacidades cognitivas, afectivas, comunicativas, educativas, éticas, políticas, culturales y sociales propias del contexto de quien presencia algo.

La transición de lo meramente multi a lo interdisciplinario sigue siendo un desafío fundamental en la construcción del conocimiento

Desde esta perspectiva, y como ya ha sido amplia y magistralmente argumentado por Edgar Morin (1988), es indispensable que ese sujeto —individual o colectivo— que presencia e investiga, tiene que dar cuenta de sí mismo y de la manera en la que está construyendo un conocimiento cualquiera. Esto no es una labor trivial, y requiere de una honestidad radical que puede seguir múltiples caminos, como los planteados por Levinas, Butler o Žižek; pero explorar esos caminos deberá ser tema de otro artículo.

En esta ocasión prefiero cerrar este ensayo siguiendo a Morin para esbozar algunos de los retos que implicaría propiciar que nuestros espacios multidisciplinarios puedan ponerse a sí mismos en la ruta de una mayor y mejor interdisciplinaria.

En esta ocasión prefiero cerrar este ensayo siguiendo a Morin para esbozar algunos de los retos que implicaría propiciar que nuestros espacios multidisciplinarios puedan ponerse a sí mismos en la ruta de una mayor y mejor interdisciplinaria.

Posibles predisposiciones y retos para la investigación interdisciplinaria

Decía anteriormente que dar cuenta de uno mismo no es tarea menor, pero es una labor que parece indispensable para hacer investigación interdisciplinaria. Buena parte de las críticas y los problemas que se plantearon en este ensayo sobre la investigación interdisciplinaria podrían seguramente atenuarse si se recordara el paradigma constructivista en el que la investigación interdisciplinaria parece que debe estar inmersa.

Lo que hace interdisciplinaria a una investigación es precisamente la labor de reflexión del sujeto investigador sobre su propia manera de conocer algo. La

investigación podría ser multidisciplinaria por decreto, pero para ser interdisciplinaria parece requerir de la reflexión por parte de quien la ejerce. Hacer investigación interdisciplinaria sería pues una manera de hacer investigación, una manera de aprender reconociendo y sistematizando cómo aprendemos.

Esto nos lleva a una paradoja: tiene que haber una coherencia epistemológica en cada proyecto de investigación; pero a la vez un centro de investigaciones interdisciplinarias tiene que promover una diversidad de perspectivas epistemológicas en su interior para poder hacer un poco menos limitado su entendimiento sobre el tema que las aglutina.

Lograr esta convivencia de perspectivas y de personas no parece sencillo. Sobre todo porque pareciera que hay ciertas tendencias expansionistas de algunas perspectivas teóricas, y a veces pareciera una petición impracticable pedir a algunos colegas que muestren respeto por otras tradiciones teóricas, epistemológicas y/o metodológicas. Sin embargo, en aras de promover la investigación interdisciplinaria pareciera indispensable que los investigadores y los equipos de investigación no sólo converjan en ciertos espacios sino que aprendan a convivir y a hacer convivir a sus disciplinas.

Para ello, Morin (1988) nos propone cultivar el aprendizaje como artistas, capaces de combinar saberes, habilidades y cualidades a veces antinómicos. Esto equivaldría a entender el aprendizaje como un bucle en el que se conjuguen tres artes: el arte de la concepción, el arte dialógico, y el arte estratégico de la investigación. Sugiero que se lean las siguientes líneas desde la perspectiva de nuestros centros de investigación y no sólo concurren propuestas pedagógicas para la escuela:

El arte de la concepción: Las once cualidades que Morin sugiere para cultivar el arte de la concepción (en la investigación) son: 1) el auto-hetero-didactismo rápido, (aprender a aprender de manera eficaz y creativa); 2) la capacidad de jerarquizar, (distinguir lo importante de lo urgente); 3) la capacidad de realizar análisis circulares, (retroalimentar lo que facilita la investigación y no lo que la obstaculiza); 4) combinar simplificación-complejidad reconociendo diversidades, interferencias e incertidumbres y evitando la fragmentación; 5) repensar saberes previos a la luz de nuevos acontecimientos; 6) utilizar el azar; 7) reconstruir configuraciones globales a partir de indicios fragmentarios; 8) elaborar escenarios futuros y estimular la imaginación; 9) modificar la estrategia de investigación en función de la experiencia y la información generada; 10) innovar; 11) utilizar inteligentemente recursos no inteligentes (información, memoria, experiencia e imaginación).

El arte dialógico: Morin explica que el pensamiento es un movimiento organizador-creador que pone en juego las capacidades complementarias-antagonistas del espíritu-cerebro que se autogenera y se regenera dinámicamente

formando bucles recursivos, turbulencias, regulaciones internas e innovaciones. La clave para la investigación sería promover y fortalecer estos mecanismos dialógicos para una reflexión profunda y sistemática que mantenga interconectados el arte de la concepción con el arte dialógico y el arte estratégico.

El arte estratégico: Morin afirma que toda acción (de investigación, en este caso) supone múltiples direccionalidades en sus posibles efectos y no sólo las consecuencias lineales previstas. Por lo tanto, es necesaria una perspectiva ecológica de la acción para comprender los efectos de las acciones desde una dimensión ética (Morin 2006). Para ello, es necesario recalcar que los efectos de la acción investigadora no sólo dependen de las intenciones del actor sino sobre todo de las condiciones propias del contexto, y que se pueden suponer efectos a corto plazo, pero debemos asumir que a largo plazo los efectos son impredecibles.

De esta manera, Morin a lo largo de su obra va elaborando la importancia de entender la conciencia, el pensamiento y la inteligencia como un triple bucle de procesos interdependientes que pueden ayudar a plantearnos un método interdisciplinario capaz de retroalimentarse para responder al desafío de la complejidad de los problemas. Este método interdisciplinario debe, por un lado, nutrirse de conocimientos científicos por ser los únicos que resisten la prueba de la verificación-refutación; y, por otro lado, y de manera indispensable, se tiene que dar cuenta del sujeto que investiga en toda su complejidad, incluyendo sus contradicciones, incertidumbres y turbulencias.

Conclusiones

En este escrito quise recordar y replantear tres cosas: 1) que la investigación interdisciplinaria no tiene por qué estar libre de críticas y problemas, pero que es necesario trabajar en sus limitaciones y sus retos; 2) que la investigación, para ser interdisciplinaria, necesita forzosamente de la reflexión sobre sus propias prácticas, métodos y consecuencias; y 3) que quienes trabajamos en espacios que aspiran a una mejor investigación interdisciplinaria, sí deberíamos estar dispuestos a: a) aprender de otras formas y prácticas de aprendizaje hechas por personas disciplinadas por otras disciplinas, b) mostrar respeto por otras tradiciones disciplinarias y epistemológicas y promover la diversidad de aproximaciones a nuestros temas de investigación, y c) tener mucho cuidado con la coherencia epistemológica de nuestras investigaciones a la hora de traer cuerpos teóricos de disciplinas distintas, pues las distintas disciplinas no son unidades monolíticas de conocimiento.

Dicho de otra manera, me parece que recrear y fortalecer los espacios de reflexión sobre cómo se hace la investigación interdisciplinaria es necesario, y no

bastan los espacios para reflexionar los temas de estudio en sí. No parece ser suficiente contar con un tema estudiado desde múltiples disciplinas; por lo tanto, parece deseable que las personas que confluyen en el espacio interdisciplinar construyan, por un lado, su propia coherencia epistemológica al interior de sus proyectos de investigación; y, por otro lado, construyan juntos y en convivencia la diversidad ontológica y epistemológica de su centro de investigación de una manera relativamente consciente y ética. ■

Referencias

- Amozurrutia, J. A. *Complejidad y ciencias sociales: Un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria*. México: CEIICH-UNAM, 2011.
- Benson, T. C. «Five arguments against interdisciplinary studies.» *Issues in integrative studies* 1 (1982): 38-48, disponible en <http://folk.uib.no/hlils/TBLR-B/Benson.pdf> (Consultado el 15/04/13).
- Feller, I. «Multiple actors, multiple settings, multiple criteria: Issues in assessing interdisciplinary research», *Research Evaluation* 15, 1 (2006): 5-15.
- García, R. *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación de la investigación interdisciplinaria*. México: Gedisa, 2000.
- González Casanova, P. *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*. México: IIS-UNAM, Anthropos, 2004.
- Huutoniemi, K. «Communicating and compromising on disciplinary expertise in the peer review of research proposals.» *Social Studies of Science* 42, 6 (2012): 897-921.
- Klein, J. T. *Interdisciplinarity, History, Theory and Practice*, Detroit: Wayne University Press, 1990.
- Köppen, E., R. Mancilla, y P. Miramontes. «La interdisciplina desde los sistemas complejos.», *Revista Ciencias*, 79 (julio-septiembre 2005): 4-12, disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no79/CNS07902.pdf> (Consultado 15/04/13).
- Lenoir, Y., Y. Geoffroy, y A. Hasni. «Entre le “trou noir” et la dispersion évanescence: quelle cohérence épistémologique pour l’interdisciplinarité? Un essai de classification des différentes conceptions de l’interdisciplinarité.» En *Les fondements de l’interdisciplinarité dans la formation à l’enseignement*, de Lenoir, Y., B. Rey, e I. Fazenda (dir.), 85-110. Sherbrooke: Éditions du CRP, 2001.
- Morin, E. *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Cátedra, 1988.
- . *El método 6. Ética*. Madrid: Cátedra, 2006.
- Piaget, J. y García, R. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI, 1982.

- Porter, A. e I. Rafols. «Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time.» *Scientometrics* 81, 3 (2009): 719-745.
- Rosales, R., S. Gutierrez, y J. L. Torres «Introducción.» En *La interdisciplina en las ciencias sociales*, de Rosales, R., S. Gutierrez, y J. L. Torres. México UAM-I, Anthropos: 2006.
- Streeten, P. «¿Qué está mal en la economía contemporánea?», *Revista de Economía Institucional* 9, 16 (primer trimestre 2007): 35-62, disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rei/v9n16/v9n16a3.pdf>(Consultado el 15/04/13).
- Von Foerster, H. «Por una nueva epistemología.» *Metapolítica* 2, 8 (1998): 629-641.

José A. Amozurrutia* y Margarita Maass Moreno*

Sistemas sociales e investigación interdisciplinaria: una propuesta desde la Cibercultur@

*La mejor manera de honrar a un maestro es leyendo, trabajando y difundiendo su obra...***

Resumen | La *Epistemología genética* propuesta por Jean Piaget y ampliada al dominio del conocimiento científico por Rolando García, junto con la perspectiva de los *sistemas sociales complejos*, considerados como paradigma en el desarrollo de las ciencias sociales por la Sociocibernética, están íntimamente imbricados con la *investigación interdisciplinaria*, planteada como camino teórico-metodológico para el estudio y transformación de la realidad asumida como compleja. En este trabajo explicaremos cómo es que la Cibercultur@, como propuesta del LabCOMPLEX, ofrece una estrategia integradora de estas tres meta-categorías, y cómo la formación de Comunidades Emergentes de Investigación Interdisciplinaria (CEII's), es un camino para hacer evidentes las interrelaciones que se dan entre estas tres áreas del conocimiento científico, en su orientación hacia una mejor comprensión, explicación de problemas y la consecuente transformación social.

Social systems and interdisciplinary research: a proposal from cybercult@

Abstract | The concept of *genetic epistemology* first proposed by Jean Piaget and then extended to the domain of scientific knowledge by Rolando García, along with the perspective of *complex social systems*, considered as a paradigm by Socio-cybernetics in the development of social sciences, are all intimately involved in *interdisciplinary research*, considered as a theoretical-methodological path for the study and transformation of any reality held to be complex. In this paper we explain how Cybercult@, as proposed by LabCOMPLEX, offers an integrating strategy for these three meta-categories, and how the establishment of Emergent Interdisciplinary Research Communities (CEII's, according to their initials in Spanish) is a way to exhibit the interrelationships that exist between these three fields of scientific knowledge, in their orientation towards better comprehension, explanation of problems and subsequent social change.

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades–UNAM. **Correos electrónicos:** amoz@labcomplex2.net y mmaass@unam.mx

** En el momento de escribir este artículo, recibimos la noticia de que nuestro gran maestro, Rolando García, había fallecido. Este texto es un homenaje al amigo, al colega, al maestro.

Palabras clave | epistemología genética – sistemas complejos – investigación interdisciplinaria – cibercultur@

Keywords | genetic epistemology – complex systems – interdisciplinary research – cyberculture

Introducción

DESDE EL LabCOMPLEX, Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Comunicación Compleja, del CEIICH de la UNAM, pensamos que la investigación interdisciplinaria es pertinente frente a los problemas sociales que enfrentan lo complejo. Esto es, cuando se aproximan a llevar a cabo integraciones heterogéneas e interdefinibles en sus códigos valorativos y conceptos, de las que emergen nuevas relaciones en dichas problemáticas. Este texto presentará el argumento que sostiene esta primera afirmación como base para la estrategia de la Cibercultur@, que se presenta como una conjugación de tres culturas: la de información, la de comunicación y la de conocimiento. Para ello, y para hablar de investigación interdisciplinaria, partimos desde un posicionamiento epistemológico marcado por la Epistemología genética (García 2000) y puesto en práctica a través de un constructivismo piagetiano (Piaget 2004). Reflexionaremos sobre la propuesta teórica y metodológica que ofrece García (2006); pensamos que podemos y debemos poner a dialogar las construcciones teóricas sobre Cibercultur@¹ con la propuesta de García, así como con la de la Sociocibernética.² Lejos de confrontarse, estas perspectivas se complementan generando una propuesta novedosa que ponemos en práctica a través de proyectos de investigación, de formación de investigadores y de CEII's, Emergentes de Investigación Interdisciplinaria.

En la primera parte de este trabajo presentamos la naturaleza de los problemas sociales que enfrentan lo complejo. De ahí la necesidad de una investigación interdisciplinaria y la construcción de totalidades relativas organizadas,

1 Más adelante explicaremos lo que entendemos por Cibercultur@ y la forma en que hemos hecho investigación y desarrollo sobre el tema. Entre las publicaciones más relevantes están: (González J.A., Amozurrutia y Maass 2007), (González J.A. 2008 *a, b y c*), (Almaguer-Kalixto 2011), (Amozurrutia 2011), (Maass, Amozurrutia, Almaguer, González L. y Meza 2012), y (González J.A. 2006)

2 Término que se le ha dado a la fusión de las ciencias sociales con las cibernéticas de primero (Wiener 1948), y segundo orden (von Foerster 1996), en el marco de una teoría general de sistemas (Bertalanffy 1968) y de una teoría de referencia sobre sistemas sociales propuesta por Luhmann (1998), y que identifica al grupo de investigación RC51 de la Asociación Internacional de Sociología

(<http://www.unizar.es/sociocybernetics/whatis.html>).

sin sintetizando los principales retos que enfrenta una metodología de tipo heurístico, propuesta por Rolando García. En la segunda parte proponemos una forma de integrar estas áreas de conocimiento fundamentales a través de la Ciberkultur@ y explicamos cómo hemos aplicado esta convergencia.

Primera parte

Problemas sociales que enfrentan lo complejo

Los problemas del mundo actual son cada día más interdefinibles por la naturaleza heterogénea de sus códigos y conceptos y por la forma como los estamos recreando. Estos problemas exigen nuevas formas de articulación, distintos caminos para la vinculación entre dominios distantes y códigos de valoración —éticos, estéticos, políticos, económicos, etc.— generalmente desarticulados. En la gran mayoría de los casos, dichas integraciones están a su vez asociadas al desarrollo de una tecnología, que presta poca atención a la necesaria reequilibración de dichos códigos y que, además, impone un sutil sesgo a favor de consensos más amplios sobre el bienestar social, crítica especialmente señalada por (González 1994, 2003 y 2004) y (González Casanova 2004). En consecuencia, el análisis de lo complejo enfrenta y exige nuevas formas de comprender y explicar la interacción social, amalgamada con flujos y comportamientos cada vez más densos en su componente virtual, asociados a las tecnologías de comunicación e información. Ello genera nuevas preguntas, cuyas respuestas no son posibles de resolver ya desde el trabajo centrado en una disciplina —aunque haya ampliado sus límites— pues ha quedado mostrado el sesgo y la consecuente polarización que deriva de una diferenciación galopante de las especializaciones que pretenden resolver los problemas actuales, cuando evitan con ello reflexionar sobre visiones más holísticas. Dicha complejidad demanda a los científicos no sólo sociales, sino de toda tecnología, una mirada más integral, que desde distintas disciplinas encuentre un nivel de observación diferente y opere en el marco de un trabajo interdisciplinario. Ello necesariamente lleva a mejores formas de comprensión, explicación y posibles soluciones a los problemas de nuestra sociedad.

Frente a la perspectiva disciplinar, que fija su atención en aspectos muy concretos y específicos de un objeto de estudio en el marco epistémico de dicha perspectiva, son *las teorías de sistemas* de Bertalanffy (1968), García (2006), Luhmann (1998) y von Foerster (1996), entre muchos otros, las que nos orientan para construir marcos más amplios y dar una forma más integral, inteligente y adaptativa al conjunto de elementos y relaciones que a través de funciones, estructuras y procesos, permiten configurar más certeramente un problema.

Se trata de lo que posiblemente sea un nuevo paradigma científico en las ciencias sociales del presente siglo, que nos permite precisamente tener una visión integradora de la compleja realidad social no sólo para su comprensión dentro de nuevas formas —como totalidad relativa— de un equilibrio dinámico, sino para encontrar mejores maneras de explicar sus procesos de transformación. Un paradigma que asume un nivel de reflexión que incluye de manera significativa el mayor número de elementos y relaciones que integran el entorno donde cohabita el problema, y que construye un sistema organizado dentro de un espacio de relaciones con mayores grados de auto organización. Este enfoque sistémico facilita, sin duda, la vinculación e integración de distintos campos del conocimiento disciplinario.

La Cibercultur@ es nuestro eje de trabajo y uno de sus componentes esenciales, asociado a una característica del entramado de los problemas sociales, es

*Las interacciones
analizadas, dentro del
entorno que sea, deben
incluir las establecidas
con y entre los propios
investigadores*

sin duda la comunicación compleja. Frente a los retos asociados a la multidimensionalidad de los procesos comunicativos hoy en día, consideramos que es imperativo reformular la manera de entender y explicar la comunicación compleja como la coordinación de acciones (Maturana y Varela 1999) implicada en dichos procesos sociales cara a cara y a distancia. Al mismo tiempo, la interdefinibilidad implícita entre los niveles de interacción dentro de las comunicaciones en el

dominio virtual —a través de los memes en las redes, en los correos electrónicos, en los portales y conglomerados de informaciones en las nubes virtuales— con las relaciones que simultáneamente se establecen fuera de él —en el mundo cotidiano de la calle, de la oficina y los parques— impone una reflexión que exige dar mayor atención a la naturaleza de los procesos cognoscitivos, a sus ciclos viciosos y virtuosos, así como a la organización y desorganización de los flujos de informaciones que se intercambian, que se combinan y reiteran, tanto entre los actores a los que se analiza, como entre ellos y los propios investigadores que los analizan.

Pero, ¿cómo les damos forma a estas interdefiniciones que configuran dinámicas entre lo heterogéneo dentro de entramados de múltiples dimensiones? La organización requerida no debe ser solamente sistemática y jerárquica, a la manera de muchas propuestas que han enfrentado este reto en el marco de una disciplina y toman como modelo la organización de la geometría (Euclides), la física del movimiento gravitacional (Newton), un sistema filosófico (Kant) o una teoría social (Parsons). Se trata de configurar una organización dinámica

que tome en cuenta las transformaciones de los fenómenos heterogéneos que integra, actualizando necesariamente su marco epistémico y asumiendo un comportamiento no lineal asociado con las instancias que incluye su marco, esto es a los comportamientos de actores humanos. Tal es el propósito de lo que denominamos sistema complejo en el marco de los comportamientos sociales. De aquí la síntesis que hacemos en las siguientes secciones, que se aproximan a estas necesidades y deseos desde la investigación de los problemas de la sociedad.

Sobre sistemas complejos

La Sociocibernética es un dominio disciplinar que nos permite construir una concepción sistémica de los problemas que se desean analizar. Nos permite igualmente dar forma y presentar un procedimiento coherente —una estrategia— para el desarrollo de las actividades en equipo, frente a un problema práctico social que es observado como complejo. Es por ello que, en el caso de la problemática anteriormente expuesta, partimos de un proceso de retroalimentación —análogo a un componente central a toda reflexión— que no se pregunta esencialmente por la primera causa del problema, ni por la entidad o actividad homogénea que crea la problemática. Iniciamos con el reconocimiento de un enjambre de relaciones al que hay que darle una forma y ponerle límites. Partimos de la configuración de un génesis asociado a una situación en desequilibrio que se pretende transformar hacia un proceso de re-equilibración y que permita una nueva forma de equilibrio con el entorno donde cohabita.

Recordemos que desde una perspectiva constructivista, no hay problema complejo si no hay un nivel de observación que lo defina como tal. De aquí podemos afirmar que la configuración de un sistema complejo deriva y emerge de una investigación realizada por un grupo de investigadores, que desde diferentes perspectivas observa la heterogeneidad de los procesos implicados en el problema y establece distinciones y relaciones comunes entre ellos, a partir de las cuales construye su objeto de estudio y enfrenta la solución del problema como una cuestión práctica: con evidencias empíricas y como un problema de conocimiento, orientado a la construcción de una unidad de análisis que lo explique. Este grupo de investigadores, enfrenta lo complejo en el reconocimiento de relaciones heterogéneas e interdefinibles, derivadas de una observación desde diferentes disciplinas, que exigen redefinir el conglomerado de relaciones problemáticas, dentro de un proceso dialéctico, entre fases de diferenciación e integración permanentes (García 2006, 101).

