



Ilya Prigogine: ¿Nueva Alianza o Nueva Religión?

Carlos Zuppa (zuppa@unsl.edu.ar) Departamento de Matemáticas. Universidad Nacional de San Luis (Argentina)

Abstract

According to certain sectors of the post-theory, Ilya Prigogine created a new alliance with nature under the sign of a conjunction between science and philosophy, where the studies on irreversibility, dissipative structures and self-organizing structures play a major role in the new epistemological parameters of this century. These claims are radically questioned in this work. Some very specific aspects of Prigogine's theories are examined only from an elementary perspective, since, on the one hand, they do not constitute the focus of this paper, and, on the other, thorough technical revisions of his theories from the perspective of Physics are available. The main purpose of this work is to perform a critical examination of the Prigoginean conception as a new epistemological paradigm.

Key words: prigoginean paradigms, chaos, determinism, irreversibility

Resumen

Según cierto sector de la posteoría, Ilya Prigogine habría creado una *nueva alianza con* la naturaleza bajo el signo de una conjunción de ciencia y filosofía, donde los estudios sobre la irreversibilidad, las estructuras disipativas y las estructuras auto-organizativas juegan un rol preponderante en los nuevos paradigmas epistemológicos de este siglo. En este trabajo se cuestionan radicalmente dichas afirmaciones. Algunos aspectos muy específicos de las teorías de Prigogine se critican solamente desde un punto de vista elemental ya que por una parte, no es el principal objetivo de este trabajo y, por otra, es posible actualmente disponer de revisiones técnicas mucho más profundas desde el punto de vista de la física. El eje central de este trabajo es una crítica reflexiva de la concepción prigoginiana como un nuevo paradigma epistemológico.

Palabras clave: paradigmas prigoginianos, caos, determinismo, irreversibilidad.

Introducción

En 1996 un físico profesor de la Universidad de New York, Alan Sokal, publicó en la revista de estudios culturales *Social Text*, un artículo titulado "*Transgredir las fronteras: hacia una hermenéutica transformadora de la gravitación cuántica*" y poco tiempo más tarde el autor confesó que había sido nada más que un "*dispositivo literario experimental*" para poner en evidencia la falta de rigor y la arrogancia intelectual particularmente insoportable que caracteriza a los estudios culturales y la epistemología de la ciencia en lo que podemos llamar una posteoría destinada a criticar las ciencias modernas y su racionalidad. Esta arrogancia intelectual y sin fundamento se apoya directamente en la autoridad de cierto grupo de autores franceses, como F. Lyotard, J. Derrida, J. Lacan, G. Deleuze, J. Kristeva, P. Virilio, L. Irigaray, B. Latour, J. Baudrillard y otros, que, es justo reconocerlo, tienen un marcado gusto —*el ser metafórico en exceso*— por metáforas inspiradas en el lenguaje de la ciencia actual, pleno de turbulencias sugerentes: caos, indeterminación, azar, etc. y cuyos prestigios inmediatamente se desinflarían si se hiciera un lectura atenta y sin complacencias, según Sokal. La broma se transformó luego en una posición más radicalizada con la publicación del libro *Imposturas Intelectuales* de Sokal y J. Bricmont (1998), donde se postula la



hipótesis que esta posteoría no es más que una ciencia del *no se qué pero tampoco sé cómo*, montada sobre alusiones incorrectas sobre la física y la matemática contemporáneas.

Aunque esta crítica injusta desde algunos puntos de vista es motivo de análisis más detallados, digamos solamente que, como ya fue remarcado, no se lee a B. Latour -por ejemplo- para aprender mecánica relativista y, por otra parte, los autores criticados dijeron muchas más cosas que las eventuales metáforas científicas incorrectas. Lo curioso es que Sokal y Bricmont (2) ahorraron de sus críticas a Ilya Prigogine, siendo que, voluntaria o involuntariamente, Prigogine es responsable de la mayor parte de los equívocos científicos que asolan los cursos básicos de epistemología de la ciencia. ¿Espíritu de cuerpo?

El uso del verbo asolar no es exagerado; cualquier inspección de los contenidos de los mencionados cursos tropieza con la siguiente colección de conceptos que son manejados de manera fetichista: azar, caos y desorden, el fin del determinismo, la flecha del tiempo, el redescubrimiento del tiempo, reformulación del principio de la entropía, etc.; y estamos hablando de cursos básicos de epistemología destinados a estudiantes de ciencias o estudiantes de maestrías en ciencias humanas para los cuáles están palabras derivadas de temas de extraordinaria complejidad son meramente sonidos sin sentido.

Es claro que Prigogine ha contribuido a la confusión con un arsenal retórico de incalculable valor: la alianza de saberes que propugna Prigogine consiste en un ordenamiento eficaz del lenguaje propio de la secta prigoginiana. Primero porque muy habitualmente estos cursos son dictados por personas que conocen poco y nada del mundo de la física y de una temática que es dificultosa aún para los expertos. Segundo y más importante, porque aunque los cursos fueran dictados por expertos, también se convierte en una experiencia sin sentido debido a que la capacidad de reflexión es cuanto menos dudosa en el sentido siguiente: primero se enseña a leer y luego se puede hablar de los problemas de sentido del lenguaje; es más que difícil que en un curso de iniciación a la literatura se pueda abordar reflexivamente las turbulencias de sentido de la monumental obra *Yo, El Supremo* de A. Roa Bastos.

