En: Sokal, Alan y Bricmont, Jean (1999): *Imposturas Intelectuales*. Paidós: Barcelona-Buenos Aires. Cap. 6, Pp. 139-150

La teoría del caos y la «ciencia posmoderna»

Llegará el día en que, mediante un estudio de varios siglos, las cosas que actualmente están ocultas aparecerán con toda claridad, y la posteridad se asombrará de que se nos hayan escapado verdades tan manifiestas. SÉNECA, hablando del movimiento de los cometas, citado por Laplace (1986 [1825], pág. 34).

En escritos posmodernos se encuentra a menudo la idea de que avances científicos más o menos recientes no sólo han modificado nuestra visión del mundo, sino que también han provocado cambios filosóficos y epistemológicos profundos: en definitiva, que la naturaleza misma de la ciencia ha cambiado.[1] Los ejemplos más frecuentes que se suelen citar a favor de esta tesis son la mecánica cuántica, el teorema de Gödel y la teoría del caos, pero también se citan la flecha del tiempo, la autoorganización, la geometría fractal y el *Big Bang,* entre otras teorías.

Creemos que estas ideas se basan principalmente en confusiones, eso sí, mucho más sutiles que las que encontramos en Lacan, Irigaray o Deleuze. Necesitaríamos muchos libros para intentar desentrañar todos los malentendidos y hacer justicia a los núcleos de verdad que, en ocasiones, se esconden en su interior. En este capítulo esbozaremos esa crítica limitándonos exclusivamente a dos ejemplos: la «ciencia posmoderna» según Lyotard y la teoría del caos.[2]

Una formulación ya clásica de la idea de revolución conceptual profunda se encuentra en un capítulo de *La condición posmoderna,* de JeanFrançois Lyotard, dedicado a «la ciencia posmoderna como búsqueda de las inestabilidades».[3] En dicho capítulo, Lyotard examina algunos aspectos de la ciencia del siglo XX que, en su opinión, indican una transición hacía una nueva ciencia «posmoderna». Examinemos algunos de los ejemplos que él ofrece para sustentar esa interpretación.

Tras una fugaz alusión al teorema de Gödel, trata el problema de los límites de la predecibilidad en física atómica y cuántica. Por un lado, resalta la imposibilidad práctica de conocer, por ejemplo, las posiciones de todas las moléculas en un gas, debido a su enorme número.[4] Sin embargo, éste es un hecho más que sabido y constituye la base de la física estadística desde, por lo menos, las últimas décadas del siglo XIX. Por otro lado, cuando Lyotard parece tratar la cuestión del indeterminismo en la mecánica cuántica, para ilustrarla se vale de un ejemplo totalmente clásico: la noción de densidad (cociente masa/volumen) de un gas. Citando un pasaje del físico francés Jean Perrin, extraído de un libro de divulgación sobre física atómica,[5] Lyotard observa que la densidad de un gas

---

[1] En la parodia de Sokal se citan numerosos textos de este género (véase el Apéndice A).
[2] Véase también Bricmont (1995a) para un estudio detallado de las confusiones relacionadas con la «flecha del tiempo».
[3] Lyotard (1979, capítulo 13).
[4] En cada centímetro cúbico de aire hay aproximadamente 2,7 x 10' (= 27 trillones) de moléculas.
[5] Perrin (1970 [1913], págs. 14-22).

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

depende de la escala con la que se trabaja. Por ejemplo, si se considera una región cuyas dimensiones son comparables a las de una molécula, la densidad puede variar entre cero y un valor muy grande, según exista o no una molécula en dicha región. Pero semejante observación es banal: la densidad es una cantidad macroscópica y sólo tiene sentido en aquellas situaciones en las que entra en juego un gran número de moléculas. No obstante, las conclusiones conceptuales que Lyotard extrae son más bien radicales:

> Así, pues, el conocimiento de la densidad del aire se resuelve en una multiplicidad de enunciados absolutamente incompatibles, y éstos sólo se vuelven compatibles si se relativizan respecto a la escala elegida por el enunciador (Lyotard, 1979, pág. 92).

