

REVISTA COLOMBIANA DE

F **FILOSOFIA**

DE LA CIENCIA

Φ
Φ
Φ

I
I
I

VOL. 1, N° 1, 1999

ISSN 0124-4620

El cambio de racionalidad y la matematización del saber

Dr. Carlos Jesús Delgado Díaz*

Racionalidad y ciencia

La ciencia en el siglo XX ha pasado a ocupar un lugar primordial en el sistema de valores y actividad humana. Sí, en el pasado la búsqueda del saber y la investigación científica estuvieron asociados casi exclusivamente a las apetencias. Posibilidades e intereses individuales, y muchas veces sin relación directa con la vida y la actividad productiva, ahora la ciencia es una componente constitutiva de la vida cotidiana del hombre moderno, a tal punto, que nuestro modo de realización social y humana la presupone como elemento insoslayable de la cotidianidad. Pero la ciencia no siempre ocupó ese lugar en el medio social y la vida de los seres humanos, sino que ella misma es el resultado de desarrollos sociales e intelectuales que han tenido lugar en el mundo a partir de la Edad Moderna.

La ciencia, tal como se le conoce hoy, es hija de las condiciones sociales del siglo XVII europeo, y los desarrollos posteriores relacionados con la cultura occidental. Este nexo entre ciencia y cultura no solo ha sido poco estudiado en épocas precedentes, sino que se ha negado su valor real. Esto no es una consecuencia

* Doctor en Filosofía de la Ciencia, Centro Nacional de Investigaciones Científicas. La Habana, Cuba.
E-mail:delago@postg.cneuro.cu

de la interpretación – dominante – de la ciencia y sus productos como fenómenos trascendentes, independientes de contextos y culturas. El hecho de que la comprensión de la ciencia como fenómeno de la cultura, y de la importancia de la cultura para alcanzar el conocimiento, se abra paso en las postrimerías del siglo XX, significa no sólo la consideración de un factor muchas veces inadvertido, sino un cambio radical en el terreno de las ideas epistemológicas, de profunda significación.

Los procesos antes mencionados son el reflejo fenoménico de una transición que viene teniendo lugar en la ciencia desde hace mucho tiempo: el cambio en los ideales de racionalidad. De hecho, en la actualidad nos estamos moviendo desde formas de racionalidad clásicas y no clásicas, hacia una racionalidad postclásica que entiende la ciencia y el saber como fenómenos indisolublemente unidos a la cultura, la actividad y los modos de comprensión que emanan de ellas (Stiopin, 1991, Capra, 1996).

A fines del siglo XX, la reflexión epistemológica y metodológica ha comenzado a tomar en consideración al factor cultural, como esencial en la visión de la ciencia y sus métodos, su modo de entenderse a sí misma, y a la realidad. No sólo emerge una nueva comprensión que rompe definitivamente con el dilema de las dos culturas (humanística y científico técnica), sino que determinados problemas comienzan a ser tratados dentro de marcos conceptuales nuevos. Así, existen problemas, como el ecológico, que han planteado claramente la imposibilidad de realizar predicciones precisas sobre los fenómenos complejos, donde coinciden múltiples variables a considerar, y donde las variables que incluyen al ser humano y su actividad, valores y modos de vida, son tan importantes y objetivas como cualesquiera otras. De hecho, se comienza a comprender ahora que la solución de problemas de este tipo depende, directamente, de las condiciones y formas en que se plantean, de los elementos culturales en juego, los que, en muchos casos, deberán ser modificados, cambiados o superados. La comprensión de que el conocimiento tiene una variable cultural que condiciona su objetividad, tanto como las variables de orden “natural”, es un planteamiento absolutamente nuevo del asunto que deberá ser asimilado epistemológicamente.