En consecuencia, aun hablando la misma lengua, es posible reproducir el mito de la torre de Babel en cuanto al problema del sentido y la verdad. El sistema prigoginiano crea sus propias categorías de interacción, transacción, organización, teleología, ontología; sus propios modos de construir la realidad y sus propios códigos de aceptación de lo verdadero. El sistema simula hablar para todos pero en realidad habla para si mismo y para el contacto que establece con otros miembros del mismo sistema; lo que importa es la relación entre la verdad del acto de enunciación y la experiencia de la recepción por parte de dichos miembros. Los gestos, los rituales que rodean la enunciación, los dispositivos tecnológicos, son los que confieren *verosimilitud* y *veracidad* a los conceptos que son aparatos para la producción de hechos internos al sistema. J. Baudrillard define éste fenómeno como el de la *estética hiperreal*, que consiste en suplantarse lo real por los signos de un real aparente, de modo tal que los conceptos se transforman en productores de realidad, pero es realidad interna al sistema, donde lo único que se recordará es el sonido de la voz de Prigogine y sus pretendidos nuevos paradigmas.

La cuestión es: ¿han ocurrido en la ciencia en general, y en la termodinámica en particular, las reformulaciones que postulan los partidarios de Prigogine? La terrible concretitud de lo real, que a algunos parece no importarles demasiado, demuestra claramente que las pretensiones de Prigogine están muy lejos de ser realidad:

1) En las cuestiones que están más relacionadas con mi especialidad, matemática, puedo decir con certeza que las especulaciones de Prigogine en los campos de caos, determinismo, bifurcaciones, etc., son fallidas.

2) En el campo de la mecánica estadística, procesos disipativos y estructuras auto-organizativas, podemos decir que una cuidadosa inspección de la bibliografía en la temática y las revisiones de los libros y trabajos de Prigogine, demuestran que ninguna de las modernas teorías de Prigogine funciona en el mundo de la física. En particular, al menos por ahora, no hay ninguna reformulación de la entropía ni del segundo principio de la termodinámica.



3) El postulado de Prigogine destinado a reconciliar el tiempo de Bergson con el tiempo relativista no pasa, al menos por ahora, de meras declaraciones fetichistas; sus operadores "cuánticos" del tiempo no son más que afirmaciones del *quizás sería bueno pero no sé cómo*.

Por otra parte, ¿sobre que bases racionales es posible concluir que estos eventuales cambios en la termodinámica influirían en una nueva alianza entre ciencia y filosofía? Es al menos muy dudoso que se pueda construir sobre estas bases incorrectas una nueva alianza de los saberes humanísticos y científicos. Por supuesto, los partidarios de la *nueva alianza* recurren inmediatamente al argumento de la supuesta guerra de identidades entre ciencia y humanismo, pero no hay tal cosa, aún en ciencias humanas es válido el principio de Parménides de justificar lo que se dice y, las teorías de Prigogine, no aparecen por el momento con la solidez necesaria para proveer de las justificaciones necesarias.

Este es fundamentalmente el tema que trataré en este trabajo.

La Enfermedad del Discurso de Prigogine

Ilya Prigogine fue un admirable científico que tenía un gran olfato para determinar nuevas ideas y direcciones en la física. Como parte principal de la Escuela de Bruselas de termodinámica realizó importantes contribuciones en la termodinámica del no-equilibrio en las décadas del 50 y 60 y seguramente su libro *Introduction to thermodynamics of irreversible process* -cuya última revisión es de 1967- es un modelo de lucidez de sus primeras épocas.

En la década del 70 comenzó a trabajar en las denominadas *estructuras disipativas* y comenzó su disputa con las ideas ortodoxas – y todavía vigentes a pesar de él- de la mecánica estadística según las cuáles las leyes básicas de la mecánica son reversibles pero generan estadísticamente fenómenos macroscópicos irreversibles. En esta época trató también de fundamentar rigurosamente una teoría de *pattern formation* y estructuras auto-organizativas. No tuvo éxito, pero su camino fue inspirador e incentivó a mucha gente a tratar estos problemas, con mejores resultados que los que él mismo obtuvo.

Después de haber ganado el premio Nobel en 1976, tal vez atacado por algún mal metafísico, el famoso virus del caos o porque simplemente adhirió a la tesis de Lyotard de refugiarse en la escritura, comenzó a escribir libros sobre todas estas cuestiones, en los cuales dedicó gran cantidad de espacio a un *nuevo tiempo humano* y en los cuáles habría creado una *nueva alianza con la naturaleza* bajo el signo de una conjunción paradigmática de ciencia y filosofía, donde los estudios sobre estructuras disipativas y auto-organizativas jugarían un rol preponderante en la nueva ciencia por venir. Todo esto lo convirtió rápidamente en el pope mayor de ciertos epistemólogos de la ciencia del *New Age del conozco pero no se qué*, entre los cuáles una gran cantidad de equívocos acerca de la importancia de los trabajos de Prigogine –no incentivados por él, por supuesto- son de uso común. Los puntos siguientes no deben ser interpretados en modo alguno como un ataque al genio de Prigogine y sí tienen la intención de deshacer algunos de estos equívocos de esta epistemología contemporánea:

1) De hecho, ninguna de las teorías de Prigogine sobre estructuras disipativas o *pattern formation* están actualmente en uso. Sus criterios para predecir la estabilidad de estructuras disipativas lejos del equilibrio han fallado, excepto en el caso de proximidad del equilibrio (Keizer 1987) y los modelos de oscilaciones químicas del tipo Brusselator son incompetentes para tratar muchos fenómenos experimentales importantes, P. Hohenberg (Cross and Hohenberg 1998) remarca al respecto: "...no conozco de ningún fenómeno simple que la teoría de Prigogine haya explicado". Por otra parte, sí es posible tener sistemas reversibles que, sin embargo, se auto-organizan perfectamente (D'Souza and Margolus 1999), algo que hubiera repugnado a Prigogine.