En esta observación se aprecia un tono subjetivista que no se justifica con el ejemplo citado. Evidentemente, la veracidad o falsedad de un enunciado depende del sentido de los términos usados, y cuando el significado de esos términos -como la densidad- depende de la escala utilizada, la veracidad o falsedad del enunciado también depende de ella. Los «múltiples enunciados» sobre la densidad del aire, expresados con el debido esmero (especificando con claridad la escala a que se refiere cada enunciado), son perfectamente compatibles.

En un pasaje posterior del mismo capítulo, Lyotard menciona la *geometría fractal,* que trata de objetos «irregulares», como copos de nieve y líneas costeras. Estos objetos poseen, en un cierto sentido técnico, una dimensión geométrica que no es un número entero.[6] Asimismo, cita la *teoría de las catástrofes,* una rama de las matemáticas que se dedica, dicho someramente, a clasificar las cúspides de ciertas superficies (y objetos similares). Estas dos teorías matemáticas son ciertamente interesantes y han tenido algunas aplicaciones en ciencias de la naturaleza, especialmente en física.[7] Al igual que todos los avances científicos, han proporcionado nuevas herramientas y llamado la atención sobre nuevos problemas. Pero no han cuestionado jamás la epistemología científica tradicional.

Lo que cuenta, en último término, es que Lyotard no aporta ningún argumento que apoye sus conclusiones filosóficas:

> La conclusión que extraemos de estas investigaciones (y de muchas otras que aquí no mencionamos) es que la preeminencia de la función continua derivable,[8] como paradigma de conocimiento y de predicción, está a punto de desaparecer. Al interesarse por los indecidibles, los límites de la precisión del control, los cuantos, los conflictos originados por la información incompleta, los «fracta», las catástrofes y las paradojas pragmáticas, la ciencia posmoderna desarrolla la teoría de su propia evolución como

---

6 Los objetos geométricos ordinarios (suaves) pueden clasificarse según su *dimensión,* que es siempre un número entero: por ejemplo, la dimensión de una recta o de una curva suave es igual a 1, mientras que la de un plano o de una superficie suave es igual a *2.* En cambio, los objetos fractales son más complicados y requieren que se les asigne varias «dimensiones» distintas para describir diferentes aspectos de su geometría. En consecuencia, mientras la «dimensión topológica» de un objeto geométrico (suave o no) es siempre un número entero, la «dimensión de Hausdorff» de un objeto fractal es por lo general un número no entero.

7 *No* obstante, algunos físicos y matemáticos creen que se les ha dado una publicidad excesiva para su real valor científico: véanse, por ejemplo, Zahler y Sussmann *(1977),* Sussmann y Zahler *(1978),* Kadanoff *(1986) y* Arnol'd *(1992).*

8 Son conceptos técnicos del cálculo diferencial: una función se denomina *continua* (simplificando mucho la explicación) si se puede dibujar su gráfica sin levantar el lápiz del papel, mientras que una función posee una *derivada* (en cuyo caso se llama *derivable)* si en cualquier punto de su grá fica existe una y sólo una recta tangente. Hay que decir también que toda función derivable es forzosamente continua, y que la teoría de las catástrofes se basa en unas matemáticas de gran belleza relacionadas (irónicamente para Lyotard) con las funciones derivables.

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

> discontinua, catastrófica, no rectificable[9] y paradójica. Cambia el sentido del término *saber* a la vez que explica cómo se puede producir ese cambio. No crea lo conocido, sino lo desconocido, y sugiere un modelo de legitimación que no es el de máximo rendimiento, sino el de la diferencia entendida como paralogía (Lyotard, *1979,* pág. *97).*

Dado que este párrafo es citado muy a menudo, examinémoslo con atención.[10] Lyotard mezcla, al menos, seis ramas de las matemáticas y de la física, que, en realidad, están conceptualmente muy alejadas entre sí. Además, confunde la introducción de funciones no derivables (o incluso discontinuas) en los modelos científicos con una supuesta evolución «discontinua» o «paradójica» de la ciencia propiamente dicha. Por descontado que las teorías que menciona Lyotard han dado lugar a nuevos conocimientos, pero sin cambiar el significado del término.[11] *A fortiori*, generan lo conocido, no lo desconocido -excepto en el sentido trivial de que los nuevos descubrimientos plantean nuevos problemas-. Por último, el «modelo de legitimación» sigue siendo la confrontación de la teoría con las observaciones y los experimentos, no una «diferencia entendida como paralogía» -suponiendo que esta expresión tenga algún sentido.