La ciencia del siglo XVII avanzó con la bandera de un saber exacto sobre los hechos objetivos, desprovistos de toda subjetividad y contenido axiológico, y dotados de un rigor expresado matemáticamente. Ella se dio a conocer como ciencia del "hecho" seco, árido, absolutamente desprovisto de humanidad. En esa "sequedad" se encontraba la médula de su objetividad. Tres siglos de ciencia occidental objetiva, guiada por la idea epistemológica del saber absolutamente objetivo, han conducido a la humanidad a un modo de uso y transformación de la naturaleza que toca a su fin físico real. En términos teóricos, desprovisto de visión, sonido, sabor, tacto y olor, junto con ellos echó a un lado la sensibilidad ética y estética, los valores, las cualidades, el alma, la conciencia y el espíritu... "debimos destruir el mundo en teoría antes de poder destruirlo en la práctica" (Capra, 1996, p.19). La tecnología destructiva omnipresente es un resultado de la ciencia occidental que tiene, además de las raíces sociales y éticas estudiadas ampliamente en la literatura, (Pepper, 1993, Macauley, 1996, Delgado, fung, 1996), profundas raíces epistemológicas en el ideal de racionalidad clásico. El cambio que tiene lugar en la actualidad, resultado en gran medida de la magnitud del desastre, no puede dejar intocable el terreno epistemológico. Si el saber clásico ha generado procesos destructivos directamente ligados a sus fundamentos cognitivos, al modo de comprender la realidad y la relación del hombre con la naturaleza, la ciencia en cambio deberá construirse sobre bases epistemológicas nuevas, específicamente deberá ser reconsiderada la relación de lo objetual y lo axiológico en el saber. De hecho, estamos en los umbrales de una racionalidad nueva, y se precisa determinar su naturaleza.

Si a la ciencia clásica correspondió una epistemología clásica, con planteo de problemas específicos y tipos de solución propios y, si esto mismo ocurrió respecto a la ciencia no clásica y su correspondiente reflexión epistemológica, es lógico suponer que el cambio hacia una racionalidad postclásica en la ciencia, tiene su reflejo en el terreno epistemológico. Pero la inferencia puramente lógica en este orden de ideas puede resultar engañosa. Formas distintas de racionalidad, que pueden ser ubicadas desde el punto de vista lógico en etapas bien diferenciadas, pueden coincidir y de hecho coinciden en una época, compartiendo

escenarios y aportando valoraciones y saberes. Hoy, la racionalidad clásica ha sido superada en lo fundamental, pero no totalmente, por formas no clásicas y postclásicas de racionalidad que coexisten, interactúan y no tienen por qué ser obligadamente antagónicas, aunque los conflictos sean parte de la realidad de su existencia. Expliquemos.

Es cierto que los productos de la actividad humana, especialmente los instrumentos de trabajo, muestran, con cierta claridad, la organización lógica del pensamiento de su productor y su evolución en el tiempo. El hombre que era capaz de elaborar un hacha de piedra tallada rudimentariamente (paleolítico), muestra una capacidad más limitada para prever fines que el hombre capaz de elaborar un hacha de piedra tallada y pulida más perfeccionada (neolítico). En el segundo caso, la sucesión de operaciones necesarias para alcanzar el resultado final, permite asegurar que el productor tiene una capacidad mayor para prever fines y alcanzarlos. No obstante, vistos en un plano global, ambos instrumentos de trabajo evidencian cierto tipo de comprensión del mundo, limitada a concebirlo como constituido por objetos simples.

Los instrumentos de trabajo en etapas más cercanas a nuestro tiempo¹, nos ofrecen una imagen bien diferente sobre el hombre que los ha creado y su modo de concebir la realidad. Está claro que para este hombre, el mundo ha dejado de ser un conglomerado de objetos simples: es un mundo donde coexisten objetos simples y objetos complejos, unidos en el marco de la actividad productiva humana y la relación activa del hombre con la naturaleza.

Lo mismo podría decirse del hombre capaz de crear mecanismos y que comprende el mundo constituido sólo de mecanismos; el que alcanza la comprensión del organismo y su dinámica, capta la relación interna y externa entre procesos y sus nexos, en fin, llega a comprender el mundo integrado por sistemas complejos.

1. Instrumentos complejos como un hacha de piedra con cabo de madera, una flecha o una lanza con su punta endurecida por el fuego, o compuesta por una punta de piedra tallada y pulida unida la varilla de madera, con determinados elementos de contrapeso y equilibrio como plumas de ave recortadas y unidas.