2) Otro equívoco frecuente es atribuirle alguna contribución sustancial a la teoría del caos, pero Prigogine no ha efectuado en modo alguno ninguna contribución importante a la dinámica no-lineal (Allgood and Yorke 1996).



3) La termodinámica irreversible del no-equilibrio fue inaugurada por la ecuación de Boltzmann en 1872. El trabajo de Boltzmann se inscribe en el marco de la mecánica estadística, pero aún en el nivel más abstracto de la termodinámica, el primer tratamiento de un proceso irreversible y fuera del equilibrio no fue efectuado por Prigogine como dicen muchos libros, sino por L. Osanger en la década del 20. Osanger fue autor de muchos trabajos importantes en física pero es completamente desconocido en el campo epistemológico, probablemente porque no le otorgó ningún sentido metafísico o ético a sus investigaciones.

4) El trabajo *Smooth Dynamics and New Theoretical Ideas in Nonequilibrium Statistical Mechanics* de Ruelle (1999) presenta una revisión completa de las modernas teorías de la termodinámica lejos del equilibrio y su relación con la dinámica no-lineal. No es mi intención comentar esta extremadamente dificultosa teoría, pero es interesante destacar que en la bibliografía del trabajo mencionado sólo aparece el primer libro ya citado de Prigogine, *Introduction to thermodynamics of irreversible process*. No es inútil mencionar también que D. Ruelle y J. Keiser son dos de las más brillantes personalidades en el mundo de la mecánica estadística.

Es claro en el campo de la ciencia que la naturaleza se resistió con éxito a las últimas teorías de Prigogine. Claramente, no podríamos acusarlo de desconocer física o matemáticas, pero también sabemos que la mayoría de sus argumentos físicos que sustentarían sus *nuevos paradigmas* y la *nueva alianza* han sido sistemática y meticulosamente destruidos por la malhechora racionalidad científica (ver, por ejemplo, el artículo de Bricmont de 1997 y la abundante bibliografía allí citada, la revisión de H. Pagels de 1985) aunque siempre podemos refugiarnos en la sospecha de que la racionalidad es un subterfugio de la razón. Pero esto no importa mucho, en realidad Prigogine hablaba para el sistema de la epistemología post (desde el punto de vista de la Teoría de Sistemas) y en ese territorio la *fronesis* es otra y radicalmente distinta. En dicho territorio la "*verdad*" de Prigogine puede subsistir sin confrontar directamente con la realidad objetiva y este es verdaderamente el mal de nuestro tiempo: la enfermedad del discurso filosófico.

El artículo de J. Bricmont ya citado es muy iluminador con respecto a las confusiones, errores matemáticos y errores de interpretación de los nuevos paradigmas de la ciencia. En particular, sobre temas que tienen una incidencia muy fuerte en las nuevas epistemologías: irreversibilidad, termodinámica, auto-organización, determinismo y caos, etc. Cualquiera que quiera tener una idea seria sobre estos problemas debería leer a conciencia este artículo y la abundante bibliografía citada. Es útil también citar algunos comentarios en las revisiones del libro *Self-Organization in Nonequilibrium Systems* que publicó con G. Nicolis:

The concluding chapters on evolution and ecology display that disdain for biologists' actual knowledge of these subjects which has become all too typical of physicists. Notebooks

I don't know of a single phenomenon his theory has explained. Perhaps for this reason, in the just under five hundred pages of his Self-Organization in Nonequilibrium Systems, there are just four graphs of real-world data, and no comparison of any of his models with experimental results... (Cross and Hohenberg 1998).

El libro *Las Leyes del Caos* de Prigogine (1997) es en realidad un inventario completo de todos estos malentendidos y fetichizaciones y sería muy largo un análisis pormenorizado de cada una de sus páginas. Vale la pena sin embargo que comentemos al menos algunos ejemplos para que quede en claro la afirmación acerca de la "*enfermedad del discurso*".

1. La Mecánica de Newton

Prigogine también participa del sempiterno entierro de Newton. En la página 43 se puede leer una citación de sir J. Lighthill, a la cuál Prigogine adhiere entusiasta:



Llegados a este punto debo hacer un alto y hablar en nombre de la gran hermandad de los expertos de la mecánica. Hoy somos conscientes de que el entusiasmo que sentían nuestros predecesores por el éxito maravilloso de la mecánica newtoniana les llevó a hacer generalizaciones, en el campo de la predicción...que hoy han resultado ser falsas. Queremos pedir disculpas colectivamente por haber inducido a error al público culto al propagar, a propósito de los sistemas que cumplen las leyes newtonianas del movimiento, unas ideas que después de 1960 ya no se pueden sostener...

Y agrega Prigogine:

La renovación de la dinámica, la más antigua de las ciencias occidentales, es un fenómeno único en la historia de las ciencias. Durante mucho tiempo el determinismo era el símbolo de la inteligibilidad científica, mientras que hoy se reduce a una propiedad que sólo es válida en casos límites. Estos casos límites corresponden, precisamente, a los sistemas dinámicos estables...La razón de la declaración de sir James Lighthill es, concretamente, el descubrimiento de los sistemas dinámicos caóticos. El simple hecho de que unos sistemas puedan volverse caóticos no es ninguna novedad. El ejemplo clásico es la transición entre movimiento laminar y turbulento. Pero un líquido es un sistema complejo.... Pero la novedad es que ahora tenemos sistemas caóticos muy simples, y ya no nos sirve la coartada de la complejidad. El carácter inestable e irreversible pasaría a ser parte de la descripción en el nivel fundamental...

Ahora bien, este devaneo argumental no se sostiene ni en sus pies ni en su cabeza.