Centrémonos ahora en la teoría del caos.[12] Trataremos tres clases de confusiones: las relacionadas con las implicaciones filosóficas de la teoría, las que derivan del uso metafórico de los términos «lineal» y «no lineal», y las que proceden de las aplicaciones y extrapolaciones precipitadas.

¿De qué trata la teoría del caos? Existen muchos fenómenos físicos regidos[13] por leyes deterministas y, por tanto, predecibles en principio, pero que en la práctica son impredecibles a causa de su «sensibilidad a las condiciones iniciales». Eso quiere decir que dos sistemas que se rigen por las mismas leyes pueden hallarse, en algún momento, en estados muy parecidos -pero no idénticos- y, después de un período de tiempo relativamente corto, hallarse en estados muy diferentes. Este fenómeno se expresa de modo gráfico diciendo que el batir de las alas de una mariposa que se produce hoy en Madagascar podría desencadenar dentro de tres semanas un huracán en Florida. Evidentemente, poco puede hacer una mariposa por sí sola, pero si se comparan los dos sistemas constituidos por la atmósfera terrestre, con y sin el batir de alas de la mariposa, se deduce que, a las tres semanas, el resultado puede ser muy distinto (con huracán o sin él). Una consecuencia práctica de esto es la imposibilidad de predecir el tiempo más allá de algunas semanas.[14] En efecto, habría que tener en cuenta tal multitud de datos, y con tanta precisión, que ni los más gigantescos y potentes ordenadores imaginables podrían abordar siquiera la tarea.

---

9 «No rectificable» es otro término técnico del cálculo diferencial, que se aplica a algunas curvas irregulares.

10 Véase también Bouveresse (1984, págs. 125-130), para una crítica en términos similares.

11 Con un levísimo matiz: los metateoremas de la lógica matemática, como el teorema de Gódel o los teoremas de independencia en teoría de conjuntos, poseen un estatuto lógico algo diferente al de los teoremas matemáticos convencionales. Pero hay que subrayar que estas ramas tan especiales de los fundamentos de la matemática tienen muy poca influencia en el grueso de las investigaciones que se realizan en las ciencias exactas, y casi ninguna en ciencias naturales.

12 Para una exposición más profunda, sin llegar a ser técnica, véase Ruelle (1991)

13 Al menos con un alto grado de aproximación.

14 Lo que, *a priori,* no excluye la posibilidad de predecir *estadísticamente* el clima futuro, como por ejemplo los valores medios y las variaciones de temperatura y de precipitaciones en España para el decenio 2050-2060. Evidentemente, la modelización del clima planetario -un problema científico difícil y controvertido- es de una extraordinaria importancia para el futuro del género humano.

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

Para ser más exactos, consideremos un sistema cuyas condiciones iniciales no se conocen a la perfección (que es lo que siempre ocurre en la práctica). Es obvio que esta imprecisión de los datos iniciales se reflejará en la calidad de las predicciones que seamos capaces de hacer sobre el estado futuro del sistema. En general, la inexactitud de las predicciones aumentará con el tiempo, aunque la forma en que aumente la imprecisión diferirá de un sistema a otro: en algunos sistemas aumentará lentamente y en otros muy rápidamente.[15]