En este proceso de cambio intelectual es obvio el papel que desempeña la actividad humana como elemento básico a tener en cuenta al analizar el proceso y los resultados del conocimiento humano. El objeto de la cognición está dado en forma de práctica, y nuestra idea del mundo es totalmente dependiente de ella: vemos en el mundo, lo que nuestra práctica nos permite ver. De modo que la idea del mundo, - de cómo es, qué objetos lo integran, cuál es su orden, o si este existe o no - está en dependencia directa de nuestra actividad práctica.

Esta relación entre la actividad humana, el desarrollo de la lógica de pensamiento y el modo de concebir el mundo, que ha sido estudiada en los marcos de la Concepción Activa del Conocimiento, y que puede considerarse, sin lugar a dudas, demostrada en lo fundamental. ¿Tendrá significación para el fenómeno ciencia? A nuestro juicio la tiene, y muy relevante.

La ciencia aparece en un contexto y representa ella misma en cada etapa una forma determinada de comprender el mundo y el tipo de objetos que existen en él. Es un producto histórico que surge en un contexto de actividad, y cuyos grados de libertad están determinados por dicha actividad. En el desarrollo de la ciencia a partir del siglo XVII se pueden conceptualizar con bastante rigor y claridad tres momentos: la ciencia clásica (siglo XVII - XIX), la ciencia no clásica (que nace con el siglo XX), y la ciencia postclásica (que se viene abriendo paso desde las décadas del 70 - 80 de nuestro siglo). Sería totalmente inadecuado suponer que se trata de etapas históricas consecutivas; lógicamente lo son, pero desde el punto de vista histórico se superponen unas a otras y coexisten, sobre todo las dos últimas, porque se trata de modos de comprensión en cambio, y no de comprensiones rígidas absolutas.

¿Cuáles han sido los problemas epistemológicos fundamentales discutidos en este siglo? ¿Qué consecuencias tienen para el desarrollo de la investigación, los cambios que han tenido lugar en nuestro modo de concebir la realidad y la ciencia? ¿Qué papel ha desempeñado y desempeña en todo esto una ciencia como la matemática que ha estado en el centro de la reflexión científica desde el surgimiento de la ciencia moderna? ¿Es perceptible el

cambio también en el terreno de la matemática? Estas son algunas de las interrogantes que examinaremos.

La racionalidad clásica. Razón y racionalidad

La ciencia moderna es un producto genuino de las condiciones sociales del siglo XVII europeo y su problemática socio cultural. El hombre de este siglo inauguró una relación cognoscitiva independiente y nueva, que se vino gestando desde la edad media tardía en las universidades, en oposición al saber escolástico sujeto a la fe. La ciencia fue no de los símbolos de los nuevos sectores sociales emergentes, y trajo como estandarte principal a la razón y su soberanía para juzgar sobre el mundo y conocerlo. Del mismo modo que la fe se había considerado fundamento suficiente y globalizador para erigir una imagen del mundo y su trascendencia, la razón estuvo llamada a constituirse en el criterio que daría cohesión a una visión otra de lo natural y cósmico. Si el mundo es comprensible en términos de ciencia, tanto como puede serlo en términos de fe, esto se debe al poderío de la razón que no cede en nada a la fe. Hay un fundamento universal que hace posible el conocimiento, como fenómeno trascendente a cada individuo y lo dota de objetividad: la razón.

¿Pero qué es la razón?

Cada filósofo dará una respuesta distinta a este interrogante. Sin embargo, para todos, la razón será el fundamento del conocimiento científico y se expresará en el modo de comprender la naturaleza. Servirá como principio organizador y garante del orden natural que se espera descubrir y se devela por las ciencias.

Desde el punto de vista estrictamente científico, corresponde a Kepler, Galileo y Newton el haber expresado una comprensión científica de razón, o una razón científica soberana e independiente, en un cuadro científico del mundo que abrió el cambio a

lo que hoy conocemos como racionalidad clásica. Pero corresponde a René Descartes el haber expresado filosóficamente con mayor claridad, junto a Leibniz, la esencia de la racionalidad clásica: la idea de un orden natural comprensible en términos deterministas y la exclusión de los fenómenos que no se ajustaran a él, - en primer término los fenómenos de conciencia - del horizonte de la investigación científica.

