



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**GUSTAVO CAPONI**

GRUPO ESTUDOS EM FILOSOFIA E HISTÓRIA DA BIOLOGIA

FRITZ MÜLLER-DESTERRO

---

GUSTAVO CAPONI

**LAS LEYES MORFOLÓGICAS EN  
EL PROGRAMA BERNARDIANO**

*IN*

**JUAN JOSÉ SALDAÑA  
(ED)**

**SCIENCE AND CULTURAL DIVERSITY**

[pp.1100-1109]

**PROCEEDINGS OF THE  
XXI<sup>ST</sup> INTERNATIONAL CONGRESS  
OF HISTORY OF SCIENCE  
(MÉXICO 2001)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**SOCIEDAD MEXICANA  
DE HISTORIA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA**

**MÉXICO  
2005**

---

**ISBN 970-32-2370-2  
E-BOOK**

---

## Las leyes morfológicas en el programa bernardiano

GUSTAVO CAPONI\*

### Presentación

En algunos pasajes de sus *Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* de 1878, Claude Bernard\*\* señaló ciertas fronteras para el programa formulado en su *Introduction à l'Étude de la Médecine Expérimentale*, de 1865 cuya trasgresión parece haber sido una condición para el posterior progreso de la biología. Es que, en tales *lecciones*, se postula una *force vitale directrice* (1878 p. 53) que, ajena a todo conocimiento y manipulación experimental, sería, al mismo tiempo, la única explicación posible para la conformación del organismo individual; y esa idea, se ha observado reiteradamente, al mismo tiempo en que parece *anticipar* la noción de *programa genético*; se muestra también contraria al surgimiento de ese capítulo fundamental de la *biología experimental* que es la *biología del desarrollo*.

Será el objetivo de esta comunicación discutir los posibles fundamentos de esa aparente limitación o *incoherencia* en la perspectiva bernardiana.

### El plan orgánico

Recordemos así que, aun cuando Claude Bernard nos permita pensar en la posibilidad de que, por la manipulación de variables físico-químicas, podamos obstaculizar, retardar, anular o estimular y acentuar el cumplimiento de ciertas fases del desarrollo del *plan orgánico* de un ser vivo; su programa es claro respecto a la interdicción terminante de cualquier manipulación experimental de dicho *plan* (1878 p. 52): del huevo del conejo no podemos hacer surgir otra cosa que un conejo (1878 p. 332). Y he ahí la doble y recurrente perplejidad que la lectura de

\* Departamento de Filosofía. Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.

\*\* Cuyas obras, de aquí en más, serán citadas sólo con la mención del año; es decir: sin indicar al autor.

esas páginas de Claude Bernard nos producen: por un lado no podemos evitar ver una incomoda semejanza entre la idea de un *plan organique* y la idea de un *programa genético*; pero, por otro lado, nos sentimos en cierto modo defraudados por la afirmación de que ese plan rector “es inútil a la fisiología experimental porque, estando fuera del mundo físico, no puede ejercer ninguna acción retroactiva sobre él” (1878 p. 54).

Existe, en efecto, una notoria afinidad entre las metáforas que Bernard utiliza para referirse a esa *idea rectora* y ciertas otras metáforas características del discurso de la genética molecular. Las expresiones bernardianas *consigne, idée directrice, dessin* o *preordennance vital*, y *sens des phénomènes* “son todas tentativas de designar por convergencia de metáforas un hecho biológico al cual, de alguna forma, se señala antes de alcanzarlo” (Canguilhem 1966 p. 13). Y este *efecto de anticipación* no puede menos que reforzarse cuando consideramos el modo en que nuestro autor, citando los trabajos de su contemporáneo Edouard Balbiani, vindica lo que considerara como una variante del preformacionismo compatible con la idea de epigénesis (Prochiantz 1990 pp. 111-112).

Nos referimos a la afirmación de que, sin ser una “imagen reducida del nuevo ser”, “el huevo abrigaría, no solamente en potencia sino también bajo una forma figurada y substancial, algún elemento de las siguientes generaciones” (1878 p. 313). Así, y “sin querer hacer saltos analógicos absolutamente impertinentes”, Prochiantz (1990 p. 112) apunta que “la lectura de esta hipótesis a la luz de nuestros conocimientos actuales en genética resulta definitivamente sorprendente, porque si reemplazamos el término *sustancia atávica* por genoma, caemos en un esquema al cual podría adherir todo biólogo moderno”.