Desde esta perspectiva, podemos apreciar que, a partir de una investigación de tipo individual, difícilmente es posible definir y estudiar un problema como

sistema complejo en el sentido que plantea Rolando García. Este es un tema de polémica permanente en la reflexión sobre lo interdisciplinario. Por un lado, varios investigadores proponen que sí es posible la investigación interdisciplinaria sin un equipo de investigación —como podría ser el caso de un Marx o un Darwin— que trabajaron de manera independiente, y en el caso de muchos investigadores actuales, que igualmente asumen un trabajo individual. En estos casos generalmente hacen una discreta referencia a los colaboradores, comentaristas y críticos que necesariamente encuentran en su camino. Parten de que su propuesta teórica es interdisciplinaria porque exige del conocimiento de varias disciplinas que interactúan en su trabajo personal y propuesta teórica. Consideramos que, si la argumentación/justificación que ofrezcan en su trabajo de síntesis incluye una real reflexividad de segundo orden, en donde explicita sus puntos ciegos en su análisis e inferencias, así como la forma como los superó, habría entonces, elementos de una interacción interdisciplinaria, que denominaríamos como “suave”. Pero si explicita la permanente transformación de su proceso cognoscitivo implicado en aquellas reflexiones —a partir de las cuales alcanza sus hallazgos— producto de las interacciones con otros actores, entonces le es posible ofrecer elementos de una investigación “más dura”, profunda, con más elementos interdisciplinarios, aunque velados en el componente interactivo con el entorno social, especialmente sobre el proceso de reconstrucción a partir de los otros. Explicitar las implicaciones cognoscitivas derivadas de las interacciones con colaboradores disciplinarios, críticos y/o comentaristas en los resultados obtenidos, implica reconocer una participación especializada y significativa, de un trabajo asociado con un equipo implícito en las reflexiones e inferencias de la investigación.³

Consideramos que existen dos formas de asumir el uso de los conceptos asociados a los sistemas complejos: la primera es meramente conceptual y la

3 Un tema de alto interés en la comunidad científica internacional —y desde luego nacionalmente— gira en torno a las políticas científicas que inducen a realizar, por un lado, trabajo dentro de un equipo de investigación, pero con el mayor reconocimiento sobre el investigador que encabeza el proyecto, así como de la mano con un trabajo de investigación competitivo, que es estimulado y reconocido de manera parcial. Ello responde a las características, reglas, luchas y estrategias del campo científico, como plantea Bourdieu en su teoría de los campos. Reconocemos que, en algunos casos, el equipo enmascara a investigadores que están de más u ocultos en el equipo de trabajo, pero también es frecuente una falta de compromiso y de cabeza visible en el equipo que no permite definir claramente responsabilidades. En ambos casos se presentan formas de desequilibrio en procesos de colaboración deseables, que deben ser tomadas en cuenta explícitamente dentro de una investigación interdisciplinaria. Ello implica reconocer toda participación asociada al desarrollo de una cultura de comunicación y de conocimiento que re-equilibre la distribución de los reconocimientos en la construcción de la información implicada en los hallazgos y respuestas al problema que se indaga.

segunda conceptual/operativa. En el primer caso sólo se usan conceptos que permiten dar mayor claridad a la organización de las ideas y a las partes y jerarquías del problema, ello permite hacer mejores distinciones entre los procesos implicados y, en general, ofrece una mayor claridad de los componentes y características del universo de datos que se analizan y que forman parte del complejo empírico en estudio. Sin embargo, al no participar de una manera directa en la construcción de elementos computacionales asociados al pensamiento sistémico, en la estrategia y en el hacer instrumental implicado en los cálculos y construcción de los observables, la investigación toma otros rumbos, los propios de la aplicación de los instrumentos, no sistémicos, en las técnicas consideradas, así como la forma de llevar a cabo los procesos de análisis.⁴ En el mejor de los casos, se establecen analogías con conceptos del cuerpo teórico de las disciplinas que participan en la comprensión del problema y difícilmente se logra dar continuidad de estos procesos al ámbito de la justificación o explicación de las respuestas a las preguntas originadas por el problema.

A diferencia de este primer camino, en la forma conceptual/operativa se hace uso de un pensamiento sistémico asentado en su puesta en práctica. En este segundo caso, se hace evidente la forma de “construir” el problema desde el uso de formas de organización sistémica, jerárquica y/o en red, y derivada del establecimiento de niveles entre los subsistemas, módulos y funciones, así como de estructuras tipo red para organizar las interacciones funcionales. En este caso el reto es mayor, no sólo porque es necesario tener un conocimiento básico de la configuración del sistema de cómputo que se diseña, se adapta y/o se aplica, sino porque la construcción de dicho conocimiento debe ser consistente con la conceptualización que se hace del problema, y con los procesos de construcción de las unidades de observación y de análisis, asociadas necesariamente con los cuerpos teóricos de las disciplinas participantes.

En la perspectiva sistémica, en la que los sistemas de información están necesariamente presentes, es posible configurar funciones de diferentes naturalezas, *funciones específicas* de integración, de diferenciación de conceptos, asociadas a formas de organización en términos de estructuras de datos, de tablas

4 La ausencia de pensamiento sistémico real cobra un matiz distinto cuando se hace uso de herramientas de computación para resolver problemas de estadística. En la mayoría de los casos, el cómputo implicado —generalmente a través de paquetes estadísticos— se maneja como caja negra, habiendo un gran desconocimiento no solo en los cálculos asociados con las pruebas de hipótesis, sino sobre todo en las estrategias de correlación de variable múltiple. El conocimiento de lo sistémico se reduce al uso de paquetes de software y de archivos de procesadores de texto, y a correos electrónicos, elementos, sin duda, importantes, pero que no constituyen un uso cabal del pensamiento sistémico asociado con la construcción de un sistema complejo.

cartesianas o matriciales, de topologías de red y su vinculación con códigos de valoración. Ello permite al equipo de investigación llevar a cabo distintas formas de abstracción, de generalización, así como crear diversas formas de representación de las funciones asociadas a la dinámica social entendida mediante diversos tipos de ciclos y retroalimentaciones dentro de un proceso evolutivo del sistema.⁵

Las correspondencias y analogías entre el lenguaje sistémico y el de los cuerpos teóricos que se aplican, también presentan retos más fuertes, no sólo porque es necesario precisar las equivalencias posibles, sino porque las justificaciones y explicaciones de las interacciones se vuelven más difíciles de precisar. Es aquí donde la perspectiva

*La perspectiva sistémica
implica configurar funciones
de integración y de
diferenciación asociadas
a formas de abstracción
y generalización dentro de
ciclos y retroalimentación
del sistema*

constructivista y los lenguajes epistemológico y matemático permiten integrar mejor las correspondencias entre los cuerpos teóricos y el pensamiento sistémico, no sólo por la riqueza y fuerza de conceptos y de su propio lenguaje, sino por las implicaciones en los procesos de formalización y, de manera más clara, la delimitación y explicitación del marco epistémico implicado (Amozurrutia 2009).

Todo ello representa un proceso de aprendizaje colectivo y de aplicación larga y compleja que tiene como consecuencia un lenguaje común para el diálogo entre disciplinas asociado a un equipo de investigación interdisciplinaria.

Entre las perspectivas “suave” y “dura” que hemos descrito anteriormente sobre el pensamiento sistémico asociado a la construcción de sistemas complejos en el marco de una investigación interdisciplinaria, hay una gran variedad de estrategias y matices posibles, que en última instancia asume y adopta cada equipo de investigación.

En la concepción de los sistemas complejos de García, lo que está en el centro de la cuestión es, precisamente, la interacción entre dos momentos clave: por un lado, la construcción del objeto de estudio común y, consecuentemente, la diferenciación en las distintas formas de construcción disciplinar a partir de

⁵ La puesta en marcha de esta perspectiva, la hemos llevado a cabo de diferentes maneras en los proyectos del LabComplex. En Amozurrutia (2011) se presenta una estrategia de construcción de sistemas adaptativos, y en Maass, Amozurrutia, Almaguer, González y Meza (2012), presentamos ejemplos de cómo el pensamiento sistémico se puede desarrollar en diversos proyectos asociados al desarrollo de la Cibercultur@.

las cuales se realiza el estudio (García 2006). Esto es, lejos de considerar los aspectos particulares de una realidad, objeto, proceso, fenómeno o situación, la complejidad se asocia a una visión procesual, sistémica, de dicha realidad, en sí misma compleja por sus heterogeneidades, interdefiniciones y emergencias no reguladas en dominios espacio-temporales distintos. Dicha visión ofrecerá, a través del lenguaje sistémico, una mayor comprensión de los elementos del sistema, así como una mayor claridad en los procesos recursivos y retroalimentaciones, y también respecto de la naturaleza de la dinámica evolutiva de los procesos que se analizan.

A través de la perspectiva de García sobre sistemas complejos, se deriva la necesidad de tomar en cuenta el componente epistemológico que permita el deslinde de una polaridad de concepciones asociadas a las problemáticas expuestas, así como ofrecer elementos metodológicos para enfrentarlas. En su libro sobre sistemas complejos nos recuerda que, así como el análisis de los problemas actuales exige una perspectiva multidisciplinaria que lleve a cabo su tarea a través de una *investigación interdisciplinaria*, esta actividad exige dar forma al problema como sistema complejo, y lo define como “una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada, en la cual los elementos no son separables y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente” (García 2006, 21); enfatiza que los sistemas complejos están constituidos por elementos heterogéneos en interacción, lo que significa que sus subsistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas (García 2006, 32)—es decir, a escalas espacio-temporales distintas— y afirma que la solución de un problema requiere de una concepción común y de una base conceptual y epistémica en el equipo de trabajo, lo que implica, además, una concepción compartida del tipo de investigación científica y de sus relaciones con la sociedad (García 2006). Por ello, insiste que el término *interdisciplina* no se refiere a la integración de disciplinas solamente, sino de enfoques disciplinarios que emergen de su interacción colectiva, y hace referencia a Lucien Goldmann, quien la refiere como una re-conceptualización de las disciplinas y de las teorías, como lo sería el caso de pasar de una sociología enfocada al análisis de hechos, a una sociología basada en el estudio de procesos y de sus raíces históricas (Goldmann 1977, 27). Ello implica que la investigación interdisciplinaria supone la integración de diferentes enfoques disciplinarios y exige, desde luego, que cada participante del equipo de investigación sea un experto en su propia disciplina (García 2006, 32). Pero veamos en la siguiente sección la manera como García incluye a la epistemología en la concepción de los sistemas complejos y dentro de una investigación interdisciplinaria.

Sobre la Epistemología genética

Es Rolando García (2000, 2006) uno de los colaboradores de Piaget que ha sistematizado y enriquecido el trabajo científico de su maestro y colega. Piaget utilizó el término “Epistemología genética” para referirse a la explicación científica, con bases empíricas,⁶ del génesis del conocimiento (Piaget 2004). La relevancia de García radica en la extensión que hace de la Epistemología genética al dominio de la construcción del conocimiento científico a través de su libro *Psicogénesis e historia de la ciencia*, que publicó conjuntamente con Piaget⁷ (Piaget y García 1982).

De acuerdo con estos autores, lo que conocemos de la realidad es el producto de un proceso constructivo interno que cada sujeto realiza al interactuar con los objetos de conocimiento del mundo donde cohabita. Construimos y desarrollamos conocimiento por un concepto de acción que no disocia el sujeto cognoscente del objeto cognoscitivo y los asimila en forma complementaria. Por ello, dirían Maturana y Varela —biólogos afines con esta perspectiva— “el conocer, depende de la estructura del que conoce” (Maturana y Varela 1999, 19). Sin embargo, esta construcción cognoscitiva no se da en el vacío, sino que tiene como referente no al individuo aislado, sino a la sociedad en la cual está inserto (García 2000, 34). Es precisamente este proceso constructivo, considerado desde tres dominios de fenómenos inseparables —el biogenético, el psicogenético y el sociogenético— la base fundamental de la Epistemología constructivista.

*El término “interdisciplinario”
significa mucho más que
una simple integración
de disciplinas*

6 El trabajo experimental que avala esta afirmación parte de los informes de Piaget a través de los 37 volúmenes de la colección *Etudes de Epistemologie Genetique* editados por la editorial de las Universidades de Francia desde 1957 a 1982. El lector puede revisar el conjunto de experiencias e investigaciones registradas en el texto *Hacia una lógica de las significaciones* —Gedisa 1987— en el que más de 20 investigadores contribuyen en dicho proyecto, editado en 1987 y en el que Rolando García participa como coautor.

7 En este libro García hace un amplio y profundo recorrido por los hechos y documentos que determinaron el rumbo de tres áreas de conocimiento: la geometría, el álgebra y la física del movimiento. En el caso de la geometría es donde podemos comprender mejor la extensión que hace García de los principios epistemológicos piagetianos aplicados a dos grandes momentos de transformación: de la geometría euclidiana a la geometría cartesiana —la geometría analítica— y de ésta a las geometrías no euclidianas.

Ambas transformaciones implican tres etapas cuyos procesos, propone García, deben ser identificados como mecanismos *intra*-objetuales, *inter*-objetuales y *trans*-objetuales, que a su vez son aplicados a las etapas de transformación de la forma sistema, que representa en este caso al sistema cognitivo, asociado al de conocimiento científico. (Piaget y García 1982).

Un componente esencial en el enfoque teórico en el que está sustentada nuestra propuesta de Cibercultur@ dentro del “quehacer científico” en el hacer una investigación interdisciplinaria, es precisamente la construcción de los sistemas complejos desde la perspectiva de la Epistemología genética asociada al constructivismo piagetiano. Por ello, consideramos que es vital hoy en día “comprender y explicar” integralmente tres procesos que enfrentan lo complejo, vinculados a las concepciones epistemológicas sistémicas que hemos expuesto, y que son objetivos centrales de nuestra labor cotidiana en el Labcomplex: a) La comunicación compleja, b) la complejidad del proceso de construcción del conocimiento y c) la configuración del pensamiento sistémico para generar información y conocimiento científico. Estos tres procesos se entretajan en lo que llamamos Cibercultur@.

Con relación al primero, ya hicimos una primera aproximación anteriormente; sin embargo, nos parece pertinente agregar que la comunicación compleja la entendemos sistémicamente como un fenómeno social y un acoplamiento estructural entre individuos, es decir una conducta de coordinación recíproca entre ellos. Se produce por un activo gatillado o estimulación de conductas coordinadas que se da entre los miembros de una unidad social. Es a lo que Maturana y Varela llaman comunicación sistémica social (Maturana y Varela 1999, 165), y significa que, si el sujeto no está acoplado estructuralmente para “seleccionar” esa perturbación, la acción comunicativa no se realiza. Para Buckley, sociólogo

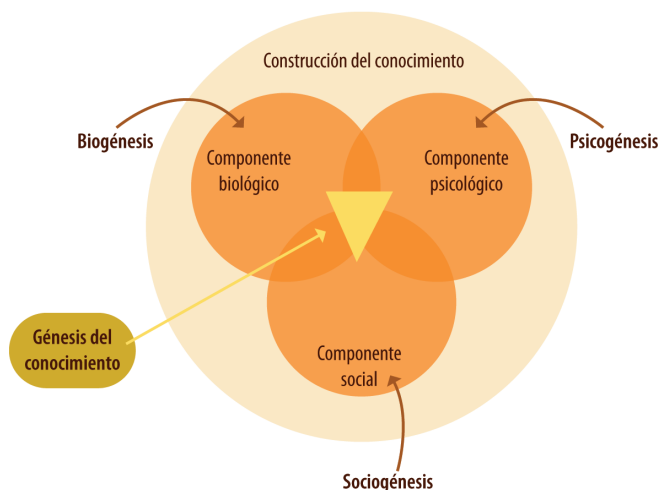


Figura 1. Representación de la integración de los componentes biológico, psicológico y social implicados en la Epistemología genética de Piaget, como la interacción de tres dominios que convergen en el génesis y construcción de conocimiento.

norteamericano que es tomado como referencia dentro de la Sociocibernética, la adaptación es un proceso esencial en la relación sistema/entorno y es una operación resultante de la organización interna del sistema a partir de la cual logra discriminar y responder a las restricciones del entorno (Buckley, 1993).

Interactuando y posibilitando este proceso de comunicación compleja, la construcción del conocimiento es en sí misma un proceso complejo que se hace presente en el momento mismo del fenómeno. En este caso, podríamos decir que la construcción de conocimiento —considerando los grandes subsistemas genéticos piagetianos— es nuestro “suprasistema” epistemológico, que está formado por tres subsistemas o subtotalidades, a saber, las subtotalidades biológica, psicológica y social.

Estos tres dominios, representados en la figura anterior como una intersección entre conjuntos, son interdependientes unos de otros, interactúan —implicando una intersección de los elementos comunes y la posibilidad de nuevas relaciones— y, por tanto, se interdefinen. De ahí su complejidad. Las tres subtotalidades constituyen a su vez un sistema complejo del que emergen nuevas relaciones sobre el génesis del conocimiento y de las que es posible reflexionar sobre concepciones más ricas y densas de los problemas sociales.⁸

Tres principios generales de los sistemas complejos están entretreídos e implicados en este “suprasistema de conocimiento”: el principio de auto-referencialidad, la causalidad circular y el principio de auto-evolución. Este es el énfasis que da la Sociocibernética a la forma de observación de segundo orden sobre los problemas sociales. Por un lado, la auto-referencialidad implica una clausura operacional y la generación de “una variedad requerida [...] para poder reaccionar ante cualquier situación del entorno y orientarse a él de manera más adecuada” (Luhmann 1998, 48). La clausura operacional permitirá, entonces, que este suprasistema sólo pueda referirse a sí mismo en la construcción de sus elementos y operaciones elementales y fundamentales. En este mismo sentido, el

⁸ Piaget planteó la continuidad posible entre estos tres dominios en varios lugares de su obra, especialmente a partir de la explicación que desarrolla sobre el *epigénesis en Adaptación vital y psicología de la inteligencia* (1978). Esta propuesta se asienta en la premisa que parte de una concepción del proceso de la fenocopia entendida como la convergencia entre el resultado de una adaptación fenotípica y una mutación genotípica (Piaget 1978, 3). Esta idea —afín a una respuesta del sujeto a las contingencias del entorno— enfatiza la relevancia que tiene el propio organismo, sujeto, observador en la participación de su proceso de transformación. Reconoce que, si bien está fuertemente determinado por su biogénesis —nivel genómico— dispone de mecanismos cognoscitivos en continuidad con su psicogénesis —nivel de las operaciones epistemológicas— ampliamente descrito por el cuerpo piagetiano, y desde luego con la sociogénesis, para confirmar así una continuidad fundamental en la concepción constructivista de su epistemología con base en el concepto de acción social.

principio de autoevolución está presente en la concepción de sistema complejo, diferenciando de forma más autodeterminante operaciones y mecanismos cognoscitivos que seleccionan, asimilan, acomodan y jerarquizan la información que se transmite, mediante las potencialidades analíticas y reflexivas derivadas de la Epistemología genética.

Implícito en estos conceptos, está la noción de causalidad circular, entendida como el mecanismo esencial dentro del proceso homeostático, y asociado a las regulaciones ejercidas por el sistema. Estos conceptos —ya existentes en el seno de otras disciplinas como la biología— son centrales en la Epistemología genética —y un pensamiento sistémico íntimamente vinculado a ella— de Jean Piaget, en la que todos los elementos que influyen en el entorno del sistema, ya como un otro sistémico, están a su vez, influidos por aquéllos. Esto significa que se establece una cadena permanente de interacciones sujeto/objeto, o entre las coordinaciones del sujeto con las del sujeto con quien interactúa, de tal manera que tenemos un proceso en el que participen las tres subtotalidades presentes en el génesis de la construcción del conocimiento: la Biogenética, la Psicogenética y la Sociogenética. Entonces, mediante una abstracción lógico-matemática —como el propio Piaget utilizaba con frecuencia en sus explicaciones— podemos aproximar nuestra abstracción del proceso asociado a la continuidad entre diferentes dominios, a partir de una perturbación “x” que afecta a la totalidad del subsistema “a” y, a su vez “a” afecta luego “b” y, al mismo tiempo “b” irrita a “c” en el seno del organismo, del sistema, dentro de una cadena de causalidades; simultáneamente las interacciones en el nivel “c” emergen como “c1” que afecta “b” del que emerge “b1” y ‘a1’ ” afectando el propio sistema y finalmente, dentro de este ciclo de interacción, de la perturbación “x” del sistema, emerge la respuesta “x´” al sistema con quien se interactúa.⁹ Por lo tanto, se trata de una circularidad sistémica y consecuentemente de una retroalimentación permanente que está presente en las relaciones entre subtotalidades, que empiezan y terminan en las propias subtotalidades, así como de una respuesta del sistema que afecta el otro sistema en su entorno.

El principio de auto-organización está implícito en la concepción misma de sistema complejo, dando nuevo relieve a las operaciones y mecanismos cognoscitivos

⁹ Una explicación más detallada y profunda de este mecanismo se encuentra en Piaget (1978).

De manera complementaria, es igualmente vital comprender los procesos cognoscitivos asociados a una hábil coordinación de acciones de intercambio y su relación con el conocimiento de los sistemas de informaciones, que se usa para llevar a cabo dichas interacciones y, más específicamente, las interdefiniciones entre los sistemas. El lenguaje sistémico nos permite diferenciar y representar con mayor claridad los procesos no lineales y recursivos dentro del juego de las reiteraciones en los procesos de comunicación. Un corolario de estas afirmaciones implica que no habrá un conocimiento esencial de los procesos de comunicación e intercambio de informaciones coherentes y consistentes, si

*Una de las elaboraciones
fundamentales de
la investigación
interdisciplinaria es
la identificación de los
diferentes puntos ciegos
de cada disciplina
integrante del grupo*

no hay un conocimiento de las operaciones epistémicas en dichos procesos y de un conocimiento traducido en un sistema dinámico no lineal.

Esta última afirmación ha sido un elemento esencial para la propuesta de Cibercultur@ que hemos considerado en nuestro equipo de trabajo. Asumimos entonces, como bosquejamos en la introducción de este trabajo, que los motivos, comportamientos, hechos, acciones, actividades, propósitos y fines en los procesos sociales quedan permeados por un pensamiento sistémico que construye y

organiza simultáneamente informaciones, procesos de comunicación y construcción de conocimiento (González, Amozurrutia, Maass 2007). Estos campos quedan a su vez enmarcados, precisados y fortalecidos por los conocimientos asociados a los cuerpos teóricos de las disciplinas presentes en el equipo de investigación, que explican —como totalidad relativa— una parte de dichos motivos, acciones y fines.

La integración de los dominios disciplinarios exige necesariamente un descentramiento disciplinar de cada uno de los participantes del equipo de investigación para ubicarse entre los espacios de las disciplinas que intervienen en el análisis, propiciando un nivel de reflexión que necesariamente deriva de su nueva ubicación y emerge de sus propias interacciones e interdefiniciones (García 2006). Esto significa que una *investigación interdisciplinaria* incluye a la Epistemología genética y al pensamiento sistémico como lenguajes comunes que dialogan y se complementan entre sí y que, desde nuestra propuesta, interactúan con la cibercultur@, en diálogo con las disciplinas propias de las problemáticas analizadas. Analicemos entonces estas tres áreas de conocimiento —la Epistemología genética, la investigación interdisciplinaria y la Cibercultur@— y perfilamos una forma de configurarlas como meta-categorías.

Según esta línea de pensamiento, la Epistemología genética es un instrumento eficaz para fundamentar los procesos de transformación cognoscitiva asociados a los objetos de estudio de la investigación interdisciplinaria —una actividad siempre creativa— que está, en el mejor de los casos, asociada a la construcción de los sistemas complejos que dan forma a problemas que involucran lo complejo. Cabe mencionar que esto último implica la construcción de sistemas de cómputo, que además de permitir llevar a cabo fuertes cálculos, permite construir nuevos escenarios —a través de la técnica de simulación— que potencien la reflexividad del equipo de investigación. Pero nuevamente, esta perspectiva es difícil de concebir de manera individual, de aquí la necesidad de enmarcar el trabajo conjunto según los lineamientos de la propuesta de Rolando García, cuyos elementos esenciales presentamos a continuación.