Antes que nada, un argumento elemental, de sentido común, que despreciarán los filósofos, es el simple hecho que la mecánica de Newton continua viva en gran parte de la física contemporánea: nueve años después que Lighthill afirmara que ya no se sostiene más, los norteamericanos realizaban la proeza de poner hombres en la luna y traerlos de vuelta, todo con la mecánica de Newton, así como muchos otros ejemplos de la ingeniería y tecnología con los que actuamos diariamente. Segundo y más importante, la mecánica de Newton ha renacido a través del estudio de los sistemas caóticos: solamente en los sistemas dinámicos deterministas puede haber, al menos por ahora, lo que hoy por hoy en matemáticas se denomina caos en sistemas dinámicos; por otra parte, que los sistemas dinámicos podían tener movimientos realmente complicados (caos) era conocido por Maxwell alrededor de 1860 y también por Poincaré (puntos homoclinicos) en sus estudios de la mecánica de los tres cuerpos. Todo esto está muy bien explicado en el artículo citado de Bricmont y remarcamos, otra vez, ¡que todos estos sistemas son reversibles!

Por otra parte, es falsa la relación establecida entre el movimiento caótico y que el sistema no sea determinista. Si no fuera determinista, ningún experimento de los que hoy son tan populares para poner de manifiesto el caos computacionalmente sería posible, ni serían posible los dibujos que aparecen en los libros –incluido el de Prigogine– para mostrar el carácter de las órbitas, ni muchas otras predicciones de carácter tecnológico en la aplicación de la teoría de caos para lasers, por ejemplo.

También, como ya he mostrado, el sistema numérico es un "test de Rorschach" de las preocupaciones metafísicas que uno puede tener (¡suponiendo que se tenga alguna!). La recta puede también ser mirada como una representación de todas las metáforas perturbadoras: indeterminación, caos, azar, etc. Ninguno discutirá el carácter esencialmente determinístico de los números reales. Sin embargo, la gran mayoría de los números son "incomputables" según demuestran los resultados de Turing; la gran mayoría de los números tienen en sus dígitos un comportamiento totalmente errático e imprevisible. Para colmo de males, tenemos el teorema de incompletitud de Gödel y el problema esencial de la consistencia lógica, pero a nadie se le ha ocurrido que esto ha decretado la incapacidad de calcular o que ¡la ciencia ha llegado a su límite de desarrollo!



2. Reversibilidad e Irreversibilidad

Ya he anotado que se puede consultar con mucho provecho el artículo mucho más técnico de Bricmont para adentrarse en la teoría física de la reversibilidad de los sistemas mecánicos y la irreversibilidad de otros sistemas donde otros tipos de energía y procesos están involucrados. Los espíritus inquietos pueden consultar también, lo que sería muy provechoso para aquellos que usarán la física de un modo y otro, la monumental obra de Feynman (1972). Pero recurriremos otra vez al mero sentido común (2). Los físicos saben hace mucho que hay procesos reversibles e irreversibles. Para los físicos, los sistemas mecánicos son reversibles porque basta con negativizar la velocidad para obtener el movimiento contrario —nótese que en ningún momento los físicos aseguran que esto es invertir el tiempo— y, con este simple procedimiento, volvieron los hombres que fueron enviados a la Luna. Esto y nada más que esto es un proceso reversible.

Pero la gente común también lo sabe: si bajo una escalera puedo volver a subirla invirtiendo el sentido, del mismo modo que si olvidé mis documentos en casa y si los necesito, vuelvo a buscarlos. Si no existieran los procesos mecánicos reversibles de los físicos, ni siquiera Ulises habría regresado y ¡Penélope todavía estaría tejiendo! Tan simple como esto. Si un huevo baja puede volver a subir (reversible), pero si se estrella contra el suelo lo que puede volver a subir no es ya lo que entendemos como huevo y este es un proceso irreversible. Y esto no tiene nada que ver con el *transcurrir del tiempo*. Prigogine fetichiza el discurso al afirmar que hasta Popper sostiene que el problema del tiempo es esencial. Muy bien, ¿y? El tiempo es un problema básico en la metafísica, como dijeron Platón, Plotino, San Agustín, Blake, Bergson y tantos otros, pero esto no es la discusión básica en la distinción entre fenómenos reversibles e irreversibles. Una cosa es discutir el *Ars Combinatoria* de Lull, que fue muy desarrollada por los cabalistas, y otra los nombres de Dios. Por otra parte, y gracias a los ejemplos mencionados, imaginen las complicaciones que tendríamos si algún distraído lograra un modelo mecánico irreversible de los procesos reversibles!

3. La Inestabilidad de Bénard. Auto-organización

En la página 28 del libro, Prigogine comenta el fenómeno de la hidrodinámica conocido como *inestabilidad de Bénard*. Este experimento consiste en calentar un líquido por debajo; cuando se crea una diferencia de temperatura bastante grande, aparece una nueva coherencia (remolinos). Y Prigogine agrega: "...estas estructuras revelan el papel creador de los fenómenos irreversibles, y por lo tanto la flecha del tiempo".

La flecha del tiempo aparece otra vez aquí como el *Deus ex machina* de la creación de nuevas estructuras. No tenemos problema en asociar la flecha del tiempo con el transcurrir de cualquier proceso, aún los reversibles, como por ejemplo el tiempo que empleamos en provocar la mencionada diferencia de temperatura. Pero no es la flecha del tiempo la creadora de la nueva coherencia de Bénard, sino ¡la *diferencia de temperatura*! Aún sin conocer leyes de física hasta los antiguos sabían, al fundir metales, que la diferencia de temperatura produce coherencias nuevas.