Con todo, lo que separa a Claude Bernard de la genética moderna es mucho más que una palabra. Introducir una “*sustancia atávica* en un contexto epigenético” (Prochiantz 1990 p. 112) responde, sin ninguna duda, a la misma dificultad que Blumenbach pretendía resolver con la postulación de la *fuerza formativa* [*bildungstrieb*]: nos referimos, concretamente, a la comprensión del hecho de que nunca, del huevo de una gallina, surja un pavo real (cfr: Lenoir 1982 p. 20// Duchesneau 1999 p. 78). Siendo que es a esa misma dificultad que responde la genética molecular proponiéndonos una concepción del proceso de desarrollo que, como Mayr (1998 p. 175) apunta, también puede considerarse cómo una *síntesis* de epigénesis y preformación: “el cigoto contiene un programa genético heredado que determina en gran medida el fenotipo”.

Pero, aún cuando el fenómeno o conjunto de fenómenos que quiera explicarse pueda ser considerado como idéntico, el modo en el que el problema de su

explicación se plantea y el tipo de solución que se procura pueden ser muy diferentes. Por eso, aún cuando pueda decirse que el desarrollo de la genética molecular “justifica *a posteriori* las metáforas de Claude Bernard” (Canguilhem 1977b p. 13); “sería temerario concluir que la proximidad de las significaciones recubre una analogía de conceptos y tomar a Claude Bernard por un precursor de Watson y Crick.” (Canguilhem 1966 p. 13).

Más allá de ese fenómeno de *exaptación terminológica* que pueda darse entre las metáforas de Claude Bernard y la moderna genética molecular, lo que aquí debe interesarnos es saber cual era la trama de supuestos y teorías que, en el contexto del pensamiento bernardiano, pudo operar como una *presión selectiva* favorable a las mismas; y es posible que, si nos demoramos en el análisis de ese contexto original, descubramos que, lejos de estar señalando el camino que luego vino a ser recorrido por la biología contemporánea, nuestro autor halla usado esas imágenes para apuntar en una dirección absolutamente diferente.

Hecho que, por otra parte, sería absolutamente coherente si lo consideramos a la luz de aquello que discutimos aquí: la dificultad en compatibilizar esas *modernas metáforas bernardianas* con la idea de que la morfología orgánica obedece a límites estrictos (1878 p. 332) que escapan a cualquier manipulación experimental. Siendo que, para entender esto último, debemos detenernos en el análisis de la noción de *ley morfológica* que Bernard introduce en esa discusión sobre el *origen y causas de la morfología* que aparece en la tercera parte de su octava *Leçon* (1878 p. 330).

Lo que allí leemos, por otra parte, no sólo nos da una dimensión más clara de la distancia existente entre los puntos de vista de nuestro autor y aquellos de la genética contemporánea; sino que también puede permitirnos una mejor comprensión de la naturaleza de esas leyes especiales de los seres vivos a las que se aludía en la *Introduction* (1865a p. 110). Esas leyes eran puestas en evidencia por relaciones constantes entre variables fisiológicas que, no pudiendo ser pensadas ni como leyes físicas ni como teoremas de estas, tenían que ser consideradas como obedeciendo a la propia estructuración de los seres vivos. Pero, lo que en aquel texto todavía podríamos haber llegado a pensar como una conformación contingente de la materia orgánica, ahora aparecerá como una configuración establecida por leyes morfológicas específicas.

Así, en diferentes pasajes de las *Leçons*, Claude Bernard insistirá en distinguir dos tipos de factores que siempre habría que considerar, sin nunca confundir, en el estudio experimental de lo viviente (1878: p. 63, p. 66, p. 345, p. 379):

1. Las leyes pre-establecidas que rigen la forma y el orden interno de los seres orgánicos
2. Las condiciones físico-químicas determinadas que son necesarias a la aparición de los fenómenos que en ellos ocurren.

Y si puede decirse que estas últimas son suficientes para explicarnos *cómo* la máquina orgánica opera y ejecuta sus diferentes funciones; las primeras son las que establecen la estructura o la forma que esa máquina habrá de tener y el orden en el que esas funciones serán ejecutadas. Siendo, “sobre todo por el estudio del desarrollo [développement]” que, al decir de nuestro autor, “se puede adquirir la noción de la existencia de leyes que reglan la constitución morfológica de los seres” (1878 p. 330).