Sobre la investigación interdisciplinaria

La investigación interdisciplinaria la entendemos, siguiendo a Rolando García (2006), como un proceso dialéctico y permanente entre diferenciaciones disciplinarias e integraciones interdisciplinarias. Si partimos de la incapacidad de los enfoques exclusivamente disciplinarios para construir respuestas de conocimiento adecuadas para una mejor comprensión y, en el mejor de los casos, solución de los problemas, ello nos permite reconocer que la investigación interdisciplinaria es una alternativa que ofrece nuevas posibilidades que es necesario crear. Así, la cantidad de factores interrelacionados que caracterizan a los fenómenos sociales en la actualidad necesitan ser observados, estudiados y construidos como complejos cognoscitivos¹⁰ que requieren de una mirada interdisciplinaria y se comportan como sistemas complejos.

Uno de los lenguajes más idóneos para la investigación interdisciplinaria es precisamente la Epistemología genética, como hemos referido, que permite establecer correspondencias y analogías entre procesos comunes a dos o más disciplinas, como es el caso de asimilaciones/acomodaciones entre estructuras conceptuales o procesos de inferencia por generalización completiva. De igual forma, las reflexiones del propio investigador a lo largo de la construcción e integración de la unidad de observación, derivan de procesos de abstracción empírica sobre el complejo real. El reto es semejante en la configuración de la unidad de análisis, que también deriva generalmente de procesos de abstracción

¹⁰ Rolando García define el “complejo cognitivo” como una totalidad relativa, constituida por una selección (recorte) de elementos que la sociedad vincula con la noción de conocimiento y que se expresa tanto en el lenguaje común como en el medio educativo o académico. (García 2000, 39-40)

reflexiva en torno a la integración del cuerpo teórico y que responde a las preguntas del problema o confirma la hipótesis planteada.

En este caso, la *reflexividad de segundo orden* —promovida explícitamente por la Sociocibernética— es muy importante, para que el mismo equipo de investigación explicita los *puntos ciegos* de una disciplina, desde la reflexión de otra disciplina. La falta de esta reflexividad se hace evidente de varias maneras: al ignorar diferenciaciones o gradientes contrarios u opuestos en códigos de valoración de un mismo hecho, acción o actividad, o al ignorar sus propias limitaciones en los procesos de interacción/intervención con los actores que analiza, o simplemente al ignorar la forma de las relaciones en las propiedades de la unidad de observación dentro del cuerpo teórico en una de las disciplinas consideradas. No descartamos tampoco el reto que implica no solo ignorar sino explicitar las contradicciones que existen entre los procedimientos y entre los conceptos asociados a las escalas espacio-temporales consideradas en las diferentes disciplinas.

Un componente que con frecuencia se omite en una investigación clásica y que es esencial explicitar tanto en el caso de la Sociocibernética como en la Ciberkultur@, es la necesidad de que el equipo de investigación incluya en su informe de investigación la forma de resolver los retos derivados del reconocimiento de puntos ciegos y de cómo han sido afrontados. La reflexión implicada en esta explicitación se nutre del ejercicio de una inteligencia distribuida y colaborativa, así como del difícil e importante compromiso de incluir el marco epistémico de la investigación, entendido éste como la explicitación de los límites cognoscitivos y los códigos de valoración del equipo de investigación. Por ello afirmamos que la investigación interdisciplinaria implica la conformación de una comunidad multidisciplinaria de investigadores disciplinares, que se descentran de su propia disciplina para integrar distintos enfoques en un proceso de construcción colectiva.

Recordemos que esto implicará a su vez —y este quizá sea el mayor desafío— que se “construya” *un objeto de estudio común*, entre los miembros del equipo que, en casi todos los casos, constara de *la construcción de una unidad de observación y una unidad de análisis*. Ambas unidades deben estar relacionadas y configuradas por las relaciones entre observables, variables y su integración en categorías, de tal manera que simultáneamente la unidad de análisis debe estar conjugada a un cuerpo teórico que responda a la concepción dinámica del complejo empírico. Una definición análoga pero complementaria parte de que la definición de la unidad de observación desprendida del complejo empírico, se va configurando conforme se delimita y configura la unidad de análisis. Ambas unidades y dominios, la unidad de análisis junto con el universo de observables o el cuerpo teórico y la unidad de observación,

se organizan y van tomando forma dialécticamente como una totalidad relativa, constituyendo el núcleo operativo de un sistema complejo, que a la luz de una reflexión en equipo basada en una inteligencia distribuida, enfrentan lo complejo del problema.

Pero aún debemos incluir un aspecto esencial en la definición de dichas unidades de observación y análisis, y es que ellas tienen implícitas una parte sustantiva del marco epistémico que se incluye en la construcción colectiva. Dicho marco, según García, implica una *toma de posición ética del equipo de investigación* ante la definición de los valores implícitos en las unidades de observación y análisis, y forma parte esencial de la definición de los límites del sistema. Por ello nos permite hacer sólo preguntas dentro de esos límites, “preguntas preguntables”. En consecuencia, el complejo cognoscitivo, como totalidad, es una “totalidad relativa”, que pretende integrar diferentes aspectos siempre dinámicos del problema, asimilados y abstraídos desde diferentes disciplinas. Dicha totalidad siempre estará en un proceso de mayor comprensión y redefinición de sus límites, de sus integraciones y diferenciaciones.

Por ello, la estrategia esencial para lograr una investigación interdisciplinaria debe tomar en cuenta una “sincronización dialéctica” de sus procesos cognoscitivos durante la investigación, puesto que logra la construcción colectiva de un sistema complejo con un objetivo, un cuerpo teórico compartido, con un lenguaje y un marco epistémico comunes. Este punto de partida que corresponde a una fase de *integración*, nos permitirá construir una unidad de observación y una unidad de análisis derivadas ambas de la actividad del grupo, que por ello adquieren mayor consistencia.

Aunque bien sabemos que trabajar en grupo no es fácil. Requiere de una actitud de escucha revitalizada; de no sólo aceptar la diferencia de formas de ser y de trabajar de otras disciplinas e investigadores, sino de contemplar al “otro” y a “lo otro diferente a mí”, a mi concepción disciplinar básica. Implica también, escuchar con atención, aprender de los integrantes del equipo y aportar nuestro trabajo elaborado desde nuestras propias determinaciones. Todas estas son condiciones para que emerjan nuevas relaciones de comprensión, pero también son retos esenciales de la investigación interdisciplinaria.

Trabajar en equipo implica una responsabilidad mayor que la del trabajo individual. Se trata de un cumplimiento de los acuerdos establecidos y un esfuerzo creativo para encontrar nuevas relaciones y/o establecerlas donde antes no existían. Implica reconocer que el producto colectivo es limitado en ocasiones y/o que el producto colectivo es más de lo que podríamos hacer solos y nos enriquece más de lo que seríamos. Trabajar colectivamente es un gran reto, porque el trabajo es mucho más reflexivo y, generalmente, más lento y pausado. Implica aprender a caminar juntos y reconocer que, aunque muchas veces parece

que no se avanza, retrospectivamente el resultado es generalmente mayor y mejor, porque el consenso contribuye a hacerlo más denso. Si todos los que forman el grupo de investigación participan activamente en los procesos reflexivos, cuestionando y rectificando el propio proceso, seguramente se enriquece y propicia un crecer juntos y avanzar al ritmo del más lento, en el desarrollo de conocimiento sobre el problema. La superación de esta limitación construye equipo y fortalece la concepción del problema, que no queda en voz y manos de uno o dos integrantes, sino en una colectividad.

El trabajo interdisciplinario puede, en la práctica, resultar más lento, pero la riqueza de sus resultados, y el grado de desarrollo alcanzado por los investigadores compensan con creces la “pérdida” de tiempo

Un segundo momento en la investigación interdisciplinaria se refiere a una fase de diferenciación disciplinar, en la que los distintos miembros del equipo trabajan el marco teórico-conceptual y el marco epistémico desde su propia disciplina, para hacer, posteriormente, su aportación disciplinar al grupo, en una siguiente fase de integración. A esto García lo llama “...el juego dialéctico de las fases de integración y diferenciación” (García 2006, 101).

Aunque cada problema exige una estrategia específica, que emerge de las características del equipo de investigación, es posible establecer un método de tipo general que, a decir de García (2006, 100-101), puede partir del reconocimiento general de la problemática y del análisis del estado del arte sobre los estudios realizados con anterioridad sobre el problema en cuestión. A partir de ello se inicia un proceso de diferenciación de perspectivas, de componentes, de dominios, naturaleza de atributos, seguido de un proceso de integración, de fuerte abstracción para encontrar elementos comunes, para establecer articulaciones entre formas de interacción y para replantear las preguntas y la definición del mismo problema. Dichas etapas serán seguidas por nuevos niveles de integración, como abstracciones reflexivas y de diferenciación como generalizaciones completivas. Pero ante todo, la metodología implica precisamente la formación del equipo multidisciplinario que realizará la investigación, en el marco de un tiempo y recursos limitados y dentro de esquemas logísticos, operativos y financieros de carácter institucional. A continuación presentamos un esquema que sintetiza las etapas del proceso constructivo y pone especial atención en su componente de retroalimentación y aproximación sucesiva —mediante las flechas punteadas— siempre orientadas hacia una mejor aproximación a una explicación coherente del problema.

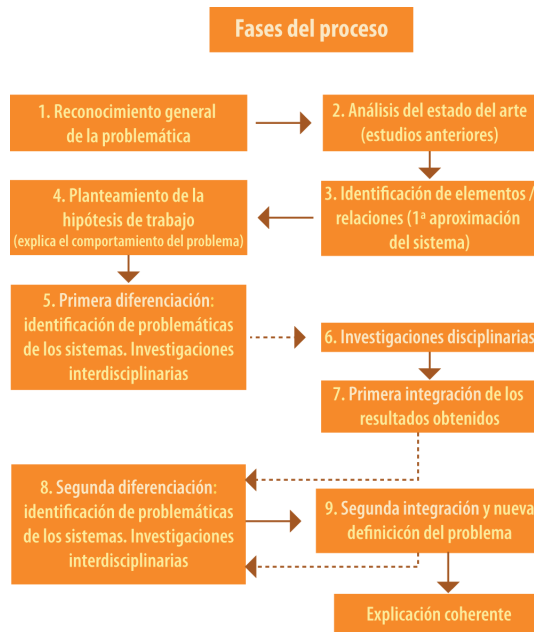


Figura 2. Diagrama de flujo de las etapas esenciales de una metodología de tipo heurístico para enfrentar lo complejo en la configuración de un problema como sistema complejo. (García 2006, 100-101)

Consideramos dos escenarios que el mismo grupo de investigación debe probar y seleccionar para llevar a cabo una estrategia metodológica en una investigación interdisciplinaria. El primero parte de la figura de un coordinador, que asume la responsabilidad oficial del proyecto, pero que también asume el carácter horizontal de las decisiones y reflexiones, no sólo para encontrar alternativas y rumbos en cada fase del proyecto, sino para propiciar una permanente integración de naturalezas heterogéneas de conceptos disciplinarios, de estrategias y protocolos e interacción de afectos en el equipo de investigación. Esta función es análoga a la de un director de orquesta, en la que, además de conocer los problemas y aspectos teóricos de las principales familias de instrumentos musicales, conoce y practica el ejercicio de la integración vinculada a una estética musical que le da sentido a las obras dentro de un discurso apreciado por los diversos públicos.

El segundo escenario asume también un actor responsable oficialmente del proyecto, pero la función de coordinación, asociada a las actividades de control de recursos y tiempos, a las formas de lograr consenso, al equilibrio disciplinario

y a las soluciones específicas en diversos aspectos del problema, queda en rotación entre los participantes y, por aproximaciones sucesivas, el equipo va encontrando el mejor actor para cada actividad.

Reconocemos que, en última instancia, la estrategia para la investigación interdisciplinaria no puede ser definida de manera rigurosa, y responde a las características del equipo de investigación que se configura (impuesto o libre de conjuntar especialistas), así como a la naturaleza del problema y al contexto socio-financiero y temporal del proyecto.

En los siguientes apartados sintetizamos la estrategia que el LabCOMPLEX ha trabajado y la manera en que hemos conceptualizado la construcción de sistemas complejos a través de equipos que llevan a cabo una investigación interdisciplinaria, formados en Cibercultur@ y conformados en Comunidades Emergentes de Conocimiento o de Investigación.

Segunda parte

La Cibercultur@ como objeto de estudio y como valor de desarrollo social

Aunque ya introdujimos algunos elementos de la Cibercultur@, reiteramos en esta sección que se trata de una propuesta teórico-práctica que pretende dotar de mayores elementos de autodeterminación a las comunidades de individuos que desean incrementar y fortalecer sus procesos de comunicación, información y conocimiento. El enfoque que damos a dichas áreas es dinámico y toma en cuenta el génesis de las relaciones que las conforman —comunicaciones, informaciones, ideas, conceptos— su desarrollo y transformación en el tiempo, sus formas de re-equilibración y las condiciones que asumen en cada contexto en el que se manifiestan. Las concebimos como tres culturas que nutren de manera permanente a las acciones de las comunidades —nombradas por el sentido común de sus prácticas y por el lenguaje especializado que las analiza— y que se manifiestan como productos concretos: narraciones, prácticas y representaciones procesuales y sistémicas de sus mundos imaginarios y actuados.

Partimos, como una motivación original del LabCOMPLEX, de que la invasión de comunicaciones e informaciones en nuestras formas de representación y prácticas culturales a través de las nuevas tecnologías —explícita o implícitamente— se ha incrementado de tal forma que es imperiosa una reflexión que incluya el conocimiento sobre el qué, cómo y para qué de aquellas comunicaciones e informaciones, pero especialmente el conocimiento sobre el cómo se construye información pertinente para comprender/explicar los problemas sociales en nuestras comunidades ciudadanas y en los estados y regiones latinas. Pero esta reflexión se hace cada vez más difícil, y demanda mayor atención

precisamente para el desarrollo de una cultura de conocimiento atenta a las implicaciones tecno-científicas inmersas en procesos de aparente transparencia. Una cultura de construcción de conocimiento, que no esté desvinculada, como afirmamos en la primera parte, de lo que se *conoce* al comunicar e informar, que contribuya a desarrollar niveles de observación donde se pueda ver con mayor claridad la heterogeneidad de las relaciones y sus interdefinibilidades, donde sea posible establecer continuidades y matices propios entre los niveles e interacciones entre comunicación, información y conocimiento. Una cultura de conocimiento que modifique la concepción de una educación orientada al desarrollo de habilidades y de competencias individuales, hacia una competencia fundamentada sobre la colaboración más que por el trabajo individual y un desarrollo de habilidades de equipos de trabajo. Una cultura de conocimiento que valore momentos críticos en el contexto de procesos de transformación sobre las interacciones psico-socio-culturales entre actores, más que sobre conductas individuales. Una cultura de conocimiento que “empodere” a las comunidades mismas que se constituyen para lograr mayores grados de autodefinición y auto-organización.

Resaltamos que las formas de hacer referencia a estas problemáticas tienen diversos matices y prioridades que hemos referido en diversas publicaciones (González, Maass 2007; Amozurrutia 2007 y González 1994, 2003). La orientación que damos a la Ciberkultur@ en este apartado responde a su función como estrategia de convergencia disciplinaria y puesta en marcha en comunidades emergentes.

Por ello, la Ciberkultur@ está integrada como una estrategia para la creación y desarrollo de comunidades emergentes de conocimiento local y conocimiento *glocal*, y como una propuesta de convergencia disciplinaria, que integra las teorías de la comunicación, de las cibernéticas de primero y segundo orden, y de la epistemología constructivista, y añade en cada una componentes que las enriquecen y las aproximan.

El término Ciberkultur@ está constituido por tres componentes: “ciber”, que procede de la raíz griega “kyber”, misma que hace referencia al conductor de embarcaciones en mares que enfrentan lo complejo y que está en permanente re-equilibración del ritmo de los recursos de navegación, timón, velas, ritmo de remeros, vientos y remolinos, así como de todo lo implicado en la conformación de saberes espacio-temporales con el propósito de llegar a puerto seguro. Por otro lado, el componente “cultura”, que lo consideramos como un término que se refiere simultáneamente a la actividad permanente de nutrir la vida social con productos en desarrollo y concreción continúa en las prácticas sociales. Pero esta dinámica debe tener necesidades y deseos para transformar desequilibrios propiciados de manera endógena, o perturbaciones del medio, mediante

procesos de re-equilibración menos tensos y más armónicos, en forma creativa. Y de aquí la “@”, el signo que seleccionamos para aludir visualmente a los ciclos de retroalimentación positiva de la cibernética de segundo orden que dan sentido a dichas re-equilibraciones, a nuevos aprendizajes y nuevos mundos posibles. Ciclos de retroalimentación comunes en las concepciones teóricas de la comunicación, la información y el conocimiento referidos.

La cultura de comunicación parte de un concepto de comunicación centrada en dos acciones simultáneas: a) el establecimiento de una correspondencia y mapeo entre las relaciones de los elementos en dos dominios diferentes, y b) la coordinación de las acciones para establecer dichas correspondencias y mapeos entre dos o más dominios. Dichas correspondencias se enriquecen al tomar en cuenta los procesos de estimulación entre los agentes que se comunican, los niveles de conectividad, presencial y a distancia, y la consistencia de las coordinaciones y procesos de sentido. Esta cultura inicia su nutrición al aprender a re-escuchar al otro, a los otros, a saber formular con afecto la crítica constructiva, a partir de una disposición renovada para apreciar las distinciones y las posibles formas de re-integración de lo diferenciado. Se consolida al reconocer que la forma como se coordinan y organizan las acciones e intercambios de significados son el reflejo de la organización de las abstracciones reflexivas derivadas de las coordinaciones cognoscitivas.

La cultura de información parte del concepto de información asentado en la configuración y organización de una acción de significación, como explican Piaget y García (1997). Generar y/o transformar información implica significar y/o re-significar relaciones previas; esto es, conjugar hechos y acciones con significados básicos y/o existentes dentro de un lenguaje, así como ordenarlos, jerarquizarlos y organizarlos en tipos de variables, estructuras de datos (jerárquicas, relacionales o en red) dentro de espacios físicos como tarjetas, bibliotecas virtuales, como bases de datos y sistemas de información. El desarrollo de esta cultura incluye a las disciplinas de la primera y segunda cibernéticas.¹¹ Esta cultura inicia su nutrición al aprender a redactar textos sintéticos y ordenando listas de objetos heterogéneos e ideas interdefinibles en papel y lápiz, organizadas en tarjetas, mapas conceptuales y listas para ser procesadas en sistemas de

¹¹ La cibernética de primer orden condujo al desarrollo de la informática y sistemas de información administrativos triviales, ya como sistemas mono-usuario o distribuidos en red. De la cibernética de segundo orden —entendida como la cibernética de la cibernética (von Foerster, 1996)— se deriva el desarrollo de la inteligencia artificial y más adelante los sistemas expertos, los sistemas inteligentes y los sistemas adaptativos. Estos términos son los que refiere la Sociocibernética en su conceptualización sistémica y desde la perspectiva de la Ciberkultur@, y constituyen una síntesis del ámbito que cubre la cultura de información, así como sus conjugaciones con el conocimiento a través de sistemas de investigación, y la comunicación a través de redes de comunicación.

información. Esta cultura se funde con la cultura de comunicación y conocimiento, en la construcción y comunicabilidad de sistemas de investigación.

La cultura de conocimiento está centrada en la aplicación de la Epistemología genética de Piaget y García, para la comprensión/explicación de los procesos cognoscitivos de los actores en análisis en las comunidades emergentes de conocimiento y de los procesos de los mismos investigadores en las comunidades emergentes de investigación. Toma como elementos centrales la tríada de los mecanismos intra, inter y trans objetuales y/o sistémicos propuesta por García (2000), así como las operaciones epistemológicas que explican los procesos de equilibración y re-equilibración propuestos por Piaget. Esta cultura inicia su nutrición al aprender a reconocer lo que realmente conocemos como relaciones causales, en continuidad con relaciones de implicación y conducentes a las lógico-matemáticas.

Relaciones de relaciones, siempre significadas y valoradas dentro de un marco epistémico, una epistemología que parte de que la construcción de la realidad emerge de la acción a partir de la cual construimos sociedad, implicando un constructivismo no radical, que reconoce una forma de ser externa —con grados de auto-determinación— que se conjuga con una construcción interna que la define, la nombra, la valora, la usa y aplica, y una construcción colectiva que adquiere densidad y peso específico mediante niveles de consenso, valoración y matices de especificidad.

La conjugación de estos tres componentes de la “ciber/cultura/@” nos permite sintetizar el tipo de *conductores de proyectos* que enfrentan lo complejo y necesariamente implican una investigación interdisciplinaria, permanentemente enriquecida por procesos creativos. En el esquema 3 mostramos dos formas que hemos usado para representar esta interacción disciplinar: en la primera, como tres conjuntos intersectados, con siete zonas que distinguen gradientes entre los elementos tradicionalmente considerados en cada disciplina y elementos compartidos entre ellas. Al centro está la conjugación de las tres culturas, la emergencia de una nueva forma de pensar/hacer, de hacer/pensar nuestra cultura, nuestras formas de representar nuestras prácticas. En la segunda representación mostramos el carácter dinámico y múltiple de las conjugaciones disciplinarias como planos que se intersectan, delimitando espacios nuevos, y en la que explicitamos el postulado al que ya nos hemos referido, el que afirma que no hay comunicación si no hay información y conocimiento y sólo puede haber información si hay comunicación y conocimiento; el conocimiento implica necesariamente información y comunicación.

*No hay comunicación sin
información y conocimiento,
ni hay información sin
comunicación y
conocimiento*

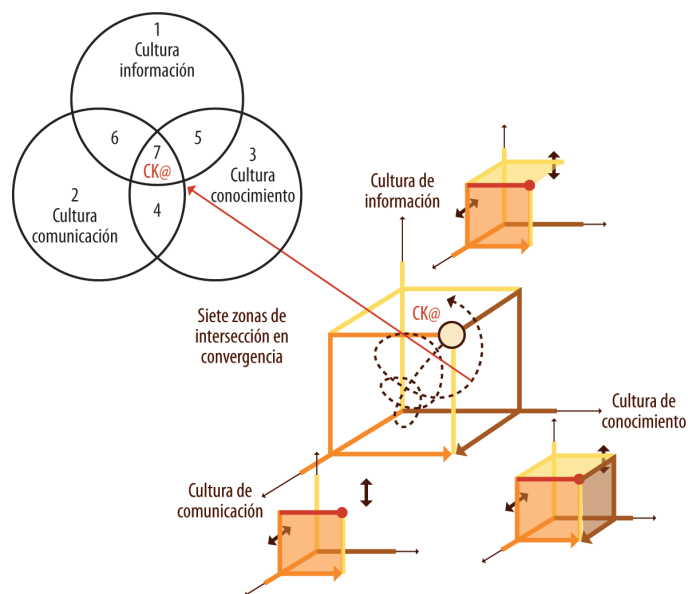


Figura 3. Representación de la conjunción y conjugación de las tres culturas que integran la perspectiva de Cibercultur@ en la investigación interdisciplinaria.