Este ejemplo había sido tratado de manera aún más oscura en *La Nouvelle Alliance* de Prigogine-Stengers (1979) donde se afirma que "...para que ocurra la inestabilidad de Bénard es necesario proveer más calor al sistema". Esto provocó una interpretación más o menos generalizada de que se podía obtener *orden del desorden*, estructuras auto-organizativas que se crearían de la *nada* gracias a la fuerza creadora de la flecha del tiempo en contradicción con el segundo principio de la termodinámica. Por ejemplo, Meessen (1984) afirma que "...es remarkable que la creación de una estructura sea iniciada por una fuente de calor, que es usualmente fuente de desorden" (ver también la obra de A. Ganoczy 1995). O sea, la acción de calentar sugiere un aumento de desorden, ¡mientras que el resultado es una estructura auto-organizada! Pero lo que se necesita es, como dijimos antes, una *diferencia* de temperatura: mientras más se caliente un lado, más se debe enfriar el otro lado que actúa como un refrigerador; esto es, se requiere una fuente *ordenada* de energía para que la inestabilidad de Bénard se produzca ¡y esto es totalmente compatible con la segunda ley de la termodinámica!



4. Determinismo, Probabilidad e Historia

Determinismo e indeterminismo son dos palabras convocantes de los mejores momentos imaginativos de este maestro de la prestidigitación que era Prigogine (podemos también incluir a Stengers, ¿porqué no?). Es en este tema espinoso donde sus palabras adquieren, más que en ningún otro tema, un inusitado vuelo creador hacia la tierra de las Falacias de la Mente. Podríamos pensar, sin ser demasiado injustos, que las consideraciones de Monod (1970) acerca de la filosofía de Bergson: "...es una dialéctica metafórica desprovista totalmente de lógica, pero no de poesía...", son justas para Prigogine cuando afirma: "...en un mundo determinístico, la irreversibilidad no tendría sentido, ya que el mundo del mañana estaría ya contenido en el mundo de hoy, no habría entonces necesidad de hablar de la flecha del tiempo...".

No hay necesidad de otorgar al "*mundo*" atributos que usamos para categorizar los diversos esquemas que usamos para otorgarle un sentido a lo que llamamos real. Lo material no tiene signo, y es a partir de esa ausencia de signo que el pensamiento construye una nueva *realidad*. Lo *real* es la forma que asume al transformarse, la organización de lo material, de modo de volverlo real. Es esa cristalización de lo material en una forma organizativa y operativa lo que se llama lo real. Y para hacer inteligible el mundo usamos esquemas deterministas a veces e indeterministas en otras. Como lo ha demostrado claramente Piaget, ningún niño podría estructurar su experiencia si no recurriera a esquemas deterministas: modelos de causa-efecto, acomodamiento espacial, leyes de transitividad, etc.; así que esa frase es un ejemplo perfecto de *abstract non-sense*.

Para que esto se vea más claro, analicemos otra cuestión. En la página 29 de *La Teoría del Caos*, Prigogine reconcilia el determinismo, indeterminismo e historia, a través de un ejemplo sencillo de bifurcación de órbitas en osciladores químicos.

Ahora bien, un oscilador químico está modelado por una ecuación diferencial que es un modelo estrictamente *determinista*. Supongamos, para simplificar, que el oscilador depende de un único parámetro externo real λ que podemos variar experimentalmente. Cuando λ pasa por el valor λ_c , el modelo predice una bifurcación del tipo Hofp, de manera que las órbitas críticas del sistema (¡que son las que interesan!), verifican el diagrama de la página 30 de *La Teoría del Caos*. Así que suponemos que se verifica:

- 1) Para $\lambda \leq \lambda_c$ hay una única solución.
- 2) Para $\lambda > \lambda_c$ hay dos soluciones.

Este es el esquema conceptual teórico que modela nuestro problema y vuelvo a enfatizar el hecho de que nuestro modelo es *determinista* y le otorga inteligibilidad al problema de las oscilaciones químicas. Ahora, realicemos mediciones de la cantidad de soluciones obtenidas variando experimentalmente el valor de λ en un entorno de λ_c . De manera similar a cuando medimos longitudes con un regla, obtenemos el valor de λ con un cierto error y aquí se introduce el *indeterminismo*. Este error en general satisface una distribución normal con media en λ_c y es entonces natural que si realizamos veinte experimentos de esta forma, obtenemos, a grosso modo, diez resultados con dos soluciones y diez con una sola solución. En consecuencia, si al parámetro λ puede dársele algún sentido evolucionista, esto le alcanza a Prigogine para afirmar que la evolución se realiza a través de una sucesión de estadios descriptos por leyes deterministas y leyes probabilistas y, por añadidura, introducimos la historia en la evolución del sistema.

Pero es más que claro que son dos procesos distintos: uno es el modelo determinista del proceso y otro, totalmente distinto, es el proceso de nuestros experimentos, que debido a errores de medición, etc., tiene un carácter aleatorio. Es más, es solamente a través del modelo determinista que se le puede otorgar sentido a nuestras previsiones y experimentos ulteriores. En el modelo, la evolución se realiza por un proceso determinista



puro. Por otra parte, es justamente el modelo determinista el que nos dice que si logramos obtener λ con una precisión eventual de ± 0.001 y $(\lambda \pm 0.001) > \lambda_c$, entonces tenemos seguramente dos soluciones.

En cuanto a la introducción de la historia, digamos que en general λ puede no tener ningún sentido de evolución, sino simplemente ser la medida de concentración de alguna sal. Pero aún si al parámetro se le puede otorgar un sentido de evolución, ¿la historia solamente se procesa en los puntos de bifurcación? ¿Sería una historia que se procesa en saltos cuánticos sin sucesos en los intervalos de estabilidad? Esta es una imagen que adorarán los cultores de la cierta totalidad iconoclasta, pero todavía es difícil de creer. Aún en nuestra propia historia individual tenemos en general sólo algunos puntos de bifurcación importantes, pero seguimos creyendo que algo hubo entre una bifurcación y otra. Podemos agregar que, como ya hemos dicho, hay dos procesos involucrados en la descripción anterior, uno determinístico y otro aleatorio, pero aún si todo el proceso fuera probabilístico, es evidente que es un proceso aleatorio de Markov, esto es, sin historia. De igual manera que arrojar una moneda en el cara-sello no recuerda las tiradas anteriores. En consecuencia, la historia no se introduce por una mera frase fetichista que la invoca.