Allí, se nos dice en aquellos pasajes de la octava *Leçon* antes aludidos, “entrevemos desde los primeros momentos un plan ideal que se realiza escalón por escalón” (1878 p. 330); pero, el resultado final de ese proceso nunca podría ser previsto por la simple descripción de su punto de partida (1878 p. 331). Para que eso sea posible es necesario conocer el origen del *protovun*: sólo “si sabemos de donde sale, sabemos lo que será” (1878 p. 331). Nada semejante a la idea de *programa* genético parece tener aquí algún lugar: si así fuese, algo del mismo tendría que estar cifrado en el huevo y no sería necesario conocer su origen para determinar si el mismo dará lugar a un pez o a un mamífero (1878 p. 331).

El análisis experimental del huevo sólo podría, en la perspectiva de Claude Bernard, darnos a conocer los medios físico-químicos con los que será construido el nuevo ser (1865a p. 143); o, incluso, puede darnos a conocer las *fuerzas* físicas que ejecutarán esa tarea (1865b p. 646). Pero, el plan de trabajo no está allí: está en el origen mismo de todas las formas vivientes (1878 p. 331); y es por eso que no pudiendo “encontrarlo en las causas segundas o actuales” (1878 p. 331) que estudia la biología experimental debemos remitirlo al orden de las *causas primeras* (1878 p. 331). Con todo, las *causas primeras* no tienen porque ser confundidas aquí con algún designio sobrenatural; lejos de eso, Claude Bernard parece estar queriéndonos indicar que la forma de los seres orgánicos depende de un orden cósmico general cuya constitución, supone nuestro autor, escapa a cualquier ciencia positiva (1878 p. 341). El ser vivo, nos dice:

Es como el planeta que describe su órbita elíptica en virtud de un impulso inicial; todos los fenómenos que ocurren en la superficie de este planeta, como los fenómenos vitales en el organismo, manifiestan el juego e fuerzas físicas actualmente presentes y activas; pero la causa que le ha

impreso su impulso inicial está fuera de esos fenómenos actuales y obedece solamente al equilibrio cósmico general. Sería necesario cambiar el sistema planetario entero para modificarlo; el estado de cosas actual es el resultado de un equilibrio en el cual concurren todas las partes, y que trastornaría todas las partes si el mismo fuese cambiado en un punto. (1878 p. 331).

Y lo que ocurre con la órbita del planeta, fenómeno cuya pauta constante Bernard considera en si mismo como una ley; es lo mismo que ocurre con la pauta que rige la forma del organismo: la misma está arraigada en el orden cósmico general, siendo que “de eso resulta que en el estado actual de cosas la morfología está fijada” (1878 p. 332). Es cierto que “en otro equilibrio cósmico, la morfología vital sería otra” (1878 p. 333//Grmek 1965 pp.59-60); pero decir eso implica que, para cambiar esa morfología, deberíamos poder cambiar todo ese orden y para explicarla deberíamos poder explicar como este orden pudo conformarse de la forma en que lo hizo.

Pero, nos preguntaría Claude Bernard: ¿en base a que condiciones antecedentes podríamos explicarlo? Debemos reconocer, por eso, que “esas leyes morfológicas derivan de causas que están fuera de nuestro alcance” (1878 p.341). En este sentido, preguntarse *por que los seres vivos tienen la estructura que tienen?* sería lo mismo que preguntarse *por que las leyes físicas son las que efectivamente son?*; es decir: en uno y otro caso nos estaríamos preguntando *por que el mundo es como es y no de otra forma?* Y eso, en la perspectiva de Claude Bernard sólo puede llevarnos a la especulación metafísica.

### **Leyes de la forma**

Sin embargo, una cosa es decir que “la fisiología señala la existencia de leyes que ella no estudia” (1878 p.341), y otra cosa muy distinta sería decir que obedece a leyes desconocidas: lo que no es claramente el caso de Claude Bernard. Los cuatro tipos de organización o de desarrollo propuestos por Cuvier o Von Baër eran para él aproximaciones a estas leyes (1878 p. 325). Sólo que el estudio de las mismas, nos dice, deben ser considerado “dominio de la zoología o de la botánica” y no de la fisiología (1878 pp. 341-342); esta debe aceptarlas como un dato primitivo y como un límite. Puede decirse incluso que, en este sentido, las leyes morfológicas que rigen el orden de los fenómenos, se aproximan de las leyes físicas que rigen su sucesión y aparición: unas y otras explican sin ser explicadas;

y, en este sentido, ambos tipos de leyes deben ser considerados, por lo menos por el fisiólogo, como el punto en donde *la pala* del análisis *se tuerce*.