Para explicar esto, imaginemos que queremos lograr una determinada precisión en nuestras predicciones finales y preguntémonos durante cuánto tiempo seguirán siendo lo bastante exactas. Supongamos, además, que una mejora técnica nos permite reducir en un 50% la imprecisión de nuestro conocimiento del estado inicial. Para el primer tipo de sistema (en el que la imprecisión aumenta lentamente), esta mejora nos permitirá duplicar el tiempo durante el que se puede predecir el estado del sistema con la precisión deseada. En cambio, para el segundo tipo de sistema (en el que la imprecisión aumenta rápidamente), dicho incremento en la precisión de los datos sólo permitirá aumentar nuestra «ventana de predecibilidad» en una cantidad fija: por ejemplo, una hora o una semana más, dependiendo de las circunstancias. Simplificando, llamaremos «no caóticos» a los primeros sistemas y «caóticos», o «sensibles a las condiciones iniciales», a los segundos. Así pues, los sistemas caóticos se caracterizan por el hecho de que su predecibilidad está muy limitada, ya que incluso una mejora espectacular en la precisión de los datos iniciales (por ejemplo, en un factor de 1.000) sólo supone un incremento más bien mediocre del período de tiempo durante el que se mantiene la validez de nuestras predicciones.[16]

No nos puede extrañar que un sistema muy complejo, como la atmósfera terrestre, sea difícil de predecir. Lo que resulta más asombroso es que un sistema que se puede describir con un *pequeño* número de variables (por ejemplo, dos péndulos unidos entre sí) y que obedece a ecuaciones deterministas simples pueda, no obstante, tener un comportamiento muy complicado y una enorme sensibilidad a las condiciones iniciales.

De todos modos, no es aconsejable extraer conclusiones filosóficas precipitadas.[17] En muchas ocasiones, por ejemplo, se afirma que la teoría del caos ha mostrado los límites de la ciencia. Sin embargo, muchos sistemas naturales son no caóticos, e incluso cuando los científicos estudian sistemas caóticos no se encuentran en un callejón sin salida o delante de una barrera en la que diga «prohibido ir más allá». La teoría del caos abre un vasto campo para futuras investigaciones y descubre múltiples nuevos objetos de estudio.[18] Por otro lado, los científicos sensatos siempre han sabido que no podían esperar predecirlo o calcularlo «todo». Es tal vez desagradable descubrir que un determinado objeto de interés (el tiempo que hará dentro de tres semanas, por ejemplo) escapa a nuestra capacidad predictiva, pero eso no detiene en absoluto el desarrollo de la ciencia. Por ejemplo, los físicos del siglo XIX

[15] Dicho en términos técnicos: en el primer caso la imprecisión crece de forma lineal o polinomica, y en el segundo caso de forma exponencial.

[16] Es importante añadir una precisión: para determinados sistemas caóticos, la cantidad fija que se gana en las previsiones cuando se duplica la precisión de las medidas iniciales puede ser muy elevada, lo que hace que, en la práctica, estos sistemas sean predecibles durante mucho más tiempo que la mayoría de los sistemas no caóticos. Algunos trabajos recientes, por ejemplo, han demostrado que las órbitas de algunos planetas tienen un comportamiento caótico, pero, en este caso, la «cantidad fija» es del orden de varios millones de años.

[17] Kellert (1993) ofrece una introducción muy clara a la teoría del caos y un sobrio estudio de sus implicaciones filosóficas, aunque no coincidimos con todas sus conclusiones.

[18] Atractores extraños, exponentes de Liapunov, etc.

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

sabían perfectamente que era imposible en la práctica determinar las posiciones de todas las moléculas de un gas. Pero eso los incitó a desarrollar los métodos de la física estadística, que han permitido comprender muchas de las propiedades de los sistemas compuestos por un gran número de moléculas, como los gases. En la actualidad, también se utilizan métodos estadísticos similares para analizar los fenómenos caóticos. Sobre todo, el objetivo último de la ciencia no sólo es predecir, sino también comprender.