Este ejemplo muestra claramente el estilo prigoginiano de introducir fallidamente la historia u otras grandes áreas de las ciencias humanas en los modelos científicos; en falacias semejantes se apoya toda la *nueva alianza*.

5. La Representación Espectral

Finalmente, mencionaremos el hecho de que para lograr una descripción irreversible de la mecánica, Prigogine introduce –como en la mecánica estadística– la representación espectral de la dinámica. Para una crítica detallada desde el punto de vista de la física y de las matemáticas de la afirmación de que "*...las trayectorias son eliminadas en la descripción probabilística*" ver el artículo citado de Bricmont y la revisión exhaustiva del intento prigoginiano fallido realizada por B. Edens (2001) porque no trataremos aquí las complejidades matemáticas de dicha teoría. Sin embargo, es muy improbable que un problema desaparezca por no nombrarlo y esto es lo que se hace en la mencionada representación espectral. Es imposible no recordar aquí los argumentos de Carnal (1969) con respecto a las incertezas que provocaba el electrón en los albores de la teoría cuántica: Carnap proponía utilizar el lenguaje lógico de Ramsey para referirse al electrón y como en el lenguaje de Ramsey no aparece la palabra electrón, ¡las turbulencias de sentido estarían resueltas!

El Fenómeno Mediático Prigogine

Sabemos por supuesto que Prigogine publicó muchos trabajos acerca de este tema en revistas especializadas. Primero porque era editor en muchas de estas revistas y, fundamentalmente, porque Prigogine... ¡era Prigogine! Esto quiere decir que no fue un científico acallado por el statu quo científico, sino que precisamente se aprovechó de su status de científico de renombre para publicar sus teorías.

Sabemos también que Prigogine continúa y continuará por mucho tiempo siendo una fuente inagotable de inspiración para la literatura post. Discutir la validez de sus afirmaciones tal vez carezca de sentido en el estado actual de la hermenéutica epistemológica porque claramente la interpretación de cualquier afirmación, sea en ciencia o en cualquier otra actividad humana es una construcción social.

No es difícil encontrar gran cantidad de ejemplos relacionados con cuestiones de la física y matemática contemporánea que muestran estos cambios virulentos y –desde mi punto de vista alarmantes– de interpretación: consideremos un aspecto que tiene mucho que ver con las cuestiones del determinismo y sistemas caóticos. Gracias a los trabajos de Laplace y Lagrange referentes al estudio de la estabilidad del Sistema Solar se obtuvieron métodos que permiten encontrar soluciones aproximadas a las ecuaciones de movimiento de los planetas. Las computadoras han permitido hacer cálculos que tiempo atrás hubiesen tomado años de trabajo; así, dos



investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Estados Unidos, realizaron la integración de ecuaciones de movimiento de los planetas más externos de nuestro sistema para los próximos 845.000.000 de años. La integración numérica indicó que Plutón tiene un movimiento caótico. El exponente de Lyapunov se estimó a partir de la divergencia que tenían las órbitas, una de ellas especificada a partir de valores de referencia y la otra teórica y muy próxima a la primera. La distancia que separa a las dos órbitas se multiplica por un factor de tres cada 20.000.000 de años, lo que hace imposible cualquier predicción sobre la excentricidad y la inclinación de la órbita más allá de los 400.000.000 de años. En otra simulación de los planetas internos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), J. Laskar, en Francia, llegó a la siguiente conclusión: es posible precisar la posición de los planetas hasta 100 millones de años más, a partir de esta fecha las excentricidades e inclinaciones tienen una dinámica caótica, más aún, un error de 0.00000001% en la estimación de los valores iniciales aumenta a 100% en cien millones de años.

Para muchos, y la gran mayoría de los científicos en particular, esto es un gran triunfo de la capacidad humana y de la validez de las aproximaciones determinísticas de la mecánica. D. Ruelle dice:

We have learned how vast the universe is, and how insignificant we are in it. Yet, wonderfully, we can probe into the depth of this universe, and understand it...

Sin embargo, para toda la literatura post, el hecho de no poder predecir más allá de los 400 millones de años ¡es un triunfo del indeterminismo y del caos!

Los especialistas en estudios culturales deben seguramente analizar mejor que yo los corrimientos paradigmáticos de interpretación y las causas del fenómeno mediático Prigogine en cierto sector de la posteoría autodenominada progresista que, quizá, debería indagar mejor las opiniones políticas de Prigogine, porque alguien podría pensar que Prigogine es atacado porque escribe desde el lugar del "otro", pero el discurso de Prigogine es otro discurso logoeurocentrista aunque montado en la flecha del tiempo. Yo personalmente tuve oportunidad de presenciar en 1974 un debate con René Thom y, entre otras ideas, Prigogine manifestó su oposición a la entrega de tecnología a "países en vías de desarrollo"; y es prudente no confundir esto con los "Centros Prigogine" que él se encargaba de fomentar en el mundo para difundir su doctrina (credo).

De igual manera, suponer que no compartir las ideas de Prigogine forma parte ineludible de la llamada "Guerra de las Ciencias", es una reducción puramente binarista que utilizan frecuentemente quienes pretenden axiomatizar el problema en el contexto de la supuesta guerra de las diversas identidades culturales que dividen al mundo de la ciencia del mundo de los estudios culturales. ¡Esto sí es laxismo puro!