Subsiste, pese a todo, una diferencia fundamental; y la misma nos remite a la distinción entre principios ejecutivos y legislativos (1865b p. 646//1878 p. 53): las leyes físicas son leyes causales que rigen la aparición [*apparition*] de los fenómenos, son leyes que hacen que, dado un cierto fenómeno, otra cosa ocurra o deje de ocurrir; las leyes morfológicas, en cambio, sin poder determinar que un cierto objeto venga a existir, establecen la forma que ese algo habrá de tener. Las primeras rigen el acontecer de las cosas, las segundas establecen un repertorio de formas posibles que podrán o no venir a existir en virtud de aquello que efectivamente ocurra.

Las leyes morfológicas, nos dice Claude Bernard (1878 p. 335), “son leyes (...) *durmientes* o *expectantes*, que no impiden ni producen ningún fenómeno, que no actúan y sobre las cuales no podemos actuar”. Pero, aún así, estas leyes definen “un número infinito de formas vivas que desconocemos” y que, existiendo “virtualmente en la naturaleza”, también pueden ser caracterizadas como *durmientes* o *expectantes* (1878 p. 333). Siendo que su actualización o efectivización y su perpetuación dependerán de que las “condiciones de existencia” adecuadas tengan o no lugar (1878 p. 333): “el fenómeno vital está preestablecido en su forma, no en su aparición” (1878 p. 379). Hay, entonces, más formas orgánicas posibles que aquellas que de hecho existen: las leyes morfológicas establecen un repertorio de seres infinito; pero los mismos no son todas co-possibles: dadas ciertas condiciones físico-químicas específicas una u otra porción finita de ese repertorio podrá o no venir a la existencia.

Sin embargo, no todo lo que es compatible con la economía actual del cosmos de hecho existe: hay condiciones físico-químicas realizables que no se dan naturalmente pero pueden ser experimentalmente producidas en vistas a actualizar otros seres posibles. Tal es el caso de “los cuerpos nuevos que forman los químicos” (1878 p. 334). Los mismos no son, estrictamente hablando, *creados* sino más bien *actualizados* en tanto ya estaban dados como “virtualmente posibles en las leyes de la naturaleza” (1878 p. 334). Sin pretender crear las leyes que hacen posibles tales cuerpos, el químico se limita “a realizar las condiciones que la *ley creadora* exigía para manifestarse” (1865a p. 130; 1865b p. 655).

Pero, tal como lo vimos poco más arriba, esto, según nos decía Claude Bernard, también puede ocurrir con los seres vivos (1865a p. 130; 1865b p. 655): subordinándose siempre al marco establecido por las leyes de la naturaleza, el fisiólogo experimental también puede crear nuevos seres actualizando, por la

manipulación experimental, de condiciones físico-químicas algunas de las posibilidades previstas por las *leyes creadoras*. Y nos es ahora claro que, cuando usaba la expresión *loi créatrice* (por ejemplo: 1865a p. 130; 1865b p. 655), Bernard no se refería a un principio vital que actuase como causa eficiente, sino a leyes morfológicas que, tanto en el plano de los cuerpos brutos como en el de los cuerpos organizados definían pautas posibles de estructuración; es decir: algo semejante a lo que hoy llamaríamos *morfoespacio* (Goodwin 1998 p. 139).

Como René Thom, Claude Bernard también creía que tanto en biología como en química, existen “estructuras formales (...) que prescriben las únicas formas posibles que puede presentar una dinámica de autorganización en un medio dado” (Thom 1977 p. 287); y, en este sentido, puede vincularse este aspecto del pensamiento bernardiano con esa *inteligibilidad geométrica* (Gayon 1987 p.60) que hoy, reivindicando la figura de D’arcy Thompson (1917), se insinúa en distintos dominios de la biología (cfr.:Bouligand& Lepescheux 1998). Pero, si este *salto al futuro* pueda sernos útil para entender un aspecto a menudo pasado por alto del pensamiento de Claude Bernard, es sólo porque el *morphological turn* de ciertos desarrollos de la biología moderna constituye, él mismo, una recuperación de ese mismo pensamiento *tipológico* que nuestro autor ha tomado de Cuvier (Webster& Goodwin 1996 p. 15).