Cibercultur@ y Sociocibernética

La Cibercultur@ mantiene desde sus orígenes en el año 2000 un diálogo permanente con la Sociocibernética, como una forma de contrapunto, de enriquecimiento mutuo y complementario. La Cibercultur@ está íntimamente vinculada a la perspectiva de la Sociocibernética en varios aspectos: ambas toman como punto de partida una epistemología que integra la relación sistema/entorno como una forma de distinción esencial, pero manteniendo su condición de complementarios. Los puntos de intersección que ambas comparten arrancan del concepto de “kybernetes”, que en su etimología se recupera el sentido del conductor, más que controlador, de un sistema. Este concepto metafórico se cristaliza en ambas propuestas, como un lineamiento que promueve la conducción de las investigaciones con flexibilidad metodológica y dentro de un proceso permanente de observación de segundo orden. Ambas parten de una perspectiva epistemológica constructivista con algunas diferencias particulares.

Mientras la Cibercultur@ se sustenta en el constructivismo de Piaget y García (2000) que, desde su Epistemología genética, enfatiza cómo surge el conocimiento a partir de las interacciones entre el sujeto cognoscente y el objeto

cognoscible, la Sociocibernética¹² refiere la construcción del objeto de estudio desde la distinción sistema/entorno, en el que la observación es hecha por un sistema que observa haciendo distinciones sobre la diferencia directriz sistema/entorno, como sistema observado, y dentro de un proceso recursivo (Luhmann, 1998). De la misma forma, ambas perspectivas comparten el pensamiento sistémico y abordan los problemas sociales como totalidades relativas que asumen su forma como sistemas inteligentes, adaptativos y complejos. Dicha dinámica tiene como modelo la concepción actual de organismo vivo que desarrolla propiedades de auto-catálisis, que para la Ciberkultur@ se traduce en una estimulación afectiva en el sistema, en el equipo de trabajo de auto descripción que en el caso de la Ciberkultur@ es mediante una reflexividad potenciada por el uso de la computadora y en el caso de la Sociocibernética es una reflexividad del observador de segundo orden,¹³ y el desarrollo de grados de auto organización y auto determinación, orientados a los actores del problema que se investiga y al mismo grupo de investigación que investiga. Desde luego, ambas perspectivas promueven una perspectiva interdisciplinaria como estrategia para el estudio de los problemas complejos de la sociedad.

La Sociocibernética abre una gama de posibilidades metodológicas que permiten abarcar la complejidad planteada por las ciencias sociales

La Ciberkultur@, elemento integrador de la Epistemología genética. Los sistemas sociales complejos y la investigación interdisciplinaria

Al interrelacionar estas tres áreas de conocimiento o metacategorías mencionadas, dentro de la Ciberkultur@, nos referimos a un proceso de circularidad que puede tomar diversas rutas. La que consideramos como más general y coherente es aquella que parte de una observación crítica de los problemas sociales, en donde se pone atención en las complejidades que enfrenta su comprensión y explicación para incidir en ellos. Esta observación da forma a los problemas a través de la concepción descrita de *sistema complejo*, que por la naturaleza de

¹² Los textos rectores de esta área integradora de conocimiento se han plasmado en diversos autores y compilaciones de libros. Entre los artículos más significativos está *What is Sociocybernetics* de Félix Geyer (2000), *El paradigma sociocibernetico* de Bernd Hornung (2006) y *Cibernética de segundo orden: una introducción histórica* de Bernard Scott (2003).

¹³ Autores de referencia para este tema en la sociocibernética son Heinz von Foerster, entre cuyas publicaciones en español está *Las semillas de la cibernética* (1996), y H. Maturana y F. Varela en *El árbol del conocimiento* (1999).

sus interdefiniciones, heterogeneidades y emergencias, demanda una *investigación interdisciplinaria*. Esta actividad implica la existencia de lenguajes comunes, entre los cuales está la Epistemología genética, pero también implica una estrategia que integre no solo los retos de las aproximaciones sucesivas asociadas a una metodología heurística, sino de los componentes de inteligencia colectiva y afectividad en el proceso de investigación, aspectos que cubre especialmente la propuesta de Ciberkultur@.

Por ello hablamos de la Ciberkultur@ como el elemento que conjuga tres áreas de conocimiento y que asume tres analogías: la que vincula a los sistemas complejos como parte esencial de una cultura de información; la que vincula las características de las interacciones y formas de comunicabilidad en la investigación interdisciplinaria como parte de una cultura de comunicación, y la inclusión esencial de la Epistemología genética como lenguaje común y constitutivo de una cultura de conocimiento.

Comunidades Emergentes de Conocimiento y de Investigación

Como referimos anteriormente, en su vertiente práctica la Ciberkultur@ se orienta a la configuración de Comunidades Emergentes de Conocimiento Local (CECL) y de Investigación Interdisciplinaria (CEII). Las primeras se orientan a resolver problemas prácticos a partir del conocimiento sociocultural y formas de acción local de las comunidades que tienen disposición a estar enriquecidas y reformuladas desde la perspectiva de la Ciberkultur@. Las segundas son comunidades que se orientan a desarrollar de manera más explícita la investigación interdisciplinaria, orientada al cultivo de una inteligencia distribuida, emergente de una interacción no solamente estimulada por las preguntas del qué y cómo conocer los problemas de una comunidad y sus formas de transformación cognoscitiva, sino por el cultivo de las relaciones afectivas pero, inclementes en el rigor y consistencia conceptual, componentes que integramos a la concepción de investigación interdisciplinaria.

En las dos modalidades se opera bajo los procesos de estimulación cognoscitiva, en dinámicas para lograr conectividad cara a cara y virtualmente, a distancia, y siendo consistentes al compartir el sentido de lo que hacen, el objetivo de su trabajo y la forma en que se organizan para producir conocimiento de su localidad. Es una forma de investigación interdisciplinaria muy cercana a la investigación/acción, que se pretende transmitir a dichas comunidades.

Aunque inicialmente el LabComplex propone formas de organización y dinámicas de trabajo basados en los principios de la Ciberkultur@, corresponde a las mismas comunidades establecer su propia dinámica colectiva y estrategias

para cumplir con la meta fijada. Así entonces, la CECL¹⁴ o CEII¹⁵ nace, crece y se fortalece con la participación de los miembros de la comunidad y del LabCOMplex que, poco a poco —y este es el reto mayor en nuestro proyecto— va asumiendo una función menos dependiente, propiciando grados de auto-determinación, para formar parte, finalmente como un nodo más de la red del CEII.

Reflexión final

En este trabajo hemos sintetizado la forma como entendemos y desarrollamos la investigación interdisciplinaria desde las cuatro áreas de conocimiento o meta-categorías que son esenciales en nuestro programa de investigación dentro del CEIICH. Describimos la naturaleza de los cuerpos teóricos que están implicados en estas tres culturas: la Epistemología genética, una aproximación al pensamiento sistémico asociado a los sistemas complejos y un conjunto de atributos sobre la comunicabilidad asociada al desarrollo de estas culturas.

La puesta en marcha en el ejercicio de dichas áreas de conocimiento la hemos recorrido a través de nuestros proyectos de investigación y de manera paralela, al impartir talleres y seminarios en diferentes comunidades académicas y no académicas. Lo que nos impulsa a continuar por este camino —no sin dejar de rectificar y seguir aprendiendo de las mismas comunidades locales y de investigación y de nuestra relación con los investigadores de la Sociocibernética— es aprender a dejar caminando solas a las comunidades con quienes interactuamos y motivamos a corto y mediano plazo. El reto mayor está en encontrar la manera de desarrollar y transmitir Ciberkultur@, como un cultivo que se nutra y florezca de manera más autodeterminante, con grados de dependencia decreciente,

14 Entre los proyectos asociados a las CECL está la comunidad “La otra mina”, en el poblado de Charcas y comunidades aledañas, situadas en el Altiplano Potosino. Se trata de una comunidad de caprinocultores que, al descubrir una forma distinta de organización social, han podido construir conocimiento colectivo y en inteligencia distribuida, así como mejorar sus procesos socio-culturales cotidianos.

15 Entre los proyectos asociados a las CEII, además de haber realizado diplomados y talleres en Ciberkultur@, desarrollamos un Programa Interinstitucional de Doctorado en Ciencias y Humanidades para el Desarrollo Interdisciplinario que, como proyecto del LabComplex diseñado desde 2007 a iniciativa del CEIICH, inició en 2010, como producto de una colaboración con la Universidad Autónoma de Coahuila. En este proyecto pretendemos colaborar en la creación de una masa crítica de especialistas en generación de conocimiento, que opere con estructuras emergentes en forma de red para la investigación interdisciplinaria y esté orientada a la solución de problemas que afectan a la sociedad mexicana y latinoamericana en niveles locales, regionales, nacionales e internacionales. A partir de 2010, el grupo inicial del LabComplex está abriendo nuevos grupos de investigación en varias regiones de Latinoamérica (Brasil, Argentina, Panamá), y de Europa (España, Portugal), así como en todas las zonas del país a través de su actividad académica y estancias posdoctorales.

pero colaborativa, en el marco de una red de comunidades de conocimiento y de investigación.

Estamos convencidos de que la investigación interdisciplinaria se hace necesariamente en grupo y se orienta a configurar el problema como un conjunto de sistemas complejos, sistemas con grados de autodeterminación en las comunidades donde se enmarca la problemática social y dentro de los mismos equipos de investigación. En ambos casos, son sistemas que dependen de la convicción de trabajar afectiva y colaborativamente en red y en torno a problemas comunes. Los lenguajes que permiten establecer vasos comunicantes y reflexiones permanentes entre las disciplinas participantes son los que hemos referido como centrales en el marco de la estrategia de la Ciberkultur@. ■

Referencias

- Almaguer-Kalixto, P. «Ciberkultur@ and action research strategies to deal with complex environmental controversies: a case of waste disposal management.» *10th International Conference in Sociocybernetics*, 19 al 25 de Julio de 2011. Cracovia, Polonia, University of Economics, 2011.
- Amozurrutia, J. A. «Pensamiento sistémico y organización matricial orientados a la construcción de sistemas sociales: retos y herramientas ante la complejidad.» En *Sociocibernética: lineamientos para un paradigma*, de Marcuello (coord.). España: Editorial Institución Fernando el Católico y Universidad de Zaragoza. 2007a.
- . «Ciberkultur@ as an Interdisciplinary Activity in Local Communities. An Information/Communication/Knowledge System Development.» *Journal of Sociocybernetics* 1, 2 (2009). <http://www.unizar.es/sociocybernetics/Journal/JoS7-2-2009.pdf> (Último acceso: enero de 2013).
- . *Complejidad y ciencias sociales. Un Modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria*. México: CEIICH-UNAM, 2011.
- Bertalanffy, Ludwig von. *Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
- Buckley, Walter. *La Sociología y la teoría moderna de los sistemas*. España: Amorrortu editores, 1993.
- García Boutigue, Rolando. *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 2000.
- . *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa, 2006.
- Geyer, F. «What is Sociocybernetics?» (2000). <http://www.unizar.es/sociocybernetics/chen/felix.html>. (Último acceso: enero de 2013).

- Goldmann, L. *Las ciencias humanas y la filosofía*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1977.
- González Casanova, P. *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la Academia a la Política*. Barcelona: Anthropos / Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM, 2004.
- González, J. A. «Más (+) cultura(s)». *Ensayos sobre realidades plurales*. México: Editado por el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1994.
- . «Cultura(s) y Cibercultur@(s)». *IncurSIONES no lineales entre Complejidad y Comunicación*. México: Universidad Iberoamericana, 2003.
- . «Cibercultur@ como estrategia de comunicación compleja desde la periferia.» *II Congreso On-Line del Observatorio para la Cibersociedad*. 2004. http://www.cibersociedad.net/congres2004/index_es.html.
- . «Cibercultur@ y migración intercultural. Cinco trazos para un proyecto en Comunicación.» *Revista Internacional de comunicación audiovisual, publicidad y estudios culturales* (Universidad de Sevilla) 1, 4 (2006).
- . «Digitalizados por decreto. Cibercultur@: inclusão forçada na América Latina.» *Matrizes* (Universidade de São Paulo) 2, 1 (2008a): 113-138.
- . «Pantallas vemos, sociedades no sabemos. Barruntos sobre temporalidades progresivamente apantalladas y Cibercultur@. Comunicar.» *Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación* XV, 30 (2008b).
- . *De la cultura a la cibercultur@*. La Plata: EDULP, 2008c.
- , Amozurrutia J., y M. Maass. *Cibercultur@ e iniciación en la investigación*. México: CONACULTA / UNAM / Instituto Mexiquense de Cultura. (Colección Intersecciones), 2007.
- Hornung, B. «El paradigma sociocibernético. Conceptos para la investigación de sistemas sociales complejos.» En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*, de Marcuello Servós CH. (comp.). Zaragoza, España: Institución Fernando el Católico, 2006.
- Luhmann, N. *Sistemas sociales (lineamientos para una teoría general)*. México: Anthropos / Universidad Iberoamericana / ITESO, 1998.
- . *Introducción a la Teoría de Sistemas*. México: Lecciones publicadas por Javier Torres Nafarrate, Universidad Iberoamericana (Colección Teoría Social No. 1), 2002.
- Maass, Margarita. «La epistemología genética, la interdisciplina y los sistemas complejos de Piaget y García como fundamento para la creación de Comunidades Emergentes de Conocimiento Local.» En *Memorias del vigésimo encuentro nacional AMIC*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008.
- Maass, M., J. A. Amozurrutia, P. Almaguer, L. González, y M. Meza. *Sociocibernética, Cibercultur@ y sociedad*. México: CEIICH-UNAM, 2012.

- Maturana, Humberto, y Francisco Varela. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Barcelona: Debate, 1999.
- Pasquali, Antonio. *Comprender la Comunicación*. Caracas: Monte Ávila, 1979.
- . *Comunicación y Cultura de Masas*. Caracas: Monte Ávila, 1980.
- Piaget, J. *Adaptación vital y psicología de la inteligencia*. México: Siglo XXI, 1978.
- . *Biología y conocimiento*. México: Siglo XXI, 2004.
- y R. García. *Hacia una lógica de significaciones*. España: Gedisa, 1997.
- y R. García. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI editores, 1997.
- Romano, Vicente. «Ecología de la comunicación.» (2004). <http://laberinto.uma.es/Lab5 /Lab5Art5Romano.htm>.
- . *El tiempo y el espacio en la comunicación*. Navarra: Gráficas Lizarra, 1998.
- Scott, B. «Cibernética de segundo orden: una introducción histórica.» En *Socio-cibernética, lineamientos de un paradigma*, de Marcuello Servós CH (comp.). Zaragoza, España: Institución Fernando el Católico, 2003.
- Von Foerster, H. *Las semillas de la cibernética. Obras escogidas*. España: Gedisa, 1996.
- Wiener, Norbert. *Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas (Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine)*. New York: J. Wiley, 1948.

Elena Álvarez-Buylla* y Alejandro Frank Hoeflich*

El Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM: Piedra de Roseta para la ciencia en México

Resumen | El presente artículo explica el surgimiento del enfoque de la complejidad ante las carencias de la ciencia reduccionista, no obstante sus notables éxitos en el conocimiento de la materia y en el desarrollo tecnológico derivado del mismo. Se expone el fenómeno de la *emergencia* a partir del reconocimiento de niveles jerárquicos de organización dentro de la ciencia y se describen los sistemas complejos, destacando que las interacciones de las partes que los componen implican comportamientos que generan información adicional, usualmente oculta al observador. Por otro lado, se discuten las barreras para acceder a la *transdisciplina*, resaltando la dificultad de comunicación entre las especialidades debida a la existencia de lenguajes, métodos e ideas diferentes. Respecto a la posibilidad de explorar mejores formas de comunicación entre especialistas para incidir en la solución de problemas complejos se expone el origen y las perspectivas del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM.

The Complexity Sciences Center at UNAM, Rosetta Stone for Science in Mexico

Abstract | This paper attempts to chronicle the development of approaches linked to complexity, designed to overcome the shortcomings of reductionist science, without demeriting its unquestionable successes in the investigation of matter and the technological developments derived thereof. We outline the phenomenon of emergence, and the recognition of hierarchical levels of organization within science, and we describe complex systems, highlighting the fact that interactions between parts of these systems involve behaviors that generate additional information, that can be hidden from the observer. On the other hand, we discuss the obstacles to achieving transdisciplinarity, stressing the difficulty of communication between disciplines, due to the existence of different languages, methods and conceptions. Concerning the possibility of exploring better ways and means of communication among specialists as a contribution towards the solution of complex problems, we recount the origins and prospects of the Center for Complex Science (known as C3, according to its Spanish initials) at the Mexico National Autonomous University (UNAM).

* Integrantes del Consejo Directivo del Centro de Ciencias de la Complejidad–UNAM.
Correos electrónicos: eabullya@gmail.com y frank@nucleares.unam.mx

Palabras clave | ciencia reduccionista – complejidad – emergencia – ciencia integrativa – sistemas complejos

Keywords | reductionist science – complexity – emergency – integrative science – complex systems

EN LA CIENCIA han convivido enfoques separados para entender los fenómenos de la naturaleza viva y la inanimada. Por muchos años la ciencia de frontera más respetada era aquella que, fundamentalmente, se derivaba de enfoques reduccionistas, en los que el análisis cuidadoso, teórico y experimental de componentes aislados de los sistemas bajo estudio se llevaba a cabo con mucho detalle, bajo la premisa de que los hallazgos hechos en los componentes aislados, o en interacción con algunos pocos componentes adicionales, podría extrapolarse para entender el comportamiento de los sistemas integrados.

Tal vez el primer enfoque moderno que hacía explícitas las carencias de esta metodología fue el de los economistas, que se percataron de que el comportamiento en los mercados parecía producirse espontáneamente a partir de la acción de muchos factores, pero no como resultado de un plan predeterminado. (Ferguson 1767; Colander 2000). En particular F. Hayek (1978), economista y filósofo, fue pionero del enfoque complejo que influyó sobre muchos otros personajes, como G. Bateson (1995) e Ilya Prigogine (1997). Este último jugó un papel de gran importancia para que, en particular, los físicos empezaran a prestar atención a un nuevo paradigma.

El 4 de agosto de 1972, Philip W. Anderson, publicó en la revista *Science* un artículo que habría de tener una gran repercusión en los círculos académicos, en cuanto a la visión que a partir de entonces tendrían los científicos sobre la naturaleza (1972). Hasta ese momento seguía prevaleciendo en el mundo la filosofía reduccionista de la ciencia; es decir, la idea de que un pequeño número de fuerzas fundamentales en el universo son responsables del comportamiento de la materia, tanto inanimada como viva, y que la ciencia en su conjunto podría entonces dividirse en aquella dedicada a desentrañar los detalles de las mismas (la ciencia *fundamental*) y aquella que *solamente* tendría que buscar la manera de utilizar estas leyes para explicarlo todo.

El artículo, cuyo título es *More is Different*, o *Más es Diferente*, contiene una argumentación detallada de cómo este paradigma resulta falaz e insuficiente: la capacidad para reducir los fenómenos a sus componentes y leyes más simples no implica que pueda llevarse a cabo el proceso inverso, es decir, la posibilidad de deducir a partir de estas leyes el comportamiento del universo. No es posible, por ejemplo, explicar el comportamiento de un cristal a partir de la física de las partículas elementales, ni el de la biología molecular a partir de la química,

ni, siguiendo este razonamiento, el desarrollo y formación de patrones celulares en los seres vivos a partir del comportamiento de genes o células aisladas. Incluso, tampoco es posible entender el comportamiento de toda una sociedad a partir de la psicología, que a su vez no es explicable a partir de la fisiología del cerebro. De este modo Anderson definió el fenómeno de la *emergencia*, o la existencia de niveles jerárquicos en la ciencia, cada uno de los cuales requiere de sus propios principios fundamentales, independientes de los niveles anteriores. Para poder entender la complejidad creciente, se requiere escalar hacia jerarquías superiores, donde resulta necesario plantearse la pregunta básica de cómo es posible unir las partes de un nivel o jerarquía dentro del nivel inmediatamente superior para entender los nuevos comportamientos que pueden resultar (o *emerger*). La arrogante frase atribuida a Paul Dirac, descubridor del positrón, “lo demás es química”, ha quedado atrás, pero aún hoy hay quienes parecen creer que se puede reducir al organismo humano y su comportamiento a la química o a la genética.

Los descubrimientos recientes de la epigenética empiezan a desentrañar de manera más detallada el complejo entrelazamiento y la retroalimentación dinámica entre genética y medio ambiente (McCarthy 2013). Ilya Prigogine y Philip W. Anderson, quienes recibieron sendos Premios Nobel de Física por su trabajo, son considerados como dos de los pioneros de lo que hoy llamamos las *Ciencias de la Complejidad*.

Uno de los retos de las ciencias contemporáneas surge justamente de la biología. Siguiendo el enfoque reduccionista, se pensó que el contar con las secuencias de los genomas completos permitiría entender cómo se “ensamblan” los seres vivos a partir de sus componentes fundamentales: los genes. Sin embargo, esto no ha sido posible. Ahora contamos con una gran cantidad de información sobre genes, proteínas, metabolitos, etc. Pero no somos capaces de comprender o de predecir, por ejemplo, cómo y por qué emerge o surge una enfermedad. Mucho menos aún somos capaces de entender a cabalidad cómo emergen los patrones vivos a nivel de los tejidos, los órganos o los seres vivos completos.

El Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM es un proyecto que busca una manera diferente de hacer ciencia, donde se promueva la investigación a distintos niveles de organización, desde lo micro hasta lo macro, y con la integración de muy diversas disciplinas y del uso de herramientas formales y computacionales de los sistemas complejos

Entre los teóricos de las ciencias de la complejidad destaca Stuart Kauffman (1993;1995), quien ya en la década de 1960 propuso que la diferenciación celular se podría estudiar formalmente como un fenómeno emergente de las interacciones no lineales y de la acción concertada de un conjunto de genes. En lugar de encontrar la acción de un solo gene para cada tipo o comportamiento celular, Kauffman predijo que las configuraciones estacionarias a las que llega una red de interacciones genéticas, en donde algunos genes permanecen encendidos de manera estable y otros están inactivos, corresponden a las combinaciones de actividad genética que caracterizan a cada tipo celular. Esta predicción se ha podido comprobar experimentalmente en diversos sistemas biológicos. En investigaciones que fueron pioneras en impulsar la iniciativa del C3 y que ahora se siguen desarrollando, se ha demostrado, por ejemplo, que los tipos celulares primordiales que caracterizan a todas las flores y que eventualmente dan lugar a sus órganos típicos —sépalos, pétalos, estambres y carpelos— se establecen como resultado de las interacciones de un conjunto de genes que se expresan durante los estados tempranos del desarrollo floral (Espinosa-Soto, Padilla-Longoria y Álvarez-Buylla 2004). Este sistema resulta paradigmático en estudios de sistemas complejos y ha inspirado otros en sistemas animales, en hongos, e inclusive en procesos celulares en el ser humano.