Conclusiones

Podríamos preguntarnos entonces como lo hace J. Bricmont: *what makes poets happy?* Resulta incomprensible el impacto hipnótico que la ciencia, en particular la física, y en el caso particular que estamos tratando que es fundamentalmente una física incorrecta, continúa ejerciendo sobre ciertas ramas de la filosofía y las ciencias humanas. ¿Será que a pesar de todos los intentos por desacralizarla, la palabra de Dios se sigue escuchando por la boca de los físicos? Pareciera que sólo a partir de la física, la literatura epistémica y sociológica puede descubrir los conceptos de estructuras auto-organizativas, papel de la temporalidad, emergencia del orden, el devenir de lo nuevo, simetría, ruptura de simetrías y sólo a través de la flecha del tiempo es posible una reconciliación de objetividad/subjetividad. ¿La complejidad del hombre redescubierta por los nuevos paradigmas de la física? Sería realmente fantástico si estos objetivos pudieran completarse, pero no está claro que el hecho de que la descripción de la mecánica sea determinista es una restricción a la libertad del hombre o, al revés, que la introducción de descripciones probabilísticas en la mecánica cuántica reconcilia al hombre con la libertad y el libre albedrío. Determinista o probabilista, el mundo está lejos de estar comprendido en alguna ley física de la mecánica. Si llegara el momento en que el hombre pudiera estar contenido en algún *modelo* similar a los usados en las ciencias duras, habríamos descubierto, con dolor quizás, que somos bípedos sin ningún encanto.



Yo no creo que los físicos, matemáticos, las llamadas ciencias duras en general, tengan algo para enseñarle a las ciencias humanas o ayuden a los hombres a arreglárselas mejor con los grandes problemas metafísicos, salvo el antiguo apego a la razón, al menos en su práctica específica; y mucho menos sobre la montura de una *nueva ciencia humanizada por su propia complejidad* que no existe. Ya vimos que no es que no supieran o intuyeran antes los científicos las complejidades de la no-linealidad o desconocieran totalmente la dinámica complicada del caos – el caos emerge en los primeros trabajos de Maxwell y Poincaré– sino que el tratamiento de tales complejidades se vuelve posible solamente en la era de la computadora. La computadora es el *flip* de la gestalt más impresionante de aquello que llaman nueva ciencia en los últimos tiempos. Pero el significado, entre otros, es un aumento exponencial de la capacidad de análisis y dominio de complejidades que anteriormente eran imposibles y no una nueva *alianza* con la naturaleza. El hombre perdió irreversiblemente el contacto con la naturaleza cuando el Dios del Génesis plantó en el jardín del Edén el árbol de la conciencia.

Por otra parte, esa estructura auto-organizativa que se refugiaba y pintaba en las cuevas de Altamira, que luego creó el pensamiento *solar* de los griegos, el pensamiento racional, la literatura y la filosofía, es mucho más compleja todavía que las complejidades de la dinámica del caos, que la termodinámica. Aún hoy encontraremos más complejidad, no-linealidad, rizoma deleuziano, turbulencias de sentido y angustia en la monumental obra *Yo, el Supremo* de Roa Bastos que en la termodinámica de sistemas alejados del equilibrio, y aquellos que crean que pueden explicar tal complejidad con algún modelo al estilo de las ciencias duras o, al revés, crean que la ciencia también naufragó en el mar de las incertezas, descubrirán tal vez que la filosofía es vulnerable. Ningún esquema conceptual acerca del tiempo en la ciencia, sea la pretendida resolución ficcional de la paradoja del tiempo de Prigogine, o el esquema conceptual del tiempo en la teoría de la relatividad, eliminará la angustia que sintieron San Agustín, W. Blake, Bergson, y cada uno de nosotros, con respecto al problema del tiempo.

La misma importante cuestión puede ser planteada con respecto a la cuestión fundamental de los paradigmas. Es claro que la ciencia siempre producirá impactos fundamentales en nuestra manera de considerar la inserción del hombre en el mundo. Pero los cambios de paradigmas son procesos económicos, culturales y socio-políticos mucho más complejos que los supuestos cambios de paradigma de la ciencia; son estos cambios de paradigmas los que hacen posible a Copérnico y no al contrario. Aprenderemos más de esos cambios releendo a Foucault, a Lipovetsky, a Weber, a Marx, a Adorno, por citar algunos, que en los libros de física o matemática. Mientras tanto, la ciencia continuará tan oportunista como sostenía Einstein: es determinista y reversible en los procesos mecánicos que son deterministas y reversibles, indeterminista en los procesos cuánticos que son probabilísticos, relativista cuando se mueve muy rápido, binarista en la lógica computacional, complementarista a veces. Porque la ciencia no avanza a través de paradigmas inconmensurables, linealmente, sino que la capacidad racional del hombre de hacer ciencia es efectivamente un rizoma deleuziano, y se alimenta siempre del discurso anormal. Es en el aparato de la ciencia, en la máquina de guerra del Estado, que el discurso se normaliza en una coherencia interna localizada que no tiene precedentes, un sistema de coacción eficiente montado a través de esquemas aparentemente benefactores como los programas de cooperación, el consenso, los *grants*, etc.

Pero para aprender de las ciencias humanas es necesario que el pensamiento se tome en serio, esto es retomar el *¿porqué digo lo que digo?* de Parménides. Deleuze y Guattari sugieren una forma de filosofía futura cuando dicen:

Si la filosofía se reterritorializa sobre el concepto, ella no encuentra su condición en la forma presente del Estado democrático, o en un cogito de comunicación más dudoso todavía que el cogito de la reflexión. No nos falta comunicación, al contrario, tenemos demasiada comunicación, lo que nos falta es creación. Nos falta resistencia al presente (Deleuze and Guattari 1991).