Más próximo de este último que de Darwin, Claude Bernard (Goodfield 1987 p.141) piensa, como vimos, que los organismos realmente existentes se estructuran en función de un conjunto definido de planes de organización o *a priori morfológicos* (Canguilhem 1966 p. 10) que, si bien obedecen a un orden cósmico dado, no pueden ser considerados como el mero resultado de una serie de contingencias históricas sino como un marco dentro del cual la historia viviente habrá de ocurrir. Las *leyes morfológicas* limitan el *juego de lo posible* biológico concomitantemente con las leyes físicas; y esto significa que, al manipular los cuerpos organizados, el experimentador deberá aceptar el límite de esas leyes al igual que acepta las constricciones de la legalidad física (1865a p. 130; 1865b p. 655).

Las leyes, nos dice nuestro autor (1878 p. 379), “las podemos conocer, la observación nos la revela; pero, somos impotentes para modificarlas”; y esto vale tanto para las leyes morfológicas que establecen el plano de constitución de los seres organizados como para las leyes físicas que regulan su aparición. Con todo, dentro de esos márgenes, nuestra capacidad para controlar los fenómenos vitales puede llegar a permitirnos, incluso, la creación de nuevos seres o ,aún, de monstruos; pero, tanto unos como otros respetaran las constricciones del *morfoespacio*.



En realidad, la perplejidad que nos produce la lectura de las referencias de Claude Bernard a esa inalterabilidad experimental del plan de construcción de los organismos, el *plan organique* (1878 p. 51), obedece justamente al hecho de que nos apresuramos a leer sus metáforas como entrañando una anticipación de la genética contemporánea y perdemos de vista su solidaridad con esa *morfología racional* (Webster&Goodwin 1996 p. 8) que el darwinismo acabó eclipsando (Admudson 1998). Es a un coherente seguidor de Cuvier y no a un precursor miope de Watson&Crick que tenemos que leer en este párrafo: “los fenómenos vitales tienen sus condiciones físico-químicas rigurosamente determinadas; pero, al mismo tiempo, se subordinan y se suceden en un encadenamiento regido por una ley fijada de antemano: se repiten eternamente, con orden, regularidad, constancia y se armonizan en vistas a un resultado que es la organización y el crecimiento del individuo” (1878 p. 51).

Para nosotros, de un modo u otro *neo-darwinianos*, el *plan orgánico* es siempre algo más o menos parecido a un conjunto mutante y no plenamente articulado de instrucciones que, de un modo más o menos estricto, obedece a las exigencias de la selección natural (Mayr 1988 p. 16 y p. 49); y es ese carácter contingente y *bricolado* lo que nos permite pensar en su manipulación y modificación experimental. Pero, ajeno a la preocupación darwinista relativa al origen y a la evolución de las estructuras adaptativas, Claude Bernard estaba interesado en los principios que regían la constitución de sistemas organizados y no se preocupó con el problema de definir un registro material para la transmisión hereditaria de aquellas estructuras: como ocurría con Cuvier (1812 p. 96 y ss.) era la correlación de las partes y no las condiciones de existencia lo que a nuestro autor le parecía fundamental explicar (1878 p. 50).

Desde su perspectiva, para que un organismo pueda adaptarse a las exigencias de su ambiente en un sentido más o menos próximo al darwiniano, debía ser antes una estructura morfológicamente viable; y era eso lo que ese *atavismo* o *memoria* hereditaria venía a garantizar (1878 p. 66 y p. 345). Por su mediación, un organismo transmitía a la descendencia las instrucciones adecuadas a la constitución de una forma posible y no las instrucciones relativas a la construcción de una forma adaptada. Siendo justamente sobre ese ajuste que Claude Bernard creía imposible interferir: pretender hacerlo sería algo semejante a querer construir máquinas que desobedeciesen las leyes de la física. En ese límite, *interferir* es *abortar* (cfr: 1878 p. 335).