Una segunda confusión tiene que ver con Laplace y el determinismo. Merece la pena subrayar que en este debate secular siempre ha sido esencial distinguir entre determinismo y predecibilidad. El determinismo depende del comportamiento de la naturaleza (independientemente de nosotros), mientras que la predecibilidad depende, en parte, de la naturaleza y, en parte, de nosotros. Para entender esto, imaginemos un fenómeno perfectamente predecible (el movimiento de un reloj, por ejemplo), que, sin embargo, se halla en un lugar que nos es inaccesible (en la cima de una montaña, por ejemplo). El movimiento del reloj es impredecible *para nosotros,* porque no tenemos la menor posibilidad de conocer sus condiciones iniciales. Pero sería ridículo decir que deja de ser determinista. Consideremos ahora otro ejemplo: un péndulo. Cuando no existe ninguna fuerza exterior, su movimiento es determinista y no caótico. Cuando se le aplica una fuerza periódica, su movimiento puede llegar a ser caótico y, en consecuencia, mucho más difícil de predecir. Pero, ¿deja de ser determinista?

Es importante observar que, con frecuencia, la obra de Laplace se comprende mal. Al presentar el concepto de determinismo universal,[19] añade inmediatamente que *nosotros* siempre permaneceremos «infinitamente alejados» de esa «inteligencia» imaginaria, así como de su conocimiento ideal de «la situación respectiva de los seres que componen» el mundo natural, es decir, en lenguaje moderno, de las condiciones iniciales precisas de todas las partículas. Laplace distinguía claramente entre el comportamiento de la naturaleza y el conocimiento que tenemos de ella. Por otro lado, el autor enuncia este principio en las primeras páginas de un ensayo sobre la *teoría de las probabilidades.* Ahora bien, ¿qué es la teoría de las probabilidades para Laplace? Tan sólo un método para razonar en situaciones de ignorancia parcial. El significado de su texto quedaría completamente desvirtuado si se imaginara que *Laplace* esperaba llegar un día a un conocimiento perfecto, a una predecibilidad universal, ya que la finalidad de su ensayo era, precisamente, explicar cómo hay que proceder en ausencia de ese conocimiento perfecto, como se hace, por ejemplo, en física estadística.

En las tres últimas décadas se han hecho notables progresos en la teoría matemática del caos, pero la idea de que algunos sistemas físicos pueden ser sensibles a las condiciones iniciales no es nueva. Veamos lo que decía James Clerk Maxwell en 1877, después de haber enunciado el principio del determinismo («una misma causa produce siempre el mismo efecto»):

> Existe otra máxima que no se debe confundir con la precedente, que dice que «causas parecidas producen efectos parecidos».
>
> Eso es verdad tan sólo si pequeñas variaciones en las condiciones iniciales producen únicamente pequeñas variaciones en el estado final del sistema. En un gran número de fenómenos físicos se satisface esta condición, pero hay otros casos en los que

[19] «Una inteligencia que, en un instante dado, conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y la situación respectiva de los seres que la componen, si, por lo demás, fuese lo bastante amplia como para someter estos datos a análisis, comprendería en la misma fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del más ligero de los átomos: nada sería incierto para ella y, a sus ojos, el futuro, al igual que el pasado, sería presente» (Laplace, 1986 [1825] págs. 32-33).

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

> una pequeña variación de las condiciones iniciales produce cambios importantes en el estado final del sistema, como cuando el desplazamiento de los «puntos» hace que un tren se lance contra otro en lugar de seguir su camino (Maxwell, *1952 [18771,* págs. 13-14).[20]

En lo que respecta a las previsiones meteorológicas, el texto siguiente, que escribiera Poincaré en 1909, es sorprendentemente moderno:

> ¿Por qué les cuesta tanto a los meteorólogos predecir el tiempo con certidumbre? ¿Por qué los chubascos y las tormentas parecen llegar por casualidad, de modo que mucha gente considera natural rezar para que llueva o para que haga buen tiempo, mientras que juzgarían ridículo pedir un eclipse mediante la oración? Observamos que, en general, las grandes perturbaciones se producen en las regiones donde la atmósfera está en equilibrio inestable. Los meteorólogos ven claramente que el equilibrio es inestable, que un ciclón se va a formar en algún lugar, pero no están en condiciones de decir exactamente dónde; una décima de grado más o menos en un punto geográfico cualquiera y el ciclón estalla aquí y no allí, y extiende su furia por comarcas que, de otro modo, hubieran quedado intactas. De haber conocido esa décima de grado, habrían podido saberlo con antelación, pero las observaciones no fueron ni lo bastante amplias ni lo bastante precisas, y por eso todo parece debido a la intervención del azar (Poincaré, *1909,* pág. *69).*