El término “complejidad” intenta reflejar el comportamiento de sistemas en los que inciden numerosas variables. Un sistema complejo está compuesto generalmente por partes interconectadas o entrelazadas, cuyas interacciones implican comportamientos que generan información adicional, usualmente oculta al observador. Como resultado de las interacciones entre sus elementos, surgen propiedades nuevas (denominadas emergentes) que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. De nuevo, y para citar un ejemplo concreto, en el caso de los tipos celulares que dan lugar a los órganos de la flor se requiere entender cómo se establecen estos tipos celulares y cómo se mantienen de manera robusta, no sólo durante el desarrollo de una flor dada, sino incluso durante la diferenciación de los órganos florales que ocurre en las plantas bajo cualquier condición ambiental. En este caso, la emergencia robusta de los cuatro tipos celulares y no de otros, es un comportamiento emergente de la interacción de los genes.

A otro nivel de organización, un sistema ecológico, por ejemplo, es también un sistema complejo con propiedades emergentes, impredecibles a partir de sus componentes que son las distintas especies, o los elementos del ambiente. Además, si una de sus partes se altera ligeramente, el sistema en su totalidad puede sufrir cambios muy grandes y reaccionar de modo impredecible. Este cambio, si se da, depende de las interacciones de los componentes afectados y la topología de la totalidad de la red ecológica bajo estudio.

Para ser capaz de abordar problemáticas concretas, el estudio de los sistemas complejos requiere entonces de una ciencia integrativa, que logre trascender las barreras disciplinarias. Pero también se requiere de la ciencia reduccionista que es instrumental para generar datos de los componentes y sus interacciones. Por ello el análisis de los sistemas complejos necesita tanto de una ciencia que involucre procesos integrados, con enfoques dinámicos y sistémicos, como de un enfoque que permita recabar datos e información sobre los componentes aislados. Esto implica, además, que deben concurrir múltiples disciplinas y que la ciencia integrativa necesaria en el estudio de sistemas complejos debe romper con la atomización, la rigidez y aislamiento disciplinarios, que además dificultan la transferencia de conocimientos, imprescindible en una ciencia integrativa. Las grandes problemáticas y sus soluciones requieren de una ciencia con enfoques de sistemas complejos y herramientas para llevar a cabo análisis globales dinámicos. Este tipo de ciencia también debe ser la base para enfoques propositivos e innovadores, pero también para una ciencia profunda y preventiva, tan necesaria como urgente en salud, ambiente, y aspectos relevantes para la organización social y económica.

En la mayoría de las universidades y centros de investigación en el mundo aún prevalece, sin embargo, un modelo “disciplinario” y reduccionista; es decir, la fragmentación del conocimiento en áreas cada vez más especializadas sobre componentes cada vez más pequeños o fundamentales, y en general aislados de sus contextos e interacciones. Este enfoque, sin duda, ha tenido un notable éxito que nos ha llevado, por ejemplo, a develar la estructura de la materia en sus componentes más fundamentales y al desarrollo de modernas tecnologías que hacen uso de estos conocimientos.

Este enfoque y tendencia a la atomización han empezado a chocar con sus propios límites debido, en parte, a su propio éxito. Al extender de manera espectacular el conocimiento, ha empezado a cobrar conciencia de que los avances, en muchos campos, conducen indefectiblemente a una complejidad que la especialización no puede resolver sola. Por ello, es importante ensayar mecanismos que permitan los enfoques integrados de varias ramas de la ciencia relevantes para un problema dado, favoreciendo la emergencia de nuevos conceptos, herramientas y visiones que nos permitan acceder a niveles de complejidad más altos. En cierto sentido, se requiere una Piedra Roseta para la ciencia.

La piedra Roseta es un fragmento de estela egipcia con un manifiesto, grabado en la piedra, que proporcionó la clave para descifrar los jeroglíficos egipcios. El texto registra un decreto que fue expedido en Menfis, capital del viejo imperio, en el año 196 antes de Cristo. Se trata de tres versiones del mismo texto que utilizan diferentes símbolos: jeroglíficos egipcios, escritura demótica egipcia y griego antiguo. El monolito, descubierto en 1799 y actualmente en el

Museo Británico, se ha convertido en símbolo universal de comunicación entre culturas y pueblos.¹ Más de dos milenios después de grabado ese texto, nos hemos encontrado con un serio problema de comunicación entre las diferentes disciplinas del conocimiento. Como mencionábamos antes, cada una de ellas ha desarrollado sus propios códigos, procedimientos y lenguajes, haciendo muy difícil el diálogo productivo. Al mismo tiempo, los científicos se han hecho conscientes de las limitaciones que implica intentar resolver problemas asociados a nuestro intrincado mundo actual, a partir de enfoques disciplinarios; es decir, a través de la visión de una sola ciencia o disciplina, ya que la mayoría de los problemas que enfrentamos hoy en día son de naturaleza compleja. El cambio climático, las enfermedades infecciosas como el paludismo, las causas del cáncer y otros retos de salud pública, el acceso y conservación de las fuentes de agua, la energía, el urbanismo, la educación, la criminalidad, los problemas ambientales y, en general, las problemáticas que enfrenta la sociedad actual requieren para su solución de este nuevo paradigma. Esta situación no se refiere solamente a las diferentes disciplinas de las ciencias básicas, sino también a las ingenierías y a la tecnología, así como a las ciencias sociales y a la vinculación con el sector público y el sector productivo.

Con el propósito de buscar incidir de manera más relevante en la solución de los problemas complejos que enfrenta nuestro país, un grupo de investigadores de diversos institutos y facultades de la UNAM tuvo la iniciativa de crear el C3, que se inauguró oficialmente a fines de 2008 en la Torre de Ingeniería, moderno espacio situado en el corazón de Ciudad Universitaria de la UNAM. En él se ha buscado poner en práctica estas nuevas maneras de entender la ciencia, que comprende la interacción de los sistemas sociales y económicos con los fenómenos naturales, es decir, aquéllos que son tema de estudio de la física, la biología, la química y, en general, las ciencias naturales. El grupo de investigadores que inició el proyecto C3 estuvo originalmente integrado por físicos, matemáticos, biólogos y científicos de la computación, pero hoy en día participan otros especialistas, como ingenieros, médicos, veterinarios, tecnólogos, sociólogos y filósofos, que exploran las mejores formas de comunicarse entre sí dentro de este universo en el que cada quién habla su propio “idioma”.

En sus primeros cuatro años, el C3 ha logrado conformar una red de más de 300 investigadores y estudiantes de facultades, centros e institutos de la UNAM, así como de instituciones públicas y universidades de México y de otros países. Se pretende desarrollar así soluciones “tecnológicas” que, para alcanzar un mayor potencial, sean respaldadas por una ciencia básica de alto nivel. En el C3 se

1 Ver: http://es.wikipedia.org/wiki/Piedra_de_Roseta

han organizado diversos grupos que investigan desde aspectos muy fundamentales —como la estructura de redes de regulación genética que al alterarse de diversas maneras dan lugar a crecimientos cancerosos— hasta desarrollos tecnológicos que ya están siendo usados en el análisis y búsqueda de soluciones a problemáticas muy concretas, como el sistema en línea de monitoreo de enfermedades respiratorias *REPORTA*² y el sistema de auto-organización de semáforos y sistemas de transporte público.³

En estos problemas la ingeniería computacional juega un papel fundamental, dado que se buscan soluciones que involucren sistemas de predicción y toma de decisiones en problemas con un importante impacto social, como es el caso de las enfermedades emergentes (como la influenza A/H1N1), los efectos del cambio climático y el potencial para responder a él de las distintas variedades de maíz nativo de México, los análisis y escenarios de riesgo por la introducción de maíz transgénico, la prevención y/o expansión del enfermedades complejas como la diabetes y el cáncer y el estudio de métodos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades asociadas con la vejez.

La convocatoria y las actividades del C3 hasta ahora han sido muy exitosas, por lo que se llegó a la conclusión de que es necesario contar con una adscripción formal en la estructura académico-administrativa de la UNAM, con un apoyo institucional para desarrollar plenamente sus planes, y con un espacio propio y adecuado para llevar a cabo sus funciones de manera eficaz. Lo ideal, se pensó, era que este espacio se ubicara en Ciudad Universitaria, en donde se encuentra la mayor concentración de investigadores, estudiantes y técnicos del país, que podrán participar activamente en esta iniciativa. Esto sin excluir la participación de personal académico de otros espacios universitarios de la UNAM y de otras Instituciones de investigación de México y del extranjero.

El grupo de científicos especialistas en el desarrollo y aplicación de los conceptos y herramientas de los sistemas complejos plantea también al C3 como una vía para establecer un intercambio profundo de conocimientos, conceptos y metodologías indispensables en la ciencia de frontera de los sistemas complejos.

Los problemas se plantean más allá de las vinculaciones entre diferentes ramas de la ciencia, sino que abarcan sectores completos, como por ejemplo la necesidad de dialogar provechosamente entre los científicos y los gobiernos

2 reporta@c3.org.mx

3 <http://turing.iimas.unam.mx/~cgg/>

El C3 ha conformado hasta ahora cinco programas de investigación para desarrollar proyectos concretos con el enfoque de los Sistemas Complejos. Estos corresponden a las áreas generales de 1) Salud, 2) Biología Celular, 3) Ecología y Ciencias Ambientales, 4) Inteligencia Artificial, y 5) Ciencias Sociales. En estos programas se realizan y se han concretado ya contribuciones científicas básicas importantes. También se están enfilando algunos proyectos a contribuir al entendimiento y a la eventual solución o prevención de algunas problemáticas nacionales que requieren atención urgente.

Algunos temas específicos de investigación básica y aplicada, que están siendo ya desarrollados en el C3 desde el enfoque de las ciencias de la complejidad, son los siguientes: enfermedades emergentes (p. ej. el mal de Chagas y la

El planteamiento interdisciplinario implica un cambio bastante radical de la cultura de la investigación científica, que no se alcanzará de manera extensa en el corto plazo

influenza), factores causales, emergencia y posible prevención de enfermedades complejas como la diabetes tipo II y el cáncer, causas y prevención de conflictos socio-ambientales (por ejemplo, problemáticas relacionadas con el agua y los tóxicos ambientales), redes complejas y tecnologías inteligentes. Así mismo, se participa en un proyecto internacional con cinco países, financiado por una Iniciativa Marie Curie de la Comunidad Europea, para el estudio de métodos y tecnologías

relevantes en el campo del envejecimiento. Todos estos problemas implican retos científicos básicos y también aplicados a distintos niveles de organización y en donde la frontera entre las distintas ciencias se vuelve tenue y la interacción entre factores que dan lugar a lo complejo adquiere un papel primordial.

A diferencia de los centros de investigación tradicionales, el C3 no pretende conformar una plantilla permanente sino basar en forma preponderante sus actividades en la labor de investigadores de diferentes entidades académicas de investigación, buscando así mantener la flexibilidad y promover una gran capacidad de adaptación. En su papel generador de nuevos científicos entrenados dentro de esta filosofía, planea contar con un número significativo de puestos posdoctorales y con la posibilidad de invitar por períodos relativamente largos a investigadores visitantes del país y del extranjero. El C3 buscará también establecer nuevos mecanismos para garantizar su dinamismo, de modo que un amplio grupo de científicos de muy diversas áreas puedan confluir en él con objetivos y proyectos comunes. El Centro buscará convertirse en un espacio de encuentro, proporcionando acceso a herramientas y plataformas tecnológicas para llevar a cabo análisis formales, computacionales y de

simulación de escenarios cuantitativos, de visualización y de sistemas de información geográfica. Esta plataforma deberá poder ser utilizada por otros investigadores de la UNAM, participen o no de manera activa en los proyectos impulsados desde el C3.

En síntesis, el C3 plantea tender puentes entre las ciencias exactas, las naturales, sociales y humanísticas; entre teoría, experimento y simulaciones en computadora; así como entre la investigación básica y la aplicada, con el fin de impulsar al desarrollo de prototipos, métodos y tecnologías en muy diversos campos.

En 2013 se inició el proyecto de construcción de las instalaciones para el C3, para lo cual se abrió un concurso entre diversos arquitectos. El edificio estará ubicado en las inmediaciones del Museo Universum en la zona cultural de la UNAM, en un espacio privilegiado y favorecido por su localización y excelentes comunicaciones desde el interior y exterior de la UNAM.

Dados sus objetivos, el diseño del C3 es crucial para lograr impulsar la comunicación, la interacción y el trabajo en grupo. Parte importante de la filosofía detrás de esta iniciativa es la de promover la austeridad y la sustentabilidad, así como la de aprovechar al máximo la infraestructura y equipo disponibles en los otros centros e institutos de la UNAM y de otras instituciones de México, y sobre todo, la capacidad técnica y académica instalada en la UNAM, en otras instituciones de investigación del País, y también del extranjero.

Confiamos en que el C3 se convertirá en un sitio de gran importancia dentro de la UNAM y en el País, donde confluyan las diversas disciplinas y ciencias. Buscaremos optimizar los mecanismos para lograr realizar esta interacción. A pesar de su juventud, los logros del Centro de Ciencias de la Complejidad empiezan a hacerse patentes. Cada vez un mayor número de investigadores y estudiantes se integran a él y la red de colaboraciones se encuentra en pleno crecimiento. El espacio está abierto a la participación de todos.

La interdisciplinariedad se propone erigirse en una especie de Piedra de Roseta capaz de hacer comprensibles las múltiples voces que se oyen en la investigación, mismas que han hecho que el término "babelización" ya se use en varios idiomas.

La visión del C3 es que emerja en los próximos años un espacio de investigación que contribuya al desarrollo de una ciencia y tecnología vigorosas y comprometidas con la sustentabilidad y la justicia social. ■

Referencias

- Anderson, P.W. «More is different.» *Science* 177 (1972): 393-396.
- Bateson, Gregory. «Cybernetics and the Social/Behavioral Sciences.» *Cybernetics & Human Knowing* 3, 1 (1995): 27-45.

- Colander, D. *The Complexity vision and the teaching of economics*. Cheltenham Northampton: Edward Elgar, 2000.
- Espinosa-Soto, Carlos, Pablo Padilla-Longoria y Elena R. Alvarez-Buylla. «A gene regulatory network model for cell-fate determination during *Arabidopsis thaliana* flower development that is robust and recovers experimental gene expression profiles.» *Plant Cell* 16 (2004): 2923-2939.
- Ferguson, Adam. «An essay on the history of civil society.» En *Section II* 205. London: A. Millar and T. Cadell; A. Kincaid and J. Bell, 1767.
- Hayek, Friedrich von. «The Results of Human Action but Not of Human Design, in *New Studies in Philosophy, Politics, Economics*.» 96-105. Chicago: University of Chicago Press, 1978.
- . *The Sensory Order: An Inquiry into the Foundations of Theoretical Psychology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1952.
- Kauffman, Stuart. *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. New York: Oxford University Press, 1995.
- . *Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press, Technical monograph, 1993.
- McCarthy, Nicola. «Epigenetics: The long view.» *Nature Reviews Cancer* 13, 76 (February 2013).
- Prigogine, I. *The End of Certainty*. New York: The Free Press, 1997.

Lecturas recomendadas

El seminario “La Pluridisciplinariedad y la Interdisciplinariedad en las Universidades”, celebrado en Niza, Francia, en 1970, promovió un diálogo internacional sobre la importancia de que las instituciones de educación superior impulsaran procesos de integración del conocimiento en la enseñanza y la investigación para dar respuesta a los nuevos desafíos de la sociedad. Esta reunión (que congregó principalmente a expertos de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, al ser patrocinada por el Centro para la Investigación e Innovación Educativa) estimuló la reflexión sobre este tema y, junto con diversas obras que datan de esa época, contribuyó a clarificar conceptualmente las diferentes formas en que confluyen las disciplinas para ampliar la comprensión de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad o estudiar problemas complejos. Los trabajos presentados en el Seminario se compilaron en un libro que no pierde vigencia. También la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) impulsó el estudio de la investigación interdisciplinaria, lo cual se refleja en la publicación de textos que también pueden considerarse clásicos.

Apostel, Leo, Guy Berger, Asa Briggs, y Guy Michaud. *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*. Traducido por Francisco J. González Ortiz. México: ANUIES, 1979.

Palmade, Guy. *Interdisciplinariedad e ideologías*. Traducido por Ma. Teresa Palacios. Madrid: Narcea, 1979.

Piaget, Jean. «La epistemología de las relaciones interdisciplinarias.» En *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*, de Leo Apostel *et al.*, traducido por Francisco J. González Ortiz, 153-171. México: ANUIES, 1979.

Smirnov, Stanislav Nikolaevitch. «La aproximación interdisciplinaria en la ciencia de hoy. Fundamentos ontológicos y epistemológicos formas y funciones.» En *Interdisciplinariedad y ciencias humanas*, de L. Apostel *et al.*, 53-70. Madrid: Tecnos/UNESCO, 1983.

Issues in Integrative Studies, publicación de la Association for Interdisciplinary Studies ha congregado desde su primer número en 1982 a expertos en la teoría y práctica de la enseñanza y la investigación interdisciplinaria. Si bien la AIS es una entidad internacional, proyecta en gran medida una visión de la interdisciplinariedad en Norteamérica, principalmente de Estados Unidos, donde está su sede. Esta visión se configura además con publicaciones de otros expertos de universidades estadounidenses y canadienses también de reconocido prestigio. Destacan la obra de Julie Klein, que incluye un estudio exhaustivo sobre este tema desde diversos contextos y campos del conocimiento desde una perspectiva histórica, así como la visión actual de la investigación, la educación y la gestión de la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad que presenta *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, editado por Robert Frodeman, Julie Thompson Klein y Carl Mitcham, y que reúne a expertos principalmente de América del Norte y Europa. Por su actualidad, se presenta en este número la reseña de esta obra colectiva.

- Klein, Julie Thompson. «Interdisciplinarity: history, theory, and practice.» 19-39. Detroit: Wayne State University, 1990.
- . *Interdisciplinariedad y complejidad: una relación en evolución*. México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (Colección Conceptos), 2005.
- Krohn, Wolfgang. «Interdisciplinary Cases and Disciplinary Knowledge.» En *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, editado por Robert Frodeman, Julie Thompson Klein y Carl Mitcham. Nueva York: Oxford University Press, 2010.
- Larivière, Vincent e Yves Gingras. «On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact.» *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 61, n° 1 (2010): 126-131.
- Newell, William H. «A theory of interdisciplinary studies.» *Issues in Integrative Studies*, n° 19 (2001): 1-25.
- O'Donnell, Angela M., y Sharon J. Derry. «Cognitive processes in interdisciplinary groups: problems and possibilities.» En *Interdisciplinary collaboration: an emerging cognitive science*, editado por Sharon J. Derry, Christian D. Schunn y Morton Ann Gernsbacher, 51-82. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2005.
- Palmer, Carole. «The context of interdisciplinary science.» En *Work at the boundaries of science: information and the interdisciplinary research process*, 1-28. Dordrecht: Kluwer, 2001.
- Repko, Allen F. *Interdisciplinary research: process and theory*. Thousand Oaks, Calif: SAGE Publications, 2012.

Mención aparte entre la literatura estadounidense merece el reporte de la Academia Nacional de Ciencia, la Academia Nacional de Ingeniería y el Instituto de Medicina de los Estados Unidos, en el que se examinan ejemplos recientes de investigación interdisciplinaria y se proponen estrategias para promoverla ante la necesidad de abordar problemas complejos, buscando superar los obstáculos institucionales asociados con el modelo que privilegia el trabajo disciplinario.

National Academy of Science; National Academy of Engineering; Institute of Medicine. *Facilitating interdisciplinary research*. Edited by Deborah D. Stine. Washington: National Academies, 2004.

En el comité científico de esta obra, dirigida por Deborah D. Stine, participaron Gerald Holton, Patrick Suppes y Mario Molina, entre otros prestigiados científicos y filósofos de la ciencia

*

En Europa existen contribuciones notables al proceso de integración del conocimiento. Edgar Morin ha aportado principios importantes del pensamiento de la complejidad, los cuales se corresponden con la operación de conjunción que es contraria a la operación de disyunción propia del pensamiento simplificante. En su obra, la propuesta de comprender y explicar la realidad desde las más diversas áreas del conocimiento se aborda desde el enfoque de la transdisciplina. En vez del concepto de interdisciplina, Mattei Dogan y Roberto Pahre prefirieron emplear el término hibridación para describir el proceso de integración de disciplinas, pues consideraron apropiada la analogía de la recombinación genética de la biología molecular (en la que un segmento de ADN se une a otra molécula de ADN diferente) con la recombinación de fragmentos de ciencias o de secciones especializadas en dominios híbridos. Al respecto, estos autores señalan que “cuando se emprenden investigaciones relativas a varias disciplinas, lo que se hace es combinar segmentos de disciplinas y de especialidades, no disciplinas completas”. Los investigadores del Centro para el Estudio de las Ciencias y las Humanidades de la Universidad de Bergen, Noruega, analizan el papel de la ciencia en la implementación de políticas, lo que se traduce en la idea de que la calidad científica depende del diálogo abierto entre expertos, que incluye a todas las personas interesadas en participar en la resolución de problemas sociales. El concepto de diálogo participativo desarrollado por Silvio Funtowicz y Roger Strand con base fundamentalmente en la regulación de asuntos medioambientales guarda cierta proximidad con el enfoque de Aprendizaje Interactivo y Acción propuesto en Países Bajos por Joske Bunders y Jacqueline Broerse del

Instituto Athena en el sentido de que se centra en el desarrollo de métodos para lograr un diálogo entre ciencia y sociedad, en este caso primordialmente en el campo de la salud y las ciencias de la vida. Autores del Reino Unido muestran cómo se están reconfigurando las fronteras entre las ciencias sociales y naturales. Barry y Born, por ejemplo, exploran además el papel de la interdisciplinariedad en las relaciones entre ciencia y sociedad, y en la posibilidad de fomentar la innovación. Por su parte Dominic Holland examina la dificultad de integrar el conocimiento de las ciencias sociales. Su trabajo, imbuido del “realismo crítico” desarrollado por el filósofo Roy Bhaskar y abordado desde la filosofía y la sociología de la ciencia muestra que la dificultad de integración científica es tanto un problema de conocimiento como un problema de producción de conocimiento. También existen importantes aportaciones a los estudios sobre la interdisciplinariedad desde perspectivas bibliométricas en universidades europeas, las cuales se concentran, sin embargo, en revistas angloamericanas.

Barry, Andrew, y Georgina Born. *Interdisciplinarity: reconfigurations of the social and natural sciences*. Abingdon, Oxon, New York: Routledge, 2013.

Bunders, J. F. G., y B. J. Regeer. *Knowledge co-creation: Interaction between science and society: a transdisciplinary approach to complex society issues*. Den Haag: RMNO, 2009.

Dogan, Mattei, y Roberto Pahre. *Las nuevas ciencias sociales. La marginalidad creadora*. Traducido por Argelia Castillo C. México: Grijalbo, 1993.

Funtowicz, Silvio, y Strand Roger. «De la demostración experta al diálogo participativo.» *Revista CTS* 3, 8 (abril 2007): 97-113.

Holland, Dominic. *Integrating knowledge through interdisciplinary research: problems of theory and practice*. New York: Routledge, 2013.

Huutoniemi, Katri, et al. «Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators.» *Research Policy* 39 (2010): 79-88.