No le preguntemos, sin embargo, al texto de Claude Bernad que es lo que podría ocurrir por sobre esas constricciones morfológicas fundamentales: hasta

donde podríamos forzar experimentalmente esas formas y cual es el margen de variación a la que las mismas podrían dar lugar en la naturaleza, eran cosas que escapaban al ámbito de su reflexión; y, si insistimos en esos interrogantes, es posible que la única respuesta que encontremos sea la que nos den los prejuicios y las limitaciones de un hombre y no la que nos sea permitido formular a partir de las posibilidades de un programa de investigación. Este, es cierto, no previó ciertos desarrollos posibles de la *biología funcional* y prácticamente ignoró el dominio de lo que iba venir a ser la *biología evolutiva*; pero tampoco los impugnó de antemano. Por otra parte, la actual preocupación por las leyes de la autoorganización (cfr: Webster&Goodwin 1996 p. 231 y ss), parece justificar los reparos de Claude Bernard sobre los límites de lo *posible biológico*; y lo hacen en un nivel que, nos parece, va más allá de las *metáforas*.

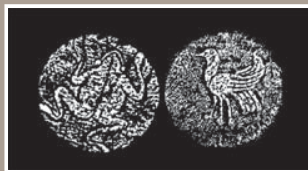
### Bibliografía

- Admunson, R. 1998: "Typology reconsidered: two doctrines on the history of evolutionary biology". *Biology & Philosophy* 13 [153-177].
- Allen, C./ Bekoff, M./ Lauder G.(eds.)1998: *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press.
- Bernard, C. 1865a/1984: *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion.
- Bernard, C. 1865b: "Du Progrès dans les Sciences Physiologiques", *Revue des deux mondes* 58 [pp.640-663].
- Bernard, C. 1878/1966: *Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris: Vrin.
- Bouligand, Y.&Lepescheux, L. 1998: "La théorie des transformations". *La Recherche* 305 [78-83].
- Canguilhem, G. 1966: "Le tout et la partie dans la pensée biologique". *Les Études Philosophiques* [nouvelle serie] année 21 n.1. Paris: PUF[5-16].
- Canguilhem, G. 1977: "La question de la normalité dans l'histoire de la pensée biologique" , in Canguilhem, G. 1988: *Idéologie et Rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*. Paris: Vrin. [121-139].
- Canguilhem, G. 1983a: *Études d'Histoire et de Philosophie des Sciences*. Paris: Vrin.
- Cuvier, G. 1812: *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes* [Discours Préliminaire]. Présentation, notes et chronologie par P. Pellegrin. Paris: Flammarion 1992.

- Duchesneau, F. 1999: "Force essentielle et force formativa: les modèles de épigénèse au XVIII siècle", in: Feltz, B./Crommelink, M./Goujon Ph. (1999-eds.): *Auto-organisation et émergence dans les sciences de la vie*. Bruxelles: OUSIA.
- Gayon, J. 1987: "L'espèce sans la forme", in Gayon, J.&Wunenburger (1987-eds): *Les Figures de la Forme*. Paris: L'Harmattan [50-62].
- Goodfield, J. 1987: *El desarrollo de la fisiología científica*. México: UNAM.
- Goodwin, B. 1998: *Las manchas del Leopardo*. Barcelona: Tusquets.
- Grmek, M. 1965: *Claude Bernard: Cahier de Notes [1850/60]*. Paris: Gallimard.
- Lenoir, T. 1982/1989: *The Strategy of Life*. Chicago: The Chicago University Press.
- Mayr, E., 1988: *Toward a new philosophy of biology*. Cambridge: Harvard.
- , 1998: *Así es la Biología*, Madrid: Debate.
- Prochiantz, A. 1990: *C. Bernard: la révolution physiologique*. Paris: PUF.
- Thom, R. 1977: *Stabilité structurelle et morphogénèse*. Paris: Interéditions.
- Webster, G.&Goodwin, B. 1996: *Form and transformation*. Cambridge: Cambridge University Press.

# Science and Cultural Diversity

Proceedings of the XXIst  
International Congress of History of Science



[Ir al Índice...](#)

Juan José Saldaña  
EDITOR



SOCIEDAD MEXICANA DE  
HISTORIA DE LA CIENCIA  
Y DE LA TECNOLOGÍA, A. C.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**P  
F E**  
PUBLICACIONES Y  
FOMENTO EDITORIAL