Pasemos ahora a las confusiones relativas al empleo abusivo de los términos «lineal» y «no lineal». En primer lugar, queremos destacar que, en matemáticas, «lineal» tiene dos sentidos distintos que es importante no confundir. Por una parte, se habla de una *función (o ecuación) lineal:* por ejemplo, las funciones $f(x) = 2x$ y $f(x) = -17x$ son lineales, mientras que $f(x) = x^2$ y $f(x) = \operatorname{sen} x$ son no lineales. En términos de modelización matemática, una ecuación lineal describe una situación en la que (simplificando un poco) «el efecto es estrictamente proporcional a la causa».[21] Por otra parte, se puede hablar de un *orden lineal*:[22] eso significa que se ordenan los elementos de un conjunto de manera que, para cada pareja de elementos *a y b,* tenemos o $a < b$, o $a = b$, o bien $a > b$. Así pues, en el conjunto de los números reales existe un orden lineal natural, pero no así en los números complejos.[23] Ahora bien, los autores posmodernos, sobre todo los anglosajones, han añadido un tercer sentido a este término, vagamente relacionado con el segundo, pero que muchas veces confunden con el primero: se trata del *pensamiento lineal.* A pesar de que nunca han dado una definición exacta del mismo, está claro que se refieren al pensamiento lógico y racionalista de la Ilustración y de la llamada ciencia «clásica» (acusados, a menudo, de un reduccionismo y de un numericismo extremos). A esta forma de pensamiento vetusto oponen un «pensamiento no lineal» posmoderno. Su contenido preciso tampoco se ha explicado nunca claramente, pero podríamos decir que se trata en apariencia de una metodología que va más allá de la razón, insistiendo en la intuición y la percepción subjetiva.[24] A menudo se pretende que la denominada «ciencia

---

[20] El propósito de esta cita es, obviamente, clarificar la distinción entre determinismo y predecibilidad, no probar que el determinismo es verdadero. El mismo Maxwell no fue, aparentemente, un determinista.

[21] En realidad, esta formulación verbal confunde la linealidad con la causalidad, dos cuestiones muy diferentes. En una ecuación lineal, el *conjunto de todas las variables* obedece a una relación de proporcionalidad. No hay ninguna necesidad de distinguir qué variable(s) representa(n) «el efecto» y qué variable(s) representa(n) «la causa». Y, de hecho, en muchos casos (por ejemplo, los sistemas con retroalimentación), esta distinción carece de sentido.

[22] También se suele llamar *orden total.*

[23] [Para expertos:] Aquí «natural» significa «compatible con la estructura de campo», en el sentido que $a, b>0$ implica $ab>0$, y $a>b$ implica $a+c>b+c$.

[24] Señalemos de pasada que es *falso* decir que la intuición no interviene para nada en la ciencia llamada «tradicional». Muy al contrario, dado que las teorías científicas son creaciones de la mente humana y casi nunca están «escritas» en los datos experimentales, la intuición desempeña un papel de primer orden en este proceso creativo de *invención* de teorías. Sin embargo, la intuición no puede desempeñar ninguna función explícita en los razonamientos que constituyen

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

posmoderna» , y en particular la teoría del caos, justifica y fundamenta este nuevo «pensamiento no lineal». En realidad, esto no es sino una confusión entre los tres significados de la palabra «lineal».[25]