La ciencia moderna vino al mundo en los marcos, para entonces amplios, pero para hoy estrechos, de la racionalidad clásica. Dicha racionalidad encontró su formulación más estricta en un cuadro científico del mundo construido a partir de ideales claramente expuestos: I) La idea de la inmutabilidad de la naturaleza, II). La comprensión de los átomos como partículas últimas – ladrillos del universo – indivisibles e inmutables de las que todo está hecho, III) La evidencia mecánica, IV) La suposición de que el mundo es dado. Estos cuatro ideales sentaron las bases de una comprensión científica que devino dominante desde el siglo XVII hasta el siglo XIX, y que extiende su influencia hasta nuestros días. (Kedrov, 1990)..

El establecimiento de la evidencia mecánica como criterio, significó un enorme salto adelante, fue resultado de la revolución científica que dio lugar al surgimiento de la ciencia moderna. Los trabajos de Copérnico en el siglo XVII y la destrucción de la teoría del calórico en el siglo XIX son momentos de una misma revolución que consistió en la sustitución de la fe en la evidencia y suficiencia del sentido común, como criterio para juzgar en ciencia, por la evidencia mecánica. Al mismo tiempo que el sentido común era desacreditado como criterio para juzgar el conocimiento científico, se estableció la noción de que el mundo es semejante así mismo en todas sus manifestaciones. De este modo, lo invisible y oculto comenzó a comprenderse a imagen y semejanza de lo visible y patente. Correspondiente se puede pensar y comprender todo lo existente en el mundo, a partir de lo que está dado a nivel del macro mundo y comprendido en términos mecánicos.

Estrechamente vinculado con el ideal antes expuesto, la idea de que el mundo existe en forma acabada, tal como lo vemos en la naturaleza y lo conocemos durante la investigación, es decir, el

ideal de que el mundo es dado, se constituyó en uno de los fundamentos de la nueva comprensión de la realidad que entronizó en la ciencia.

La comprensión de la inmutabilidad de la naturaleza, que podrá resumirse de cierto modo en la idea que todavía puede encontrar vitalidad en la vida cotidiana – no hay nada nuevo bajo el sol, - hasta bien entrado el siglo XIX sobrevivió frecuentes metamorfosis, en comprensiones del cambio y la transición entendidos como exclusivamente mecánicos. No obstante lo anterior, el fin histórico de esta idea está relacionado con una de las primeras revoluciones científicas que tuvo lugar en los inicios de la ciencia moderna: el desarrollo de la hipótesis Kant – Laplace sobre el origen del sistema solar, formulada desde el siglo XVIII.

Esta singular comprensión del mundo natural trajo consigo la exclusión de la esfera de investigación científica, de todos los fenómenos que no se ajustaran al cuadro ideal. Claro está, nadie prohibía expresamente concebir o estudiar tales procesos. Sencillamente, el marco teórico establecido impedía pensar en ellos. De este modo el mundo de la espiritualidad humana y los fenómenos que no se ajustaran al modelo, quedaron fuera de su campo visual, y consecuentemente, de su racionalidad.

Andando este camino la ciencia clásica llegó a una situación en cierto sentido absurda: la racionalidad científica, que se había basado en sus inicios en la razón, devenía una racionalidad científica fría, calculadora, envuelta en raciocinio o entendimiento y desprovista de razón. Al eliminar el principio de finalidad en las ciencias de la naturaleza, ésta comenzó a ser comprendida como una sucesión incompleta, sin fin ni sentido, de modo que imperceptiblemente, la idea de la razón como generadora de principios – y la ciencia clásica partía de una razón generadora de principios capaces de ser comprendidos por todos y en todo momento por igual, - se suprime. (Gaidenko, 1991) Este fenómeno tiene lugar como consecuencia de los propios supuestos de racionalidad enraizados en la ciencia moderna desde su origen. La exclusión de los fenómenos de conciencia, de la vida y la variabilidad real, que quedaron fuera del horizonte de la ciencia,

tuvieron como consecuencia a largo plazo, la exclusión de la razón. En el siglo XIX el proceso de exclusión de la razón concluye con el establecimiento de una racionalidad científica sin razón; una racionalidad científica empobrecida hasta la consideración, casi exclusiva, sólo de las relaciones causa efecto.