Morillo, Fernanda, María Bordons e Isabel Gómez. «Interdisciplinarity in science: a tentative typology of disciplines and research areas.» *Journal of the American Society for Information, Science and Technology* 54, 13 (2003): 1237-1249.

Morin, Edgar. «Articular los saberes». En *¿Qué saberes enseñar en las escuelas?* Traducido por Geneviève de Mahieu con la colaboración de Maura Ooms. Buenos Aires: Ediciones Universidad del Salvador, 2007.

Rommetveit, Kjetil, Silvio Funtowicz, y Roger Strand. «Knowledge, democracy and action in response to climate change.» En *La interdisciplinariedad y el cambio climático: la transformación del conocimiento y la práctica de nuestro futuro global*, editado por R. Bhaskar, C., Frank, KG Høyer, P., Naess y J. Parker. London: Routledge, 2010.

*

En el ámbito latinoamericano destaca la obra de Rolando García quien enriqueció de manera notable los estudios seminales de Jean Piaget sobre la epistemología genética y los fundamentos epistemológicos de la interdisciplina. Este autor concibió la investigación interdisciplinaria como metodología para estudiar sistemas complejos, en tanto que totalidades organizadas. Por su parte, Pablo González Casanova dio gran relieve a los descubrimientos de las ciencias de la materia y de la vida para el estudio de la sociedad, proponiendo el acercamiento a las ciencias de la complejidad. Para este autor es fundamental el análisis histórico y concreto en la construcción de alternativas desde el pensamiento crítico. Su propuesta de promover la unidad en la diversidad ha quedado plasmada en los proyectos académicos que ha impulsado, incluida la creación del CEIICH-UNAM. El influjo de su pensamiento ha enriquecido la perspectiva del diálogo de saberes desarrollada por Pedro Sotolongo quien propone superar las hegemonías cognitivas y culturales a partir del diálogo entre las diferentes culturas civilizatorias y entre sus respectivos saberes.

García, Rolando. *Sistemas Complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa, 2006.

González Casanova, Pablo. *Disciplina e interdisciplina en ciencias y humanidades*. México: Centro de Investigación y Docencia en Humanidades del Estado de Morelos (Colección Ensayos de Nuestro Tiempo), 1996.

Leff, Enrique. «La Complejidad Ambiental: de la totalidad sistémica a la política de la diferencia.» En *Totalidades y complejidades: crítica a la ciencia reduccionista*, de Julio Muñoz (coord.). México: CEIICH-UNAM, 2013.

Peñuela, A. «La transdisciplinariedad. Más allá de los conceptos, la dialéctica.» *Andamios* Año 1, 2 (junio 2005): 43-77.

Rosales Ortega, Rocío, Servando Gutiérrez Ramírez, y José Luis Torres Franco. «Introducción.» En *La interdisciplina en las ciencias sociales*, de R. Rosales, S. Gutiérrez y José Luis Torres (coords.), 7-21. México: UAM Iztapalapa, 2006.

Sotolongo Codina, Pedro Luis, y Carlos Jesús Delgado Díaz. *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social: hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2006.

*

El espíritu integrador de Karyn Lai sobre la filosofía china constituye una guía para emprender el diálogo intercultural que propone Pedro Sotolongo.

Karyn, L. Lai. «Introduction: new interdisciplinary perspectives in chinese philosophy.» *Journal of Chinese Philosophy* 34, Issue Supplement s1 (December 2007): 3-8.

*

AUTORES

(De las obras recomendadas)

Europa

Iniciativas OCDE / UNESCO

- LEO APOSTEL
(Amberes 1925 – Gante 1995). Filósofo belga profesor de la Universidad Libre de Bruselas y de la Universidad de Gante. Estudió la obra de Jean Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética.
- GUY BERGER
Universidad de París VIII Vincennes-Saint-Denis, Francia. Profesor del Departamento de Ciencias de la Educación.
- ASA BRIGGS
Universidad de Sussex. Reino Unido. Historiador inglés.
- GUY MICHAUD
Universidad de París X Nanterre, Francia. Director del Centro de Estudios de las Civilizaciones.
- GUY PALMADE
Universidad de Lausana. Suiza. Psicólogo francés especialista en problemas de organización y en psicodrama.
- JEAN PIAGET
(Neuchâtel 1896 – Ginebra 1980). Epistemólogo, psicólogo y biólogo suizo. Fue profesor de historia del pensamiento científico en la Universidad

de Ginebra; profesor de Psicología y de Sociología en la Universidad de Lausana, profesor de Sociología y de Psicología Experimental en la Universidad de Ginebra. En 1955 creó el Centro Internacional de Epistemología Genética.

- STANISLAV N. SMIRNOV
Instituto de Filosofía de Moscú. Filósofo ruso dedicado al estudio de los fundamentos ontológicos y epistemológicos de la interdisciplinariedad en la década de los ochenta.

Reino Unido

- ANDREW BARRY
Universidad de Oxford. Reino Unido. Profesor de Geografía Política.
- GEORGINA BORN
Universidad de Cambridge. Reino Unido. Participa en el proyecto “La interdisciplinariedad y la sociedad: un estudio comparativo crítico”.
- DOMINIC HOLLAND
Universidad de Sheffield, Reino Unido. Filósofo de la ciencia.

España

- MARÍA BORDONS
Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología. Madrid, España.
- ISABEL GÓMEZ
Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología. Madrid, España.
- M. FERNANDA MORILLO
Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología. Madrid, España. Sus líneas de investigación son medición, análisis, diseño y evaluación de los sistemas y políticas de investigación e innovación.

Portugal

- OLGA POMBO
Profesora de la Sección de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Facultad de

Ciencias de la Universidad de Lisboa. Es presidente del Centro para la Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Lisboa.

Francia

- EDGAR MORIN
(n. 1921.) Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNRS), Francia. Filósofo y sociólogo francés. Director del Centro de Estudios Interdisciplinarios de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales, dependiente del CNRS.
- MATTEI DOGAN
(1920-2010). Sociólogo francés. Investigador emérito del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) y profesor emérito de ciencias políticas de la Universidad de California, Estados Unidos. Presidió el Comité de Investigación en Sociología Comparativa de la Asociación Internacional de Sociología.
- ROBERT PAHRE
Universidad de Illinois, Estados Unidos. Profesor del Departamento de Ciencias Políticas.

Noruega

- SILVIO FUNTOWICZ
Universidad de Bergen, Noruega. Investigador del Centro para el Estudio de las Ciencias y las Humanidades. Jefe del Sector de Metodologías de Evaluación del Conocimiento del Instituto para la Protección y Seguridad del Ciudadano). Junto con Jerome Ravetz desarrolló el concepto de ciencia post-normal.
- ROGER STRAND
Universidad de Bergen, Noruega. Dirigió el Centro para el Estudio de las Ciencias y las Humanidades. Ha sido profesor visitante del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona y de la Sección de Ética Médica de la Universidad de Oslo. Es líder del proyecto Nanoética.
- KJETIL ROMMETVEIT
Universidad de Bergen, Noruega. Investigador del Centro para el Estudio de las Ciencias y las Humanidades.

Países Bajos

- JOSKE BUNDERS
Instituto Athena, Universidad Libre de Amsterdam. Química y física holandesa. Directora del Instituto Athena para la investigación sobre la innovación y la comunicación. Profesora de Biología y Sociedad. Ha realizado investigaciones sobre el desarrollo de metodologías para estimular y facilitar procesos interactivos y transdisciplinarios para la resolución de problemas.
- BARBARA REGEER
Instituto Athena, Universidad Libre de Amsterdam. Profesora asistente. Estudia nuevas estrategias innovadoras para el desarrollo sostenible.

Finlandia

- KATRI HUUTONIEMI
Universidad de Helsinki, Finlandia. Ha sido investigadora invitada de la Universidad de Harvard y de la Universidad de Turku.

Norteamérica*Estados Unidos de América*

- SHARON J. DERRY
Universidad de Wisconsin-Madison, Estados Unidos. Profesora de Psicología Educativa. Estudia la aplicación de las teorías de la ciencia cognitiva a los problemas de la educación y la formación.
- WILLIAM H. NEWELL
Universidad de Miami, Estados Unidos. Profesor de Estudios Interdisciplinarios. Presidente fundador de la Asociación de Estudios Integrados en 1979.
- ANGELA M. O'DONNELL
Universidad de Rutgers, Universidad Estatal de Nueva Jersey, Estados Unidos. Psicóloga educativa. Ha realizado estudios sobre el aprendizaje colaborativo.
- CAROLE L. PALMER
Universidad de Illinois, Estados Unidos. Profesora de la Escuela de Bibliotecología y Ciencias de la Información.

- ALLEN F. REPKO
Universidad de Texas. Estados Unidos. Fue director del Programa de Estudios Interdisciplinarios de la Facultad de Asuntos Urbanos y Públicos. Ha sido coeditor de la revista interdisciplinaria *Issues in Integrative Studies*.
- DEBORAH D. STINE
Universidad Carnegie Mellon, Pittsburgh, Estados Unidos. Profesora del Departamento de Ingeniería y Políticas Públicas. Fue directora de la Oficina de Proyectos Especiales de las Academias Nacionales de Estados Unidos (Academia Nacional de Ciencias, Academia Nacional de Ingeniería e Instituto de Medicina). Especialista en política de innovación y política energética y medioambiental.
- JULIE THOMPSON KLEIN
Universidad Estatal de Wayne, Michigan, Estados Unidos. Profesora de Humanidades y Filología Inglesa. Fue presidente de la Asociación de Estudios Integrados (AIS) y editora de la revista *Issues in Integrative Studies*.

Canadá

- VINCENT LARIVIÈRE
Universidad de Montreal, Canadá. Profesor de la Facultad de Biblioteconomía e Información Científica.
- YVES LENOIR
Comendador de la Orden de la Corona y profesor titular de la Universidad de Sherbrooke (Quebec, Canadá). Fue presidente de la Asociación Mundial de Ciencias de la Educación (AMCE). Actualmente es el titular de la Cátedra de Investigación de Canadá sobre la Intervención Educativa (CRCIE).
- YVES GINGRAS
(n. 1954). Universidad de Quebec. Profesor de Historia y Sociología de la Ciencia. Fue investigador y director del Centro Interuniversitario de Investigación en Ciencia y Tecnología (CIRST por sus siglas en francés).

Latinoamérica


- ROLANDO GARCÍA
(Azul 1919-Ciudad de México 2012). Epistemólogo y meteorólogo argentino. Desarrolló con Jean Piaget la epistemología genética. Estableció los funda-

mentos teóricos y metodológicos de la investigación interdisciplinaria para el estudio de sistemas complejos. Fue investigador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM.

- PABLO GONZÁLEZ CASANOVA
(n. Toluca, Estado de México, 1922). Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. Sociólogo mexicano. Director fundador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM. Dirige el proyecto “Problemas mundiales y desarrollo de las Ciencias Sociales”.
- CARLOS JESÚS DELGADO DÍAZ
Universidad de La Habana, Cuba. Profesor del Departamento de Filosofía. Estudia Teoría de la Complejidad.
- ROBERTO FOLLARI
Profesor de Epistemología de las Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo. En la actualidad dirige la Maestría de Estudios Latinoamericanos en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de dicha Universidad.
- SERVANDO GUTIÉRREZ RAMÍREZ
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. Profesor del Departamento de Sociología. Su área de especialidad es la Sociodemografía.
- ENRIQUE LEFF
Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. México. Coordinador del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- ALEJANDRO PEÑUELA VELÁSQUEZ
Universidad de Antioquia, Colombia. Coordinador de la Red de Cultura Investigativa.
- MARÍA DEL ROCÍO ROSALES ORTEGA
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. Profesora del Departamento de Sociología. Su área de especialidad es la Geografía Económica.
- PEDRO LUIS SOTOLONGO CODINA
(n. 1940). Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de Cuba. Físico y filósofo cubano. Presidente Fundador de la Cátedra de Complejidad de La Habana. Miembro del Comité Académico Internacional del Instituto de Pensamiento Complejo ‘E. Morin’.

- JOSÉ LUIS TORRES FRANCO
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. Profesor del Departamento de Sociología. Su área de especialidad es la Metodología de la Investigación Social.

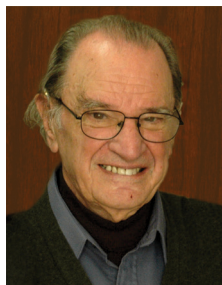
Australia

- KARYN LYNNE LAI
Universidad de Nueva Gales del Sur. Sydney, Australia. Profesora titular de la Facultad de Filosofía. Especialista en ética confuciana y ética ambiental. 

Rolando García*

Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático

Este texto es una síntesis, hecha por Haydeé García Bravo, de varias conferencias y seminarios que Rolando García impartió en el CEIICH, a partir de 1998 y que posteriormente él mismo sistematizó para redactar la introducción y conclusiones de su libro *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (Barcelona, Gedisa, 2006).



¿EN QUÉ consiste un sistema complejo? Daré una definición más o menos provisoria y que iremos analizando a lo largo de esta charla: voy a llamar sistema complejo o he llamado en numerosos escritos sistema complejo, a un sistema cuyos elementos son heterogéneos en el sentido de que pertenecen al dominio de distintas disciplinas, pero son elementos que interactúan entre sí, de tal manera que son interdefinibles.

La característica de un sistema complejo es la interdefinibilidad; cuando yo estudio un sistema agrario, el suelo, el clima, el tipo de producción, la tecnología que se usa, la manera de trabajar, los campesinos, la economía, no son cosas que podemos desintegrar, estudiar por separado y después poner juntas, son cosas en las que una modificación que le ocurre a una de ellas actúa en cadena y va repercutiendo en todas las demás; es un sistema no descomponible.

Sin embargo, hay que tener claro que no todo conjunto de elementos es un sistema; no todo sistema de elementos heterogéneos es un sistema complejo; no todo estudio de la parte de un sistema, de conjuntos de partes de un sistema, es un estudio interdisciplinario.

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades–UNAM. (Falleció el 15 de noviembre de 2012).

Génesis de la teoría de sistemas complejos

Hace varias décadas, tuve a mi cargo la Secretaría General del *Programa de Investigación Global de la Atmósfera* (GARP), establecido por acuerdo entre la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU). El GARP tenía como objetivo establecer los límites de predictibilidad en los pronósticos meteorológicos y evaluar la posibilidad de predicción de las variaciones climáticas. Gracias al desarrollo de las computadoras era posible comenzar a experimentar con los primeros modelos de circulación general de la atmósfera. Con ello se esperaba anticipar situaciones catastróficas vinculadas con fenómenos climáticos.

Además del interés teórico que congregó a los más prestigiados meteorólogos de la época, el programa contó con apoyo internacional de diferentes organizaciones debido, en buena parte, a la alarma generada por catástrofes, atribuidas a un *cambio climático*, que habían afectado diversas regiones del mundo en la década de 1960-1970. Prolongadas sequías habían impactado en extensas regiones de África, la India y el Noreste de Brasil. En 1972 la crisis alcanzó la cima. A estas sequías se las consideró responsables de la escasez de alimentos y de las hambrunas que llevaron a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a declarar que *estaba en peligro la seguridad alimentaria mundial*.

En estas circunstancias, Walter Roberts, uno de los miembros más activos de la Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados (IFIAS), organizó, en mayo de 1974, un taller en el Instituto Meteorológico de Bonn (Alemania), dirigido por el prominente climatólogo, Profesor Hermann Flohn. En la reunión participaron representantes de diversos países, incluyendo “países en desarrollo”, y se elaboró la “Declaración de Bonn” aprobada por IFIAS y luego distribuida internacionalmente a gobiernos, agencias de Naciones Unidas y organismos de investigación. El tema de la declaración fue: “las implicaciones sociales, éticas, culturales y políticas de un posible cambio de clima”. Sobre esa base, IFIAS instituyó el Programa *Drought and Man* bajo mi dirección.¹

De manera paralela, pero íntimamente relacionada a mi participación en los proyectos del GARP, colaboraba con Jean Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética y preparábamos juntos la publicación de *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*.²

1 El desarrollo del programa fue relatado en la historia de IFIAS. (Stähle, Nils K., *et al.* 1988).

2 Editado de manera casi simultánea en México y en Francia. En ese libro mostramos lo que llamamos “mecanismos comunes” entre el conocimiento común del niño, del adolescente, de los adultos no sofisticados por la ciencia, y el conocimiento científico. Hablamos de “mecanismos comunes”, porque hicimos comparaciones entre cómo se generan los conceptos en la psicogénesis en los niños y cómo se generan los conceptos en la ciencia. Y

El enfoque multi-cultural y transdisciplinario de IFIAS sobre los problemas globales era totalmente coherente, tanto con el constructivismo genético cuya fundamentación histórica desarrollaba con Piaget, como con las críticas que entonces manifestaba en contra de la institucionalización académica de las diferentes disciplinas científicas.

García era sumamente crítico del modelo Occidental de especialización en las universidades, lo cual, a su juicio, conducía, por una parte, al aislamiento y a la arrogancia y, por otra parte, a impedir la cooperación interdisciplinaria. Pero, al mismo tiempo, reconocía la necesidad de especialización como una de las condiciones para un fructífero trabajo interdisciplinario.³

El equipo nuclear de trabajo se estableció en el Instituto de Ginebra y formamos una docena de grupos de contacto en América Latina, África, Asia y Europa. Desarrollamos, además, un estudio especial de cambio climático en la Unión Soviética.

Gracias a la adopción de una metodología común, que nos permitió comparar los resultados obtenidos en cada uno de los centros de estudio, pudimos identificar las raíces de la catástrofe desatada por la anomalía climática.

Si no hubiera sido por el vasto material empírico que reunimos y por la solidez de la fundamentación teórica avalada por mi estrecha colaboración con Piaget, las implicaciones ideológicas de tan contundentes conclusiones hubieran puesto en riesgo la publicación de los resultados.

Nature Pleads not Guilty (La naturaleza alega inocencia) es el título provocador del primero de los tres volúmenes en los que se publicaron los resultados. Aquí García propone, por primera vez, un modelo estructural para explicar los cambios hechos por el hombre en los sistemas agrícolas que se habían apartado de los sistemas tradicionales, menos vulnerables.

(...)

Algunas de las ideas del modelo estructural propuesto por García, provenían de la teoría de Ilya Prigogine sobre los sistemas disipativos, pero la mayor parte del modelo estaba basado en el trabajo personal de García.⁴

Así, el programa *La sequía y el hombre* constituyó el punto de partida de va-

encontramos que los mecanismos últimos, no los resultados del proceso cognoscitivo, no las estructuras que se generan, sino los mecanismos últimos, eran comunes.

3 Stähle, Nilsson y Lyndblom 1988, 35.

4 Stähle, Nilsson y Lyndblom 1988, 35-36.

rias décadas de investigaciones realizadas en distintos países, a lo largo de las cuales fui desarrollando la teoría de sistemas complejos que rebasó el campo de los fenómenos naturales y de su impacto social para ser aplicado al estudio de temas tan diversos como el desarrollo tecnológico, la familia o la historia del libro como objeto cultural.

Años después publiqué *El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la Teoría de los Sistemas Complejos* (García 2000). Tal y como su título indica, la intención de la obra fue poner de manifiesto el carácter empírico, más no empirista, de la epistemología genética, no sólo porque su fundamentación es empírica sino porque, a su vez, fundamenta una concepción conceptual y metodológica particular: la investigación interdisciplinaria de los sistemas complejos.

La investigación interdisciplinaria

Una investigación interdisciplinaria es una forma de trabajar que significa que una misma problemática es analizada desde distintos ángulos, pero no separadamente; porque la visión que tiene cada especialista cuenta, o interactúa con el resto del equipo o va a tener una visión totalmente paralizada. Siempre insisto en que la interdisciplina empieza en un equipo cuando un miembro de una especialidad es capaz de hacerle preguntas a otro miembro del equipo de otra especialidad que él mismo no se ha formulado; y esto no es una especulación, es producto de una experiencia.

La interdisciplina es una manera de estudiar un sistema complejo, ésta es mi definición de interdisciplina, por eso el tema es *Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos* que no es investigación interdisciplinaria junto con sistemas complejos, sino que es el nombre y apellido de una sola entidad.

Como lo comenté, a principios de los años setenta hubo enormes sequías en casi todos los continentes, una mortandad tremenda, una desnutrición muy extendida, sobre todo en el África, en la India, en partes de Latinoamérica; yo seguía funcionando como meteorólogo y climatólogo, la pregunta que me hicieron es ¿por qué esta sequía tuvo efectos tan terribles? En esa época me dediqué a estudiar todas las sequías que había habido en el África desde principios del siglo XX. Y encontré una cosa muy clara: esa última sequía, la más catastrófica, no había sido la peor sequía desde el punto de vista físico, climatológico, había habido sequías mucho más terribles a principios de siglo sin ninguno de esos efectos; lo que había pasado era simplemente que —el análisis sociológico y económico lo demostró de manera plena— esas sociedades se habían hecho más vulnerables a una perturbación como la sequía y así reflexioné sobre una de las concepciones del análisis sistémico: la sociedad con sus costumbres y dimen-

siones sociales, económicas, políticas tiene cierta resistencia a perturbaciones exteriores.

Estaba muy claro que había habido sequías antes de la colonización, durante la colonización y después durante la independencia; lo que había ocurrido es que cada uno de esos cambios significó mayor vulnerabilidad de esos países y la vulnerabilidad es una propiedad del sistema, no es una propiedad de una parte del sistema, es una propiedad de la estructura del sistema, del conjunto de relaciones de esos elementos heterogéneos y la conclusión fue muy simple: la última sequía fue una perturbación que incidió sobre una sociedad mucho más vulnerable y desató una inestabilidad en esa sociedad; el efecto no fue proporcional a la perturbación, el efecto fue proporcional a la inestabilidad interna; si yo pongo un vaso al borde de una mesa, un pequeño empuje significa una catástrofe: el vaso se cae, esa catástrofe no es proporcional a mi empuje, es proporcional al sistema inestable que está ahí y a una perturbación de los puntos del equilibrio.

Nosotros definimos un sistema, como dice Lucien Goldmann, como un recorte arbitrario de la realidad, dejando dentro conjuntos de elementos y de situaciones que de alguna manera funcionan como totalidad, y ese recorte lo hacemos más o menos arbitrario, definimos el sistema, pero la definición final del sistema termina con la investigación, porque esos recortes que hemos hecho hay que ajustarlos; el problema no es tanto el recorte sino cómo tomamos en cuenta lo que está fuera y su interacción con lo que está dentro, es decir, cada nivel tiene sus propias leyes de organización que no son reducibles a los otros niveles, pero esas leyes de organización no son autónomas, son semi-autónomas en el sentido que hay interacciones. Si pensamos en un cuerpo humano, lo que pasa a nivel molecular, desde luego tiene que ver con el átomo y lo que pasa a nivel macro, orgánico, tiene que ver con las moléculas, pero la dinámica interna de cada nivel es independiente, independiente como dinámica; pero como sistema es interdependiente en el sentido que uno de ellos influye sobre otro.