Debido a estos abusos, es muy común encontrar autores posmodernos que ven la teoría del caos como una revolución contra la mecánica newtoniana, a la que etiquetan de «lineal», o que citan la mecánica cuántica como ejemplo de teoría no lineal.[26] En realidad, el llamado «pensamiento lineal» newtoniano emplea ecuaciones perfectamente *no lineales;* por eso gran número de ejemplos de la teoría del caos provienen de la mecánica de Newton y, a decir verdad, el estudio del caos representa un cierto *renacimiento* de la mecánica newtoniana como objeto de investigación de punta. En cambio, en la mecánica cuántica, que a menudo se cita como ejemplo de «ciencia posmoderna», su ecuación fundamental -la ecuación de Schrödinger- es absolutamente *lineal.*

Por otro lado, la relación entre linealidad, caos y resolubilidad explícita de una ecuación es algo que con frecuencia se entiende mal. En general, las ecuaciones no lineales son más difíciles de resolver que las lineales, pero no siempre: existen problemas lineales harto complejos y problemas no lineales muy sencillos. Así, por ejemplo, las ecuaciones de Newton para el problema de Kepler con dos cuerpos (el Sol y *un* planeta) son no lineales y, sin embargo, explícitamente resolubles. Por su parte, para que se produzca el caos es *necesario* que la ecuación sea no lineal y -simplificando un poco- no resoluble explícitamente, pero estas dos condiciones no son en absoluto *suficientes* -ni por separado ni en conjunto- para producir el caos.

---

la *verificación (o* la falsación) de las teorías propuestas, ya que este proceso debe ser siempre independiente de la subjetividad individual de los científicos.

[25] Por ejemplo:

> Estas prácticas [científicas] estaban arraigadas en una lógica binaria de sujetos y objetos herméticos y en una racionalidad lineal y teleológica (...). La linealidad y la teleología están a punto de ser sustituidos por modelos de no linealidad, en la teoría del caos, y por un énfasis en la contingencia histórica (Lather, 1991, págs. 104-105).

> En oposición a determinismos más lineales (históricos, psicoanalíticos y también científicos) que tienden a excluirlos como anomalías al margen del curso generalmente lineal de las cosas, ciertos determinismos anteriores incorporaban el caos, la turbulencia incesante, el puro azar, en interacciones dinámicas afines a la moderna teoría del caos. (...) (Hawkins, 1995, pág. 49)

> A diferencia de los teleológicos sistemas lineales, los modelos caóticos se resisten al cierre, abriéndose a infinitas «simetrías recursivas». Esta carencia de cierre privilegia la incertidumbre. Una teoría o un «significado» concretos se diseminan en infinitas posibilidades (...) Aquello que alguna vez se consideró encerrado en la lógica lineal empieza a abrirse a una serie sorprendente de nuevas formas y posibilidades (Rosenberg, 1992, pág. 210).

Quede claro que no criticamos a estos autores por utilizar la palabra «lineal» en un sentido peculiar: las matemáticas no tienen el monopolio de esta palabra. Criticamos cierta tendencia posmoderna a *confundir* ese sentido de la palabra con el matemático, y a establecer conexiones con la teoría del caos que carecen de argumentos válidos. Dahan-Dalmedico (1997) parece perder esto de vista.

[26] Por ejemplo, Harriett Hawkins se refiere a «las ecuaciones lineales que describen el movimiento regular y en consecuencia predecible de los planetas y cometas» (Hawkins, 1995, pág. 31), y Steven Best alude a «las ecuaciones lineales utilizadas en la mecánica newtoniana e incluso en la me cánica cuántica» (Best, 1991, pág. 225). Así, pues, incurren en el primer error, pero no en el segundo. En cambio, Robert Markley afirma que «la física cuántica, la teoría del bootstrap [«lengüeta»] hadrónico, la teoría de los números complejos [!] y la teoría del caos tienen en común la hipótesis de base según la cual la realidad no se puede describir en términos lineales, y que las ecuaciones no lineales -e irresolubles- son el único modo posible de describir una realidad compleja, caótica y no determinista» (Markley, 1992, pág. 264). Este pasaje merece un premio por comprimir el mayor número de confusiones en el menor número de palabras. Véanse las págs. 281-282 para una breve discusión al respecto.

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

Contrariamente a lo que se suele creer, un sistema no lineal no tiene por qué ser necesariamente caótico.