Mientras los problemas que la ciencia tenía ante sí podían evadir la consideración de la inestabilidad, mientras se podía concebir el mundo constituido por objetos estables exclusivamente, mientras fue posible separar los fenómenos "naturales" de los fenómenos de conciencia, la racionalidad clásica fue suficiente y bastó para explicar el mundo. Esta suficiencia fue simultáneamente, una barrera al conocimiento de fenómenos nuevos, e impedía ver el mundo de otro modo. Esta fue su mayor limitación epistemológica.

La emergencia de problemas científicos donde es imprescindible tomar en consideración la inestabilidad, la variación, el cambio, exigieron una racionalidad no clásica. Así mismo, la comprensión de problemas que exigen la consideración objetiva de factores tales como la cultura y los fenómenos espirituales, que la ciencia misma excluyera como carentes de significado científico en sus orígenes, impulsa hoy una racionalidad nueva, postclásica. Pero esto habría de ocurrir mucho tiempo después de que la ciencia y la racionalidad clásicas fueran superadas en el terreno científico y comenzaran a ser superadas en el terreno epistemológico.

La ciencia clásica y su ideal estuvieron acompañados de una noción, que no es exclusivamente clásica, pero que tiene su origen en los marcos del pensamiento clásico. El orden natural que la razón es capaz de comprender en forma clara y definitiva, para todo sujeto racional y para todo tiempo y lugar, es posible gracias a la existencia de un instrumento capaz de expresar el orden. Si la cognición tiene su legitimación instrumental en la existencia de un aparato formal que le confiere rigor a la expresión del conocimiento científico: la matemática. De mil maneras, en muchos autores y expresiones concretas una idea aparece y se hace presente en toda la racionalidad clásica: el libro de la naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas. Sólo las

matemáticas tienen la virtud instrumental de modelar con universalidad el orden natural oculto y accesible a la razón. Ellas son el instrumento de la razón para penetrar en el mundo.

Así, la racionalidad clásica que surge con la razón como estandarte, dotada de un instrumento mediador, deja a la razón por el camino y se transforma en una visión instrumental de la naturaleza, que tiene orden, pero al carecer de fines, está también desprovista de sentido espiritual y cultural. La ciencia clásica pretende conocer un mundo que está ahí, siempre ha estado y estará ahí, un mundo que es. Este mundo seco y estable puede ser comprendido, en la medida que contamos con instrumentos para llegar a él y develar sus secretos. La matemática es su instrumento legitimador por excelencia.

La racionalidad no clásica

Las nuevas ideas se abrieron paso en la ciencia de diversas formas, cada una de ellas ha recibido interpretaciones y ha sido objeto de estudios metodológicos, epistemológicos e histórico – científicos, - pero el hecho incontrovertible y evidente es que el cambio ha tenido lugar, y la revolución científica ha sido el vehículo de cambio. Si la revolución de tipo Copernicana puso fin a la presencia, abriendo el camino de la ciencia moderna en diversas oleadas que llegaron hasta el siglo XIX. Si la revolución de tipo Kantiano puso fin a la fe en la inmutabilidad desde el siglo XVII, - el Darwinismo no es más que una versión decimonónica de esta revolución en el terreno de las ciencias biológicas -, a pesar de que en la propia cosmología la idea del cambio quedara castrada hasta entrado el siglo XX. La destrucción de la concepción atomista clásica y el ideal que ella encerraba, así como la sustitución de la evidencia mecánica habrían de esperar hasta fines del siglo XIX para tener lugar. A cambio, y como compensación histórica por la relativa demora en ser demolidos, - demora respecto del resto de los principios del cuadro clásico, - el derrumbe de estos principios trajo consigo la caída definitiva del predominio de la ciencia y la

racionalidad clásicas. Con el cambio de estos ideales se abrió el camino a una ciencia nueva, no clásica.

La sustitución de la evidencia mecánica como ideal en la ciencia, trajo consigo un cambio fundamental. El mundo se vio por vez primera dividido, dividida su comprensión, y fue necesario extender el poder del instrumento de conocimiento y rigor a esta división. Ese instrumento como hemos dicho antes, no era otro que la matemática. A la ciencia, que había sido desprovista de la razón, le queda ahora el único recurso legitimador de su instrumento expresivo.