Otro principio es que dentro de un sistema, en un nivel determinado, los factores que intervienen de alguna manera se aglutinan por relaciones más estrechas que con otros factores; en un primer nivel dentro de un sistema agrario hay factores que forman parte del medio físico: el suelo, el agua, el clima; hay factores que forman parte de la producción misma: el tipo de producción, la tecnología, y hay factores que forman parte de la sociedad que trabaja eso o de la sociedad que da los medios para trabajar eso; éstos constituyen subsistemas que tienen una interconexión entre ellos mayor que con los elementos de los otros subsistemas y esto no permite hacer análisis de los subsistemas de manera semi-independiente porque hay tres principios a los cuales me he referido: 1. un principio de estratificación; hay niveles de organización que tienen su

propia dinámica y sus propios actores que no son ni deducibles a, ni deducibles de otros niveles, pero que interactúan con ellos; 2. hay un segundo principio que es el de articulación; los elementos no actúan más o menos uniformemente, hay subsistemas dentro de cada sistema con mayor coherencia que con el resto y la estructura está determinada por las relaciones entre los subsistemas; 3. hay un tercer principio que llamo de organización sistémica, en el sentido de que modificaciones en la totalidad modifican las partes y que precisamente las influencias externas actúan sobre el sistema en su totalidad o algunas partes de ella, pero eso repercute en las otras partes, por eso es un sistema.

La evolución de todo sistema físico, químico, biológico, social, no se da mediante un desarrollo uniforme como se pretendió clásicamente; la evolución se da sólo por reorganizaciones y la famosa no linealidad que está hoy de moda, y con razón cuando se habla de complejidad, de caos, etcétera, representa simplemente esa evolución por reorganización. ¿Qué quiere decir esto? Quiere decir que un sistema, en la medida en que se conformó como sistema, tiene un mecanismo de compensaciones que le ha evitado desintegrarse como sistema; ese mecanismo de compensaciones es capaz de recibir perturbaciones o fluctuaciones de fuera hasta cierto límite; la propiedad de vulnerabilidad que es una propiedad del sistema, o de resiliencia que sería la opuesta a la vulnerabilidad, es la capacidad de absorber las perturbaciones, aunque tiene un límite en todos los sistemas; una vez que se llegó a ese límite el sistema se desestabiliza y esa desestabilización es una ruptura de la estructura interna, esa ruptura significa desorganización; si continúa la perturbación el sistema de compensaciones inherente a este sistema que estamos estudiando, reorganiza las relaciones y esto no es teológico —a pesar de que a veces pareciera que uso un lenguaje teológico— de tal manera que se puede formar una nueva estructura capaz de absorber la perturbación que antes desestabilizó y en eso consiste una reorganización.

El término sistema designa a todo conjunto organizado que tiene propiedades, como totalidad, que no resultan aditivamente de las propiedades de los elementos constituyentes. La organización del sistema es el conjunto de las relaciones entre los elementos, incluyendo las relaciones entre relaciones.

Al conjunto de datos empíricos que entran en el recorte a la hora de construir o configurar el sistema, lo he designado complejo empírico.

Los datos empíricos no son el resultado de registros perceptivos sino del registro de observables.

Ahora voy a hablar de los principios dentro de los sistemas:

Tenemos los **principios de organización** y dentro de ellos la siguiente caracterización:

- Los factores que directa o indirectamente determinan el funcionamiento de un sistema complejo pueden ser distribuidos en niveles estructuralmente

diferenciados, con sus dinámicas propias. Los niveles no son interdefinibles, pero las interacciones entre niveles son tales que cada nivel condiciona las dinámicas de los niveles adyacentes. A esto le llamo *principio de estratificación*.

- El estudio de un sistema complejo comienza generalmente con una situación particular o con un conjunto de fenómenos que tienen lugar en un cierto nivel de organización que he designado como nivel de base. Los factores que actúan en dicho nivel corresponden a cierto tipo de procesos y a ciertas escalas de fenómenos agrupables en subsistemas constituidos por elementos entre los cuales hay un mayor grado de interconexión con respecto a los otros elementos del mismo nivel. Estos subsistemas funcionan como subtotalidades, las cuales están articuladas por relaciones que, en su conjunto, constituyen la estructura de ese nivel particular del sistema, esto lo he denominado *el principio de articulación interna*.
- Las interacciones entre niveles tienen lugar por medio de distintos tipos de influencias, no siempre materiales, que he designado, en forma genérica, bajo el término de flujos. Los flujos pueden ser de materia, de energía, de información, de políticas, etc. Al conjunto de tales interacciones que ejercen influencia sobre un nivel dado lo he designado como las *condiciones de contorno o las condiciones límite* (o “en los límites”) de dicho nivel.

Los sistemas complejos también tienen un **principio de evolución**.

Dichos sistemas sufren transformaciones en su desarrollo temporal. Esta evolución peculiar de los sistemas abiertos no sólo tiene lugar por medio de procesos que modifican el sistema de forma gradual y continua, sino que procede por una serie de desequilibrios y reequilibraciones que conducen a sucesivas reorganizaciones.

Después de cada reorganización, el sistema puede permanecer con una estructura en relativo equilibrio dinámico, con fluctuaciones que se mantienen dentro de ciertos límites, hasta que una perturbación, que exceda dichos límites, desencadene un nuevo desequilibrio.

Cuando se analiza un complejo empírico, no es posible considerar “todos” sus elementos, porque ¿qué significaría “todos” los elementos? La investigación científica consiste en establecer relaciones entre un número limitado de elementos abstraídos de la realidad, y toda abstracción implica tomar en cuenta algunos aspectos de la experiencia y dejar de lado otros. La descripción de cierto fenómeno de determinado nivel puede constituir la explicación de lo que ocurra a otro nivel.

La interacción dialéctica caracteriza a un sistema complejo en todos los niveles, tanto entre el sistema como totalidad y cada uno de los subsistemas que

lo componen, como entre cada subsistema y las partes o elementos que lo constituyen.

En las explicaciones del funcionamiento de un sistema complejo, el análisis de las escalas de los fenómenos que están interactuando requiere especial atención. Cuando se trata de acciones entre niveles o entre subsistemas de un mismo nivel, el término interacción necesita ser explicitado con referencia al marco espacio-temporal que se está considerando. Para ello, es necesario establecer una periodización de los procesos, incorporar de manera radical la historia en ellos.

La evolución por reorganizaciones sucesivas constituye un principio orientador de una fase sumamente importante en la investigación de los sistemas complejos, en la cual deben considerarse dos aspectos complementarios: por una parte, la historia de las estructuraciones; pero, además, el tipo de transformaciones y su relación con las propiedades y principios sistémicos.

Interdisciplina: ¿integración disciplinaria?

El término “interdisciplina” requiere de un análisis detallado para deslindarlo de significados equívocos como el que lo considera equivalente a la “integración disciplinaria”.

Uno de los autores más reconocidos por su vigoroso alegato a favor de una integración disciplinaria, en particular en las ciencias sociales, es Immanuel Wallerstein:

La interrogante de hoy es si existen ciertos criterios que puedan utilizarse para determinar, de manera clara y defendible, los límites entre las supuestas cuatro disciplinas de antropología, economía, ciencias políticas y sociología. (...) Todos los presuntos criterios —nivel de análisis, objeto de estudio, métodos, supuestos teóricos— ya no son verdaderos en la práctica o, si se mantienen, son barreras para un conocimiento mayor en vez de un estímulo para su generación.

O en otras palabras, las diferencias entre temas, métodos, teorías o teorizaciones permisibles dentro de cualquiera de las llamadas “disciplinas” son mucho mayores que las diferencias entre ellas. (...) Ha llegado la hora de atravesar tal confusión intelectual diciendo que estas cuatro disciplinas son una sola.⁵

A pesar de la claridad con la que Wallerstein expone su planteamiento, sus argumentos no explican una “integración” disciplinaria, sólo denuncian un “tras-lape” que ejemplifica de la siguiente manera:

5 Wallerstein 1998, 261-262.

La especialización en “campos de investigación” no sólo es probable sino necesaria. Pero recordemos el principal ejemplo organizativo que tenemos: en algún momento de 1945-1955 dos “disciplinas” hasta la fecha separadas, la botánica y la zoología, se fusionaron en una sola denominada biología. Desde ese entonces, la biología ha sido una próspera disciplina que ha generado muchos subcampos, pero ninguno de ellos, hasta donde recuerdo, lleva el nombre o tiene el perfil de la botánica y la zoología.⁶

La historia de la ciencia, desde la perspectiva de la epistemología genética, contradice las consideraciones de Wallerstein: el nacimiento de la biología como disciplina científica no se debe a un maridaje entre zoólogos y botánicos que diera lugar a la dinastía de los biólogos, sino que constituyó la más profunda reconceptualización y reorganización del estudio de los seres vivos en su totalidad.

La investigación interdisciplinaria que exige el estudio de un sistema complejo, tal y como lo planteamos aquí, es fundamentalmente diferente de la integración disciplinaria que Wallerstein señala.

En primer lugar, ninguna investigación particular tiene la capacidad de integrar diferentes disciplinas. Los procesos de integración disciplinaria, al igual que los procesos de diferenciación que han dado lugar a cada una de las disciplinas científicas, han significado replanteamientos fundamentales que no se limitan a “poner juntos” (o a “separar”) los conocimientos de diferentes dominios.

En segundo lugar, además de no ser posible, la “integración disciplinaria” en una investigación en particular no es “necesaria”, puesto que el análisis histórico de la ciencia permite poner en evidencia que las diferentes disciplinas científicas se van integrando a lo largo de su desarrollo. Dicho de otra manera, la integración disciplinaria es un hecho histórico y una característica del desarrollo científico que no resulta de la voluntad, ni de los acuerdos, de un grupo de investigación y que no puede constituir, entonces, una pretensión metodológica.

La proliferación de las ramas de la ciencia que tuvo lugar en los siglos posteriores a la revolución científica, así como las disciplinas particulares referidas a determinados campos del conocimiento, no surgieron de manera aislada en cada uno de sus dominios específicos. Las nuevas disciplinas se fueron conformando a través de una alternancia de procesos de diferenciación e integración. Esto significa que las disciplinas se fueron desarrollando de manera *articulada*, y que las formas de articulación también evolucionaron, respondiendo a desarrollos propios dentro de cada disciplina.

6 Wallerstein 1998, 262.

Las nuevas disciplinas que se han designado acoplado los nombres de dos ciencias diferentes (físicoquímica, biofísica, etc.) corresponden a casos en los que fenómenos o procesos que entran en el dominio de una de ellas, se interpretan o explican a partir del campo teórico o metodológico de la otra ciencia.

Independientemente de las articulaciones que se han ido constituyendo entre disciplinas correspondientes a ciertos dominios diferenciados, en otros dominios cuyas fronteras son mucho más permeables las relaciones entre disciplinas han dado lugar a reconceptualizaciones generales de los fenómenos involucrados en el dominio en cuestión. Retomando nuevamente a Lucien Goldmann, lo cito porque describió con mucha claridad la reconceptualización que resultó de la relación entre las disciplinas pertenecientes al dominio más permeable del conocimiento científico, el de las ciencias sociales.

Todo hecho social es un hecho histórico e inversamente. La historia y la filosofía estudian los mismos fenómenos, y si cada una de ellas toma sólo un aspecto de la realidad, el resultado será la imagen parcial y abstracta, en tanto ella no sea completada con los aportes de la otra.

(...)

No se trata de reunir los resultados de la sociología y de la historia, sino de abandonar toda Sociología y toda Historia abstractas, para llegar a una ciencia concreta de los hechos humanos que no puede ser sino una sociología histórica o una historia sociológica.⁷

A diferencia, por ejemplo, del caso de la biofísica que antes expusimos, en el planteo de Goldmann no se trata de una teoría que, desde cierta disciplina, explique hechos o fenómenos de otra disciplina. Goldmann no hace referencia a una teoría histórica que explique un fenómeno o situación social, sino a un cambio de concepción de una sociología enfocada en el análisis de hechos, a una sociología basada en el estudio de procesos y de sus raíces históricas. En este caso no se trata, de una integración de teorías, sino de una reconceptualización de las disciplinas.

Quien ofreció la más lúcida y profunda formulación sobre los problemas involucrados en las interrelaciones entre las grandes disciplinas científicas, fue

⁷ Goldmann, Lucien. *Les sciences humaines et la philosophie*, Paris: Presses Universitaires de France, 1952, 9. (Hay edición en español: *Las ciencias humanas y la filosofía*, Buenos Aires, Nueva Visión 1977).

Jean Piaget (Piaget 1967, 1972).⁸ Piaget caracteriza la ciencia como una institución social, lo cual significa que cada sociedad, en cada momento histórico, define ciertas actividades como actividades cognoscitivas, y designa el producto de esas actividades como conocimiento. El conocimiento, y en particular el conocimiento científico, es un producto social, y no tiene más definición que la que le otorga el contexto social en el cual se genera.

La propuesta piagetiana presenta una concepción de lo que él llama “el sistema de las ciencias” como “una estructura de orden cíclico e irreductible a toda forma lineal”. Aceptando una agrupación de las ciencias en cuatro grandes conjuntos (ciencias lógico-matemáticas; ciencias-físicas; ciencias biológicas y ciencias psico-sociológicas), Piaget comienza por establecer que el término “ciencia” abarca cuatro grandes dominios o niveles, en cada uno de los cuales las disciplinas se relacionan entre sí de manera diferente:

- a) Dominio material, definido como el conjunto de “objetos” a los cuales se refiere cada disciplina (números, funciones, objetos físicos o biológicos, energía, operaciones mentales, clases sociales).
- b) Dominio conceptual, definido como el conjunto de teorías o conocimientos sistematizados elaborados por cada ciencia acerca de su dominio material.
- c) Dominio epistemológico interno, que corresponde al análisis de los fundamentos de cada disciplina, es decir, a la crítica de su aparato conceptual y de las teorías de su dominio conceptual.
- d) Dominio epistemológico derivado, que analiza las relaciones entre el sujeto y el objeto de conocimiento, es decir, el marco epistemológico más general de los resultados obtenidos por cada disciplina, comparándolo con el de las otras ciencias.

El análisis piagetiano muestra el carácter cíclico de las relaciones entre las disciplinas en los dominios *a* y *d*, así como la complejidad de las interrelaciones entre los cuatro grandes grupos de ciencias mencionados, dentro de cada dominio. Se puede aceptar o rechazar este análisis en sus detalles, pero es indudable que echa por tierra, tanto la ingenuidad de las propuestas reduccionistas, como las posiciones irreductibles de quienes ven en la “especificidad” de cada dominio material un obstáculo para el estudio interdisciplinario con una metodología general e integrativa.

Como lo hemos enfatizado, los sistemas complejos están constituidos por

⁸ Sobre todo los volúmenes 6. “La situación de las ciencias del hombre en el sistema de las ciencias” y 7. “Clasificación de las ciencias y principales corrientes de la epistemología contemporánea”.

elementos heterogéneos en interacción lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas. La concepción piagetiana del “sistema de ciencias”, con sus dominios circulares y su red de interrelaciones, remueve todo obstáculo teórico para articular los estudios que se realicen en los diversos dominios materiales.

La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinares, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros del equipo de investigación sea experto en su propia disciplina. En este sentido, el equipo de investigación es multidisciplinario, pero la diferencia fundamental entre una investigación multidisciplinaria y una investigación interdisciplinaria está en el modo de concebir una problemática, en el marco epistémico común que hayan generado.

En el caso del estudio de un sistema complejo es indispensable que dicha conciencia sobre la construcción del objeto de estudio y sobre el modo en que la sociedad condiciona esta construcción, esté permanentemente en acción, puesto que se trata de problemáticas globales donde los factores sociales juegan un rol fundamental. La concepción tanto sociológica como socio-genética de la ciencia debe, además, ser común a todos los miembros del equipo de investigación.

Por una parte, y con respecto al componente sociológico, la investigación de un sistema complejo responde generalmente a una situación crítica frente a la cual gobiernos, organizaciones y agencias deben intervenir de manera urgente.

El contexto social en el que se inscribe la necesidad de diseñar un proyecto de estudio de cualquier problemática global condicionará de manera importante el tipo de preguntas que se formulen. Y las hipótesis de trabajo, que constituyen el punto de partida de un enfoque sistémico, serán fundamentales, puesto que esta metodología supone la reformulación continua de una problemática que se irá definiendo y redefiniendo en el transcurso de la investigación.

De la conciencia de las condicionantes sociales que determinan la direccionalidad particular que está impresa en cualquier investigación, depende el carácter realmente explicativo que alcance el modelo que resulte del análisis.

Igualmente es necesario e importante que los miembros de un equipo de investigación compartan el “marco epistémico”, es decir, el conjunto de preguntas o interrogantes que los investigadores se plantean con respecto al dominio de la realidad que se han propuesto estudiar. Dicho marco epistémico representa cierta concepción del mundo y expresa la jerarquía de valores de las y los investigadores involucrados. Las categorías sociales bajo las que se formula una pregunta inicial de investigación, no constituyen un hecho empírico observable sino una construcción condicionada por el marco epistémico.

Ontología, epistemología, metodología

Desde mi perspectiva, en un sistema complejo hay tres tipos de problemáticas: en primer lugar tenemos el problema metodológico: ¿cómo analizamos esto?, ¿cómo empezamos a analizar esto? El segundo es un problema epistemológico: ¿cómo conocemos las cosas?, ¿cómo llegamos a conocer algo? El tercero es un problema ontológico: ¿a qué realidad, a qué tipo de realidad nos estamos refiriendo? En general, en los análisis de sistemas, se habla más de la metodología de trabajo, que tampoco se dice metodología conceptual sino que son vistos sólo como procedimientos de trabajo. A la epistemología se suele hacer referencia, pero más bien como adorno, porque queda bien hablar de epistemología y la ontología queda absolutamente fuera de la discusión, pero yo creo que es de vital importancia invertir el problema, porque es la concepción epistemológica, lo que he llamado el marco epistémico, la idea que tiene el investigador o los investigadores acerca del tipo de realidad con el cual se están confrontando, de la cual se desprende una ontología y que es la que gobierna siempre la metodología. Toda metodología tiene subyacente una concepción del conocimiento, en general implícita, en general ni el propio investigador tiene conciencia del tipo de marco epistémico dentro del cual está trabajando, y precisamente la ideología es eso, está subyacente y solamente el que analiza o se analiza puede llegar a poner en evidencia su propia ideología; entonces, para mí se trata de un problema en principio epistemológico que guía una cierta metodología y que conduce a una cierta concepción de la realidad. ¿Por qué hablo de una interdisciplinaria sistémica que no puede ser pensada como un conjunto de disciplinas?

En el ejemplo que he dado de los sistemas naturales, como el que estudié en el Sahel (García 1981), la interdisciplinaria se dio en el equipo de manera fluida y se manifestó la interdisciplinaria cuando alguien de una especialidad pudo llegar a formularle preguntas a otro miembro del equipo de otra especialidad que no se habían hecho antes; ahí es cuando desde una disciplina se mira el problema con un enfoque distinto y entonces se descubren observables distintos y relaciones distintas que al especialista disciplinario se le habían escapado; en el fondo esto responde a un principio muy general; los grandes avances en una investigación, como las grandes transformaciones en la ciencia, no se deben a haber encontrado nuevas respuestas para las viejas preguntas, se deben a haber encontrado nuevas preguntas para los viejos problemas.

Es la pregunta la que guía la investigación, y el avance consiste más en encontrar preguntas pertinentes en los problemas ya dados que en encontrar nuevas respuestas al problema de hoy; no quiere decir que lo otro no funcione, pero si la investigación está en la pregunta y la llave de la investigación interdisciplinaria, el motor de un equipo interdisciplinario está en la capacidad de interrogarse mutuamente sobre esa problemática, en cada una de las investigaciones

es el objeto de estudio el que plantea los problemas y, en el caso del Sahel, fueron las respuestas que pude mostrar como contradictorias e infundadas las que me llevaron a nuevas preguntas, pero provinieron del objeto de estudio, no de la disciplina; por eso hago la distinción: para mí la interdisciplina la hace un equipo multidisciplinario, es trabajo de un colectivo con formación multidisciplinaria, pero con alguien que dé una visión de conjunto, que haya analizado el conjunto de la problemática; para mí un equipo interdisciplinario es como una orquesta, con un grupo de solistas no se hace una gran orquesta sinfónica sin un director, el director no solamente da la entrada a los instrumentos; el director da el sentido de la interpretación.

En síntesis, lo que integra a un equipo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una concepción compartida de la relación ciencia-sociedad, que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la especialización de cada uno de los miembros del equipo de investigación. ■

Referencias

- García, Rolando. *Drought and Man: Nature Pleads Not Guilty, Vol. 1. The 1972 Case History*. Oxford: Pergamon Press, 1981.
- . *El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 2000
- Goldmann, Lucien. *Sciences humaines et philosophie*, Paris : Presses Universitaires de France, 1952.
- Stähle, Nils K., Nilsson, Sam and Per Lindblom. *From Vision to Action, Science and Global Development, 1971-1986*. Toronto: International Federation of Institutes for Advanced Study: Produced by IFIAS by University of Toronto Press, 1988
- Piaget, Jean et al. *Logique et connaissance scientifique*, Paris: Gallimard, 1967.
- . *Épistémologie des sciences de l'homme*, Paris: Gallimard, 1972.
- y García, Rolando. *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México: Siglo XXI Editores, 1982.
- Wallerstein, Immanuel. *Impensar las ciencias sociales: límites de los paradigmas decimonónicos*, México: CEIICH-UNAM/Siglo XXI Editores, 1998.

Robert Frodeman, Julie Thompson Klein & Carl Mitcham (Eds).
The Oxford Handbook of Interdisciplinarity,

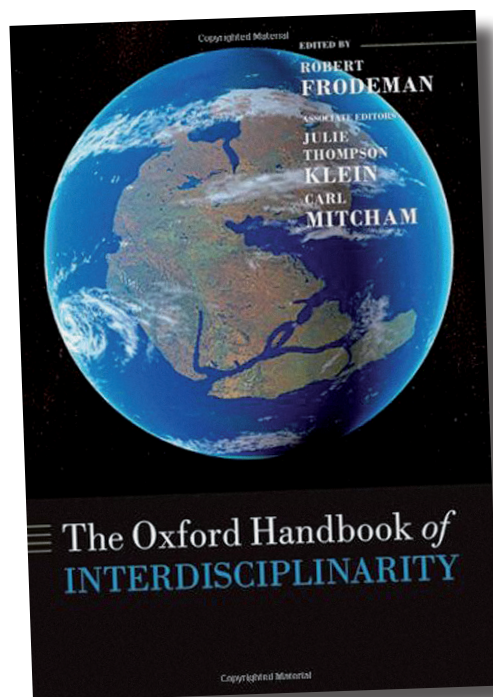
New York: Oxford University Press, 2010, 580 pp.

María Haydeé García Bravo*

SI BIEN el libro que nos ocupa fue publicado en 2010, los editores de **INTE** consideraron que la amplitud de su selección temática, su tono abarcador, y las trayectorias de sus autores, entre otras cualidades, justifican su reseña en este primer número dedicado a ofrecer un concierto entre las innumerables voces y puntos de vista sobre la labor interdisciplinaria.