Pero esta forma futura de la filosofía, concebida tanto como una resistencia al presente como un diagnóstico de devenires, no servirá de mucho si se deja axiomatizar por el aflojamiento epistemológico. Porque si de lo que se trata es precisamente de reintroducir la presencia del hombre –en la forma de un proyecto, mirada, perspectiva– en un mundo que "*visto de ninguna parte*" *está desprovisto de sentido e interés*", estoy convencido que esa mirada



no puede estar desprovista de razón, aunque no baste con ella. Si Serres y Latour reclaman "...inventar una teoría del conocimiento tenebrosa, confuso, oscuro, no evidente" (Serres and Latour 1995), la caída de la crítica, la caída de la razón, solo producirá una teoría del conocimiento tenebrosa, confusa, oscura, no evidente. ¿Seremos capaces de contar cuántos pocos pasos separan al conocimiento de Serres y Latour de la irracionalidad fascista del estado norteamericano de G. Bush? Por supuesto, Serres y Latour dicen muchas más cosas por las cuáles sería imposible relacionarlos en modo alguno con fascismos de alguna especie; sin embargo, hay que reflexionar con más cuidado acerca de los conocimientos oscuros y de su uso en las teorías culturales.

En el caso particular que nos ocupa, creo haber mostrado que Ilya Prigogine tiene muchas semejanzas con los metafísicos de *Tlön, Uqbar, Orbis Tertius*, de Borges, que "...no buscan la verdad, ni siquiera la verisimilitud: buscan el asombro. Juzgan que la metafísica es una rama de la literatura fantástica", pero esto no parece preocuparle mucho a los adeptos prigoginianos. ¡Por lo que podemos decir que una nueva religión ha nacido!

Notas

(1) Justo es reconocer que J. Bricmont dedicó posteriormente un artículo especial donde dismantela cuidadosamente la física de Prigogine.

(2) Muchos físicos, matemáticos, y aún especialistas de estudios culturales se sienten injuriados cuando se apela al sentido común. Dentro del esquema bachelardiano, la intuición común o la experiencia básica es vista como un obstáculo epistemológico y supone que la inducción científica produce, más que una instancia dialéctica superadora, una ruptura con la inducción común. Claramente, existen significativas diferencias entre estas clases de inducción. En las ciencias duras y en matemáticas es fácil construir ejemplos donde la intuición común arriba a conclusiones equivocadas. Pero aún en matemática la inducción común, mediatizada por la racionalidad, es muy eficaz (sorprendentemente) y arriba frecuentemente a las conclusiones correctas. Esto es, aún en estas ciencias duras nos sorprenderíamos con la irrazonable eficacia de los procesos comunes de pensamiento. Generalmente, un sistema de complejidad limitada puede ser generado por un número finito de instancias gracias a la capacidad del pensamiento racional de hacer teoría con la experiencia.

Bibliografía

Alligood T., Sauer T. D. & Yorke J. A. (1996). *Chaos, an introduction to dynamical systems*. Springer, New York.

Bricmont, J. (1997). *Science of Chaos or Chaos in Science?* (chao-dyn 9603009).

Carnap R. (1969). *Fundamentación Lógica de la Física*. Ed. Sudamericana, Buenos aires.

Cross, M. C. and Hohenberg, P. (1998). Pattern Formation Out of Equilibrium. *Reviews of Modern Physics* **65**, p. 851—1112.

Deleuze, G. et Guattari, F. (1991). *¿Qu'est-ce que la philosophie?*. Ed. de Minuit, París.

D'Souza, R. and Margolus, N. (1999). A thermodynamically reversible generalization of Diffusion Limited Aggregation. *Phys. Rev. E*, 60 (19), p. 264—277.

Edens, B. (2001). *Semigroups and Symmetry: an investigation of Prigogine's theories*. philsci-archive.pitt.edu/archive/00000436/.

Feymann R. , Leighton R. B. & Sands M. (1972). *Física I, II*. Addison-Wesley Iberoamericana, Willmington, Delaware.

Ganoczy, A. (1995). *Dieu, l'Homme et la Nature*. Ed. du Cerf, París.

Keizer, J. (1987). *Statistical Thermodynamics of Nonequilibrium Processes*. Springer-Verlag, Berlin.

Meessen A. (1984). La Nature du Temp, en *Temps et Devenir*. ed. L. Morren et. al., Pr. Univ. de Louvain-la -Neuve.

Monod. J. (1970). *Le Hassard et la Nécessité*, Seuil, París.



Nicolis, G. and Prigogine, I. (1977). *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*.

Pagels, H. (1985). Is the irreversibility we see a fundamental property of nature? (review of *Order Out of Chaos*). *Physics Today*, pp. 97--99.

Prigogine, I. & Stengers, I. (1979). *La Nouvelle Alliance. Métamorphoses de la science*, Gallimard, París.

Prigogine, I. (1997). *Las Leyes del Caos*. Crítica, Barcelona.

Ruelle, D. (1999). Smooth Dynamics and New Theoretical Ideas in Nonequilibrium Statistical Mechanics. *Journal of Statistical Physics* 95, p. 393—468.

Serres, M. et Latour, B. (1995). *Conversations on science, culture and time*. Ann Arbor, Michigan.

Sokal, A. y Bricmont, J. (1998). *Imposturas Intelectuales*. Paidós Ibérica, Barcelona.

Zuppa, C. (2003). La fundamentación de las matemáticas. *Revista de Educación Matemática*, UNC, p. 21--31.

Recibido el 5 Nov 2003