El cuadro clásico comienza a ser demolido, porque sucumben sus pilares fundamentales. La evidencia mecánica que suponía al mundo uno e igual así mismo todo el tiempo, es sustituida entonces, por la abstracción matemática. Ahora no es posible considerar la omnipotencia de los sentidos humanos tal como se hacía en la interpretación clásica. La comprensión del micromundo exige el empleo, no sólo de instrumentos experimentales distintos, sino también de instrumentos formales, capaces de expresar esa realidad inaccesible al contacto sensorial directo y distinto del macromundo. La evidencia mecánica fue definitivamente desplazada con la formulación de la mecánica cuántica, y con la introducción del formalismo matemático que la sustituye.

Con esto quedó por un lado solucionado un problema científico que resultó revolucionario para la ciencia física y la epistemología; por otro lado, la matemática demostró sus posibilidades de instrumento para la cognición, más allá de los atributos que un cuadro del mundo concreto o un ideal de racionalidad epocal, pudieran atribuirle.

Así se abrió paso un ideal de racionalidad no clásico, donde fenómenos que no habían sido objeto de investigación científica por encontrarse fuera del horizonte de la racionalidad clásica fueron incluidos en el análisis. Una palabra podría agrupar al nuevo tipo de objetos a investigar, como fragmento de realidad nuevo para la ciencia delimitado a partir de una propiedad común que no había sido antes objeto de atención científica: la inestabilidad. Si para la racionalidad clásica los objetos que la ciencia conoce están

dotados de una propiedad esencial, la estabilidad; la ciencia no clásica incluye en su horizonte objetos dotados de una propiedad totalmente diferente y desconocida hasta entonces: la inestabilidad. De hecho, lo que se vislumbró en las ciencias físicas a principios de siglo, como una propiedad extraña de la naturaleza, - la inestabilidad - pasa a ser comprendido como atributo inherente de la realidad que nos rodea. El horizonte de los objetos observables desde la racionalidad clásica se rompe, abriéndose par a la ciencia un mundo nuevo.

El cambio originó estudios y debates en el terreno de la matemática, y la filosofía de las matemáticas. La crisis de los fundamentos de las matemáticas puede ser interpretada no sólo como problema científico específico, y como búsqueda epistemológica legítima de una ciencia, sino también como la crisis de la comprensión clásica de las matemáticas como instrumento, en los marcos de esa racionalidad. Las matemáticas habían sido comprendidas por la ciencia clásica a su modo, y en los marcos de sus necesidades instrumentales; habían servido para el estudio de los fenómenos clásicos, y no se podían ajustar, con un acto interpretativo simple, a la naturaleza de las nuevas propiedades y objetos, estudiados por la ciencia no clásica. Como resultado, la matemática fue radicalmente revisada desde sus entrañas en busca de la objetividad perdida. Perdida, porque era entendida en términos estrictamente clásicos y la ciencia nueva exigía una comprensión del instrumento.

El poder heurístico de las matemáticas quedó demostrado una vez más, cuando puso a disposición de la ciencia instrumentos teóricos previamente diseñados, y capaces de satisfacer las demandas de la cognición de objetos nuevos. Pero ella también se encausó por nuevos rumbos y búsquedas. El resultado ha sido la formulación de teorías e instrumentos nuevos que intentan captar la inestabilidad y comprenderla desde dentro, como fenómeno en sí misma. Entre las teorías matemáticas que se mueven dentro de una racionalidad no clásica se encuentran la teoría del Caos, la geometría fractal, y la teoría formulada en la década del 60 por René Thom, conocida como Teoría de Catástrofes. Conceptos y objetos totalmente "extraños" para la ciencia clásica, como pueden ser los atractores extraños, los conjuntos fracturados, el

efecto mariposa, tienen su lugar privilegiado en las nuevas teorías. En el plano más general, la complejidad comienza a ser estudiada como una propiedad en sí misma, y la era de la Biología se abre paso cognitivamente en teorías sobre la complejidad de lo vivo, y un nuevo enfoque general de la realidad: el pensamiento sistémico.