Al inicio del siglo XXI la interdisciplina se volvió un tema todavía más recurrente que en los noventa del siglo XX, muy referido en los títulos de conferencias, congresos y publicaciones, y desde muy diversos campos del conocimiento.

La prestigiosa Oxford University no eludió la avalancha de productos en ese sentido y, siguiendo su tradición de aglutinar en un volumen una gran cantidad de autores y autoras, dio cuenta de esta temática. En 2010 Oxford University Press publica este libro, coordinado por Robert Frodeman, Julie Thompson Klein y Carl Mitcham. Frodeman es profesor de filosofía y director del Centro para el estudio de la Interdisciplinaria en la University of North Texas. Thompson Klein es una reconocida experta a nivel internacional en investigación interdisciplinaria y educación, y pro-



fesora de humanidades en la Wayne State University. Mitcham es profesor de artes y estudios internacionales en la Colorado School of Mines. Los editores lograron convocar a 80 colaboradores.

La obra puede ser pensada como una ventana a la mirada que sobre la interdisciplina se ha generado, sobre todo en y desde

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM.

el mundo anglosajón. El libro está conformado por 37 capítulos agrupados en cinco partes: la primera de ellas versa sobre el terreno del *conocimiento* y es un acercamiento histórico-filosófico a la génesis y desarrollo del conocimiento científico. La segunda parte lleva por título *Interdisciplinariedad en las disciplinas* y plantea que la interdisciplina se manifiesta de maneras muy diversas, según los contextos disciplinarios en que se aluda a ella: las ciencias físicas, las matemáticas, las ciencias sociales, las ciencias biológicas, la investigación en arte y música, la ingeniería, etc. *El conocimiento interdisciplinario* constituye la tercera parte. En los ocho capítulos correspondientes se expone el desarrollo de áreas de conocimiento que se han generado entre las disciplinas, algunos ejemplos son: los estudios sobre la ciencia y la tecnología, los *media* y la comunicación, las ciencias cognitivas, la computación y los sistemas de simulación, entre otros. Sin embargo, la interrogante respecto a si esas áreas están en vías de volverse ellas mismas disciplinas, o continuarán con una perspectiva interdisciplinaria, permanece abierta y a discusión.

La institucionalización de la interdisciplina es el cuarto apartado del texto, constituye el segmento con más capítulos (9) y no es gratuito que así sea, puesto que pensar y promover la educación y la investigación interdisciplinarias supone cambiar las formas de organización y producción del conocimiento, desde los niveles administrativos y educativos, en las formas de reporte de resultados, en la formación de profesionistas y las evaluaciones académicas, lo que implicaría toda una reforma de las universidades y sus estructuras.

La quinta parte hace referencia al *conocimiento transdisciplinario*. Ahí se abordan grandes problemáticas actuales (medio ambiente, salud, riesgos) que convocan no sólo a los saberes académicos sino también extra-académicos, porque en estos problemas intervienen una gran cantidad de grupos sociales que tienen mucho que decir y aportar en los diagnósticos y las propuestas de solución.

Frodeman, como editor en jefe del volumen, fue el encargado de redactar la introducción. Ahí señala que muchas veces se ha acusado al trabajo interdisciplinario de diletantismo. No pude evitar ir al diccionario para buscar el significado de la palabra y diletante es “aquel que cultiva algún campo del saber, o se interesa por él, como aficionado y no como profesional”, la etimología viene del italiano: *dilettante*, “que se deleita”. Si añadimos que la creatividad y una cierta perspectiva lúdica deben ser parte central del trabajo interdisciplinario, esta acusación no es grave, aunque reconozco que el riesgo que se señala en el texto es el de la vaguedad e imprecisión.

No obstante lo anterior, se destaca que uno de los puntos relevantes de la interdisciplina es que ha sido concebida como una innovación en la producción de conocimiento. El interés se ha visto acrecentado porque las investigaciones interdisciplinarias han buscado dirigirse a generar conocimiento relevante, pertinente, en relación con la sociedad.

“Mucha gente piensa en el conocimiento como piensa en el dinero, es decir nunca tienen suficiente” (p. xxix) comienza señalando Frodeman para acentuar un rasgo de

nuestro tiempo: la entrada del conocimiento al mercado de los bienes.

Luego de hacer una crítica y un diagnóstico respecto a la cantidad de información y datos que se generan en el mundo día con día, y por lo cual se ha nombrado a esta época la sociedad del conocimiento, el autor señala que quienes escriben en el libro comparten la “intuición de que la solución a los problemas sociales, políticos, intelectuales y económicos no está ligada de manera simple a la acumulación de más y más conocimiento, que es necesario hoy en día entender de mejor manera las relaciones entre campos o áreas de conocimiento y cómo se producen o pueden producir caminos entre la academia y la sociedad”. (p. xxx)

Se parte de una crítica profunda al conocimiento científico, a su configuración histórica y a los usos que se le ha dado, a la doble cara —positiva y negativa— de su producción.

La propuesta es posicionarnos desde una perspectiva crítica frente al cúmulo de información, para tener un mejor sentido de las posibilidades de la producción continua y acumulativa de conocimiento, pero también de sus limitaciones, descuidos u omisiones.

En este marco, Frodeman no oculta la dificultad que tuvieron para pensar y organizar el libro. Subraya que, cuando el tema es la interdisciplinaria, la idea de un compendio comienza a ser problemática. Es muy claro al señalar que el libro no tiene la ambición de proporcionar una visión enciclopédica, o dar cuenta de manera unificada de todo el conocimiento. ¿Qué significaría en nuestro tiempo decir todo el co-

nocimiento? Tampoco ofrece una teoría acabada o un método universal para hacer investigación interdisciplinaria, puesto que ello sería sumamente contradictorio con la idea misma de interdisciplina y la crítica a la consideración de UN método científico a seguir. Aunque el autor no niega que algunos de las y los participantes pueden tener esas aspiraciones unificadoras y totalizantes.

En términos de Frodeman, los dos objetivos centrales del libro son, primero, ofrecer un amplio panorama sobre los esfuerzos actuales para la producción de conocimiento que busque tender puentes entre disciplinas e incluso trascienda las fronteras disciplinarias, es decir, dar cuenta de la voluntad y esfuerzos crecientes por generar conocimientos pertinentes, incluyendo actores no académicos, en un sentido que él denomina de transdisciplinaria; y segundo, advertir sobre el papel central que la reflexión filosófica tendrá para la sociedad del siglo XXI.

Considero que es sumamente relevante el papel que Frodeman le otorga a la filosofía como fuente de análisis y crítica de las disciplinas y de una perspectiva interdisciplinaria. Llega incluso a decir que “la interdisciplinaria se plantea como inherentemente filosófica, en un sentido no profesionalizante y no disciplinado del término” (p. xxxi). Desde mi perspectiva, los objetivos anunciados se cumplen en la obra.

Una buena parte de la crítica está focalizada en cómo, en el mundo occidental y a partir de la Ilustración, se ha pensado al conocimiento y particularmente al conocimiento científico como la panacea, la cornucopia, la respuesta a todas nuestras

interrogantes, sin admitir el carácter incabado, inestable y temporal de nuestro saber.

Podemos constatar que se presentan de manera primordial tres cuestiones a lo largo del libro: 1. una preocupación por los intersticios entre las disciplinas, esos espacios que posibilitan el diálogo y que, como no obedecen a visiones rígidas altamente disciplinarias, abren horizontes de posibilidades para pensar los problemas. 2. El conocimiento deviene relevante porque obtiene ese estatus al estar vinculado a la sociedad en la que se produce, y aquí la referencia es tanto al conocimiento que se genera por fuera del campo científico como el conocimiento acreditado que intenta aplicarse en las problemáticas sociales más acuciantes, tomando en cuenta las visiones no académicas y los otros saberes. 3. Una posición abierta frente al compromiso ético por una sociedad justa y donde lo primordial sea el buen vivir, es decir, cómo generar conocimiento que no sólo exponga estas condiciones sino que las impulse enérgicamente.

El autor señala que es necesario pensar a la interdisciplina como una teoría aproximada, que reconoce el desafío del conocimiento, siempre incompleto, parcial, fragmentario, en diálogo con otros conocimientos y sobre todo una actitud, “que requiere mostrar sensibilidad por los matices y por el contexto, flexibilidad de mente y destreza en la navegación y la traducción de los conceptos” (p. xxxi). Y en ese sentido, la interdisciplina aparece como un medio y no como un fin en sí mismo.

Los campos de la epistemología social, los estudios sobre la ciencia y la tecnología y los estudios político-sociales —según Frodeman— han hecho importantes esfuerzos en esta dirección. Una parte importante del libro se aboca a dar cuenta de ello.

La interdisciplina desde esta perspectiva crítica y abierta no evita las cuestiones teóricas; muy por el contrario, las promueve y pone a dialogar los múltiples saberes, lo que no está exento de rupturas y fricciones. Así la interdisciplina es presentada en este libro como una práctica asociada a repensar y reconceptualizar los problemas y a rearticular ciencia y sociedad.

Este cariz teórico-práctico se presenta en la gran mayoría de los textos. Se esboza que la teoría tiene que estar arraigada en la práctica y que siempre debe retornar a prácticas extra-filosóficas, que conecten y den respuesta a los problemas del mundo actual.

Frodeman concluye su introducción mencionando las faltas que se pueden apreciar en el libro: los estudios sobre economía, algún capítulo sobre literatura, historia y filosofía y los estudios de género.

A pesar de estas omisiones, el libro es una referencia ineludible que nos pone frente a las disyuntivas y problemáticas del proceso investigativo interdisciplinario, y en algunos casos nos proporciona las claves necesarias para reflexionar colectivamente y en varios niveles sobre los compromisos, límites y potencialidades de la investigación interdisciplinaria. ■

Colaboran en este número

Elena Álvarez-Buylla

Es licenciada en Biología por la Facultad de Ciencias de la UNAM, maestra en ciencias (Ecología Vegetal) por el Instituto de Biología de la UNAM y doctora en Botánica por la Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos. Ha realizado investigaciones en etnobotánica y ecología. Sus áreas de especialidad son la genética molecular y la evolución vegetal. Recibió el Premio de Ciencias Naturales de la Academia Mexicana de Ciencias. En la actualidad es investigadora del Instituto de Ecología de la UNAM.

José Antonio Amozurrutia de María y Campos

Es ingeniero químico por la Universidad Iberoamericana y doctor en Sociología por la Universidad de Zaragoza, España. Sus líneas de investigación son el desarrollo de modelos adaptativos para la simulación de problemas sociales y la cultura de información de comunicación y de conocimiento (cibercultur@) para el desarrollo de comunidades emergentes de conocimiento. Es cofundador del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Comunicación Compleja (LabComplex). En la actualidad es investigador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, de la UNAM

Juan Carlos Barrón Pastor

Es licenciado en Administración por la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM, maestro en Investigación sobre Estudios del Desarrollo en la línea de educación y desarrollo internacional, y doctor en Filosofía del Desarrollo Internacional por la Escuela de Desarrollo Internacional de la Universidad de East Anglia (DEV-UEA), Reino Unido. Dirige el proyecto de investigación "Medios masivos de comunicación en América del Norte: México en el imaginario social estadounidense y canadiense". Actualmente es investigador del Centro de Investigaciones sobre América del Norte de la UNAM.

Norma Blazquez Graf

Es licenciada en Psicología por la Universidad Anáhuac, maestra en Ciencias, especialidad en Fisiología y Biofísica por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional y doctora en Filosofía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Sus líneas de investigación son ciencia, tecnología y género, así como filosofía feminista. Es investigadora y directora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM.

Roberto Follari

Es licenciado y doctor en Psicología por la Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Ha sido director de la maestría en Docencia Universitaria de la Universidad de la Patagonia y profesor invitado de posgrado en la mayoría de las universidades argentinas, además de otras de Ecuador, Venezuela y México. Es autor de 14 libros publicados en diversos países, y de más de 150 artículos en revistas especializadas en filosofía, educación y ciencias sociales. Es profesor de epistemología de las ciencias sociales de la Universidad Nacional de Cuyo. En la actualidad dirige la maestría de Estudios Latinoamericanos en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de dicha universidad.

Alejandro Frank Hoeflich

Es licenciado, maestro y doctor en Física por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realizó estancias sabáticas en el Laboratorio Nuclear de Brookhaven en la Universidad de Yale, en el departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla, y ha realizado numerosas estancias en el laboratorio nuclear europeo de GANIL, en Francia. Su especialidad es la física nuclear y la utilización de métodos de simetría en diversos campos de la física. Recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes, en el área de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. En la actualidad es investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

Rolando García Boutigue

Profesor Normal en Ciencias por la Escuela Normal de Profesores, Buenos Aires, realizó estudios de física y matemáticas, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; Master of Arts por la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y doctor en Física con especialidad en Hidrodinámica y Termodinámica de la atmósfera por la UCLA. Sus líneas de investigación fueron epistemología y filosofía e historia de la ciencia. Profesor Emérito y Doctor *Honoris Causa* de la Universidad Buenos Aires y Doctor *Honoris Causa* de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina). Fue investigador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM.

María Haydeé García Bravo

Es licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de San Luis Potosí, maestra en Antropología Social por la Escuela Nacional de Antropología e Historia y maestra en Historia y Patrimonio por la Universidad Paris 1 Pantheon-Sorbonne, en el marco del programa internacional Master Erasmus Mundus TPTI. Sus áreas de interés comprenden la epistemología y la historia de la ciencia. En la actualidad es coordinadora del Diplomado de Actualización Profesional en Investigación Interdisciplinaria del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM.

Yves Lenoir

Es doctor en Sociología. Sus trabajos de investigación tratan de la interpretación de los profesores de primaria del currículum escolar, el análisis de sus prácticas en el aula y el estudio de la tensión entre instrucción y socialización. Fue presidente de la Asociación Mundial de Ciencias de la Educación (AMCE). Es Comendador de la Orden de la Corona y profesor titular de la Universidad de Sherbrooke (Quebec, Canadá). Actualmente es el titular de la Cátedra de Investigación de Canadá sobre la Intervención Educativa (CRCIE), subvencionada por el Consejo de Investigación en Ciencias Humanas (CRSH).

Margarita Maass Moreno

Es licenciada en Restauración de Bienes Muebles por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, licenciada en Historia por la UNAM, maestra en Comunicación y doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Iberoamericana. Sus líneas de investigación son Cibercultura y comunidades de conocimiento, cultura de comunicación y Cibercultura y memoria. Es cofundadora del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Comunicación Compleja (LabComplex). En la actualidad es investigadora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, de la UNAM.


Ricardo Mansilla Corona

Es licenciado en Matemáticas por la Universidad de La Habana, Cuba, maestro en Ciencias Económicas por la University of Carleton, Canadá, y doctor en Matemáticas por la Universidad de La Habana. Sus áreas de especialidad son la econofísica, evolución del ADN, complejidad de las series financieras y la modelación computacional de fenómenos sociales. En la actualidad es investigador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, de la UNAM. Es coordinador del Programa de Investigación Ciencia y Tecnología de este Centro.

Olga Pombo

Es licenciada en Filosofía por la Facultad de Artes de la Universidad de Lisboa, maestra en Filosofía Moderna de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad Nueva de Lisboa y doctora en Historia y Filosofía de la Educación por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa. Fue coordinadora de la Sección Autónoma de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa. En la actualidad es profesora de la Sección de Historia y Filosofía de la Ciencia. Es presidenta del Centro para la Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Lisboa.

Juan Carlos Villa Soto

Es licenciado en Psicología por la UNAM, maestro en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico por la UAM-Xochimilco y doctor en Estudios Latinoamericanos por la UNAM. Su trabajo de investigación se ha enfocado en temas de política científica y tecnológica, cultura científica y teoría y práctica de la interdisciplina. Es coordinador del Diplomado de Actualización Profesional en Investigación Interdisciplinaria del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. 

Instructivo para la presentación de artículos

INTERdisciplina publica artículos que son resultado de investigación interdisciplinaria y reflexión crítica mediante la interacción entre las ciencias y las humanidades, sobre los grandes problemas nacionales y mundiales generando propuestas para su solución. Reflexiones argumentadas sobre las implicaciones del trabajo interdisciplinario desde una perspectiva teórica, epistemológica, metodológica y/o práctica. Análisis de las ideas de transformación de las formas de pensamiento y organización del conocimiento y los saberes en el siglo XXI. Análisis críticos sobre el proceso de integración del conocimiento.

Los artículos se deben enviar en formato Word a través de la dirección electrónica: **rev.interd@unam.mx**

Características y estructura

Los artículos deben ser inéditos y no deben estar en proceso de evaluación de otra publicación.

- Extensión: el texto no debe exceder 60 000 caracteres (25 cuartillas: página tamaño carta, fuente Times New Roman, 12 puntos, interlineado de 1.5 líneas, márgenes $2.5 \times 2.5 \times 2.5 \times 2.5$ cm).
- Resumen: los artículos escritos en un idioma distinto al español deberán presentar el resumen en inglés. La extensión máxima será de 200 palabras.
- Palabras clave: los artículos escritos en un idioma distinto al español deberán presentar las palabras clave en inglés. Éstas deben tener un carácter temático.
- Datos del autor(es): deben incluir nombre y apellidos, correo electrónico, adscripción institucional, así como la formación académica.

Referencias

- Citas: se deben presentar acorde al *Manual de Estilo Chicago* 15ª edición. Éstas deben estar incorporadas en el texto señalando, entre paréntesis, en el siguiente orden: Apellido de las y los autores y el año de pu-

blicación. En el caso de citas textuales, se indicará la página de la referencia.

Ejemplos:

(Hobsbawm 1995, 140)

(Dagnino, Olvera y Panfichi 2010, 220)

- Referencias bibliográficas: se deben presentar al final del artículo, en orden alfabético acorde al primer apellido de las y los autores.

- Notas a pie de página: fuente Times New Roman, 10 puntos e interlineado sencillo.

Ejemplos:

i. *Libro de un autor*: Hobsbawm, Eric. *Historia del siglo XX*. Barcelona: Crítica, 1995.

ii. *Libro de dos o más autores*: Dagnino, Evelina, Alberto Olvera, y Aldo Panfichi. *La disputa por la construcción democrática en América Latina*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2010.

iii. *Sección de libro*: Álvarez, Sonia E. «Los feminismos latinoamericanos se globalizan: tendencias de los 90 y retos para el nuevo milenio.» En *Política cultural y cultura política. Una nueva mirada sobre los movimientos sociales latinoamericanos*, de Arturo Escobar, Sonia E. Álvarez y Evelina Dagnino (eds.), 345-380. Bogotá: Taurus; ICANH, 2001.

iv. *Artículo de revista*: Levitsky, Steven, y Lucan Way. «Elecciones sin democracia. El surgimiento del autoritarismo competitivo.» *Estudios Políticos* núm. 24, (2004): 159-176.

v. *Artículo de periódico*: Reuter. «Renuncia Benedicto XVI "por falta de fuerzas".» *La Jornada*, 11 de febrero de 2013: 1-2.

Figuras e ilustraciones

Deben entregarse en un archivo anexo indicando las páginas en las que deben insertarse. Las imágenes deben señalar el autor(a) y la fuente. Las tablas y gráficas deben entregarse en archivo Excel indicando las páginas en las que deben insertarse.

Guidance for authors

INTERdisciplina publishes papers which are the result of interdisciplinary research and critical reflection involving the interaction between science and the humanities, concerning major national and global issues, and generating propositions for their solution. Also, reasoned reflections on the implications of interdisciplinary work from theoretical, epistemological, methodological and practical points of view, and analyses of conceptions of the transformation of thought forms and organization of knowledge and learning in the twenty first century. Critical analyses of processes involved in the integration of knowledge are also welcome.

Papers should be submitted in Word format to rev.interd@unam.mx

Characteristics and structure

Papers should be unpublished and not in any evaluation process by other journals.

- *Length.* Text should be no longer than 60,000 characters (25 letter pages, in 12 point Times New Roman font, with 1.5 line spacing and $2.5 \times 2.5 \times 2.5$ cm margins).
- *Summary.* Papers written in any language other than Spanish should enclose a summary in English. Maximum length of same should be 200 words.
- *Keywords.* Papers written in any language other than Spanish should present key words in English. These should be thematic.
- *Author information.* Should include author's full name and surnames, email, institutional affiliation, as well as academic degrees.

References

- *Quotes.* Should be presented according to the *Chicago Style Manual*, 15th Ed. Quotes should be included in text, followed in brackets by, in the following order: surname(s) of the author(s) and year of publication. In the case of verbatim quotes, page of reference should be indicated.

Examples:

(Hobsbawm 1995, 140)

(Dagnino, Olvera & Panfichi 2010, 220)

- *Bibliographic references* should be enlisted at the end of the paper, in alphabetical order, according to the first surname of the author(s).
- *Footnotes* should be entered at the bottom of each page. Font: 10 point Times New Roman, with single spacing.

Examples:

i. *Book by one author:* Hobsbawm, Eric. *Historia del siglo XX*. Barcelona: Crítica, 1995.

ii. *Book by two or more authors:* Dagnino, Evelina, Alberto Olvera, and Aldo Panfichi. *La disputa por la construcción democrática en América Latina*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2010.

iii. *Section of a book:* Álvarez, Sonia E. «Los feminismos latinoamericanos se globalizan: tendencias de los 90 y retos para el Nuevo milenio». En *Política cultural y cultura política. Una nueva mirada sobre los movimientos sociales latinoamericanos*, de Arturo Escobar, Sonia E. Álvarez y Evelina Dagnino (eds.), 345-380. Bogotá: Taurus; ICANH, 2001.

iv. *Article in a journal:* Levitski, Steven, and Lucan Way. «Elecciones sin democracia. El surgimiento del autoritarismo competitivo». *Estudios políticos* núm. 24, (2004): 159-176.

v. *Article in a newspaper:* Reuter. «Renuncia Benedicto XVI "por falta de fuerzas"». *La jornada*, 11 de febrero de 2013: 1-2.

Figures and illustrations

Should be presented in a separate file, indicating the pages in which they must be inserted. All images must mention the author and the source. Tables and graphs should be presented in an Excel file, indicating the pages in which they must be inserted.



PRESENTACIÓN

EDITORIAL

Vinculación de los enfoques interdisciplinarios: clave de un conocimiento integral

Juan Carlos Villa Soto y Norma Blazquez Graf

DOSSIER

Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión

Olga Pombo

Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización

Yves Lenoir

De Galileo a Walras: el largo idilio entre las ciencias sociales y naturales

Ricardo Mansilla

Acercas de la interdisciplina: posibilidades y límites

Roberto Follari

Reconstrucción del aprendizaje interdisciplinario: un viejo debate en un nuevo contexto

Juan Carlos Barrón Pastor

Sistemas sociales e investigación interdisciplinaria: una propuesta desde la Cibercultur@

José A. Amozurrutia y Margarita Maass Moreno

El Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM: Piedra de Roseta para la ciencia en México

Elena Álvarez-Buylla y Alejandro Frank Hoeflich

LECTURAS RECOMENDADAS

VOCES CARDINALES

Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático

Rolando García

RESEÑA

The Oxford Handbook of Interdisciplinarity

Haydeé García Bravo

COLABORAN EN ESTE NÚMERO