Las dificultades y las confusiones se multiplican cuando se trata de aplicar la teoría matemática del caos a situaciones concretas en ciencias físicas, biológicas o sociales.[27] En efecto, para hacer esto de manera sensata es necesario tener una cierta idea de las variables pertinentes y del tipo de evolución al que obedecen. Desafortunadamente, a menudo es difícil hallar un modelo matemático que sea lo bastante simple como para ser analizable y, al mismo tiempo, capaz de describir adecuadamente el objeto considerado. Estos problemas se plantean, de hecho, para cualquiera que intente aplicar una teoría matemática a la realidad.

En ocasiones, las supuestas «aplicaciones» de la teoría del caos rozan el absurdo, como en el caso de las aplicaciones a la gestión empresarial o al análisis literario.[28] Y para complicar aún más las cosas, la teoría del caos, bien desarrollada matemáticamente, se confunde a menudo con las teorías aún emergentes de la complejidad y de la autoorganización.

Otra grave confusión se produce al mezclar la teoría matemática del caos con la sabiduría popular respecto a las pequeñas causas que pueden tener grandes efectos: «si la nariz de Cleopatra hubiese sido más corta...», o la historia de la falta de una uña que propició la caída de un imperio. Una y otra vez oímos discursos sobre la teoría del caos «aplicada» a la historia o a la sociedad. Pero las sociedades humanas son complicados sistemas que contienen un gran número de variables, para los que resulta imposible escribir (al menos hasta el presente) ecuaciones razonables. Hablar del caos en relación con estos sistemas no nos conducirá mucho más lejos que si recurrimos a la intuición ya contenida en la sabiduría popular.[29]

Un último abuso procede de la confusión, intencionada o no, de los múltiples sentidos del término «caos» -extremadamente evocador-: entre su sentido técnico en la teoría matemática de la dinámica no lineal -donde es considerado, aunque no con exactitud, como un sinónimo de «sensibilidad a las condiciones iniciales»- y sus significados más amplios en sociología, política, historia y teología, en las que a menudo se emplea como sinónimo de desorden. Como veremos, Baudrillard y Deleuze-Guattari explotan con especial desvergüenza esta confusión verbal (o, simplemente, caen en ella).

27 Véase Ruelle (1994) para una exposición más detallada.

28 Para una crítica cuidadosa de las aplicaciones en literatura de la teoría del caos, véase, por ejemplo, Matheson y Kirchhoff (1997) y van Peer (1998).

29 No negamos que, de conocer mejor estos sistemas -lo suficiente como para poder escribir ecuaciones que los describan de manera siquiera aproximada-, la teoría matemática del caos nos podría enseñar cosas interesantes sobre estos sistemas. Pero la sociología y la historia están lejos, hoy por hoy, de haber alcanzado este nivel de desarrollo (y es posible que siempre lo estén).

En Padrón, J. (Comp.) (2003): Antología de Epistemología y Metodología en la Web. CD Rom de apoyo a los Seminarios de Epistemología. Línea de Investigaciones en Enseñanza/Aprendizaje de la Investigación (LINA-I). Caracas: Venezuela. (Digitalización con fines estrictamente didácticos).

Nombre de archivo: Cap6SokalBricmont
Directorio: D:\TRABAJOS FASE3\EnciclopediEpistemologia\EpistemologiaGeneral\EnfoqueExperiencialFenomenologico\ComplejidadCaosAzar
Plantilla: C:\Documents and Settings\ABC\Datos de programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: La Teoría del Caos y la Ciencia Postmoderna
Asunto: Seminarios de Epistemología
Autor: Sokal, Alan y Bricmont, Jean
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 11/11/2003 8:09 p.m.
Cambio número: 2
Guardado el: 11/11/2003 8:09 p.m.
Guardado por: ABC
Tiempo de edición: 2 minutos
Impreso el: 11/11/2003 8:14 p.m.
Última impresión completa
Número de páginas: 8
Número de palabras: 3.436 (aprox.)
Número de caracteres: 18.900 (aprox.)