Catástrofe y racionalidad

La descripción matemática de un sistema permite comprender y predecir su comportamiento dentro de ciertos marcos perfectamente establecidos para el sistema dado. Un sistema que no se ajuste al comportamiento explicable en estos marcos, no es descriptible en términos clásicos, y su existencia misma no se concibe. No obstante, y muy a pesar de los cánones clásicos, existen sistemas para los que una situación inicial dada puede ocasionar estados futuros completamente inesperados. La determinación de estados futuros resulta problemática, en el sentido de conducir a una consecuencia dada o a su opuesta, sin que podamos atribuir de forma definitiva en términos de determinismo dinámico la relación existente entre los momentos iniciales y finales. ¿Es posible expresar matemáticamente el comportamiento de sistemas de este tipo? La respuesta clásica sería, si es que hay alguna, que tales sistemas carecen de significación real o interés científico (ello ha sido mostrado de modo convincente por I. Prigogine en su importante reseña de autor artículo "Filosofía de la inestabilidad" 1989). De hecho, el asunto filosófico de fondo es el determinismo, y la cuestión de si su comprensión clásica es la única posible.

La Teoría de Catástrofes es una de las teorías científicas que intenta describir matemáticamente, es decir, expresar en un modelo matemático, situaciones semejantes. Estará claro que tal sistema no podría ser tratado desde el punto de vista estrictamente cuantitativo, puesto que desde la concepción misma de sistemas con un comportamiento "extraño" como este, resultará imprescindible una aproximación cualitativa.

Tal vez esta circunstancia haya motivado una de las reflexiones más interesantes que se han hecho, desde el punto de vista filosófico, sobre la Teoría de Catástrofes como teoría matemática y que termina por ser contestada negativamente al referirse a ella en términos de "estado mental", "cuerpo de ideas" ("state of mind", "body of ideas"). La pregunta y la respuesta encierran en si misma un sentido filosófico profundo. Desde el punto de vista estrictamente técnico, la nueva teoría no significó un cambio en las matemáticas en el sentido de generar nuevas áreas de estudio, por el contrario, la interpretación de sus resultados encaja siempre en un área estrictamente técnica, la nueva teoría no significó un cambio en las matemáticas en el sentido de generar nuevas áreas de estudio, por el contrario, la interpretación de sus resultados encaja siempre en un área estrictamente determinada de ella; tal parece como si no existiera, nada nuevo, matemáticamente hablando. Sin embargo, la teoría en si misma ha significado un progreso en matemáticas que es difícil sobrevalorar, ya que ha puesto sobre la mesa de trabajo, a su modo, el problema concreto de la modelación de sistemas donde la inestabilidad se comporta con atributos estables. No es la única teoría que se ha planteado el asunto, sino una de las que lo ha hecho rompiendo los estrechos marcos de la racionalidad clásica.

Las posibilidades de desarrollo de la Teoría de Catástrofes en si misma, es decir, la formulación de teoremas y modelos más allá de las siete catástrofes elementales, es un problema de orden matemático-científico concreto- que no tiene mayor importancia epistemológica, salvo aquella que emana de las limitaciones posibles del modelo teórico. Pero el significado de su aparición, y las aplicaciones que han tenido lugar en diversas esferas de la ciencia y la técnica, es realmente notable desde el punto de vista filosófico. Fenómenos objeto de estudio en ramas tan diversas del saber como las ciencias biológicas, la ingeniería, la automatización y dirección de procesos, el estudio de complejos problemas sociales, han sido comprendidos en los marcos de este modelo teórico a partir de la constatación de ciertas formas de inestabilidad-estabilidad presentes en ellos. Es decir, la inestabilidad - expresada en conceptos técnicos tales como "singularidad" o "estabilidad estructural" - es la propiedad fundamental de estos sistemas que hace factible

la posibilidad de comprensión con un modelo de catástrofe. (El problema científico concreto de qué modelo concreto es el óptimo, no es más que un asunto científico especial materia de estudios matemáticos).

Para el pensamiento epistemológico esta cualidad de la teoría es de importancia capital, y la distingue especialmente. No se trata simplemente de la constatación, ante los ojos del investigador, de la existencia de esa propiedad de la naturaleza inexistente para el pensamiento clásico que es la inestabilidad. Estamos ante la posibilidad de expresarla matemáticamente a través de uno de los modelos teóricos posibles. Un modelo como ese habría sido imposible en los marcos de la ciencia clásica y su racionalidad. Si hubieran sido formulados por ejercicio del pensamiento teórico formal, no habrían tenido ninguna significación, o en todo caso, habrían sido tratados como una curiosidad matemática nada más.

La Teoría de Catástrofes realmente no intenta predecir fenómenos empíricos, en el sentido de asegurar determinados comportamientos futuros a partir de condiciones iniciales, - salvo las descripciones generales del tipo, si un sistema tiene determinada morfología en un intervalo de tiempo dado, en el intervalo de tiempo siguiente, ella tendrá determinada morfología de orden similar. Responder ¿Cuál morfología? Es una pregunta demasiado concreta para la teoría. Como planteara R. Thom, si la morfología esperada es finalmente encontrada, la teoría no tiene nada que decir; pero si se produce lo contrario, y aparece una morfología distinta de la inicial, entonces habría que pensar que nuestras suposiciones iniciales eran muy simples y que es necesario completar el cuadro, a todas luces más complicado. Este curso de razonamiento le lleva a una interesante afirmación, que para la década del 70 resultaba paradójica: "se podría decir, que la Teoría de Catástrofes es más interesante cuando falla, que cuando tiene éxito". Para el lector avisado en materia epistemológica, la afirmación conduce necesariamente a la consideración de la teoría como interpretativa o hermenéutica, pues de lo contrario habría que retar el racionalismo crítico popperiano y su criterio de científicidad falsacionista.

En este punto, resulta inevitable volver al terreno de la racionalidad y la valoración epistemológica.

No hay duda de que a la ciencia clásica correspondió una epistemología clásica, representada en las teorías del conocimiento de la Edad Moderna, llegando hasta el pensamiento del siglo XIX.

Específicamente las concepciones de Saint Simón y posteriormente Comte. Ese ideal epistemológico clásico no sólo situó a la Física como ideal de ciencia construida y madura, sino que colocó a la matemática como lenguaje universal que podía servir también a modo de criterio de madurez. Desde entonces, de un modo u otro, ha venido madurando y creciendo la noción de que existen ciencias duras y blandas, exactas y otras no tanto. La "dureza" de una ciencia es concebida, precisamente, a partir de que tengan o no una construcción teórica con un lenguaje preciso: el lenguaje matemático.

Esta división de la ciencia responde a un criterio epistemológico sobre el valor de las matemáticas, que no tiene que ver directamente con las posibilidades heurísticas de esta ciencia, sino con una determinada comprensión epistemológica de la misma. Tal comprensión nace del positivismo de Comte y de su idea de la Física como ideal de ciencia bien construida y modelo ideal. La idea de Comte, - simplificando - es que la ciencia física está construida con un aparato matemático, sólido y toda ciencia debería seguir sus pasos. Esta idea, en lo que se refiere a las posibilidades instrumentales de las matemáticas es fundamentalmente correcta; pero en lo referido a concepción de un ideal de ciencia ha significado un freno importante a los primeros intentos de matematización del saber en otras esferas del conocimiento. De hecho, es una extrapolación del ideal clásico de la ciencia una y el conocimiento uno, universal y completo, que se niega a cada paso que da la ciencia en su desarrollo. La matematización del saber científico es una necesidad del conocimiento, que encuentra expresión rigurosa en el lenguaje matemático. Pero la matematización del saber sobre la realidad inestable, cambiante y no una, exige tomar en consideración la realidad concreta de los objetos; la especificidad de la inestabilidad estudiada. Junto con la racionalidad clásica, sucumben el ideal de un modelo de ciencia, y una matematización del saber uniforme que se ajuste a dicho modelo.²

2. Ejemplo de la comprensión de este problema en las ciencias biológicas son los tres números de la revista Internacional de Filosofía de la Biología UROBOROS, publicada por el Centro de Estudios Filosóficos, Políticos, y Sociales "Vicente Lombardo Toledano" en 1991-1992.

Si la ciencia clásica se apartó del ideal de ciencia que describe un mundo de objetos estables para concebir un mundo de inestabilidad como atributo fundamental, como objeto de una ciencia no clásica; la epistemología clásica concibe la existencia de un modelo epistemológico único, capaz de interpretar el modo de hacer la ciencia una. El racionalismo crítico de Popper puede ser interpretado, entonces, como una epistemología, - a todas luces la última-, que intentar rescatar para sí el ideal de única epistemología válida, amparada eso sí, no en un ideal de verdad alcanzable, sino en un criterio de cientificidad viable a partir de la infalibilidad de las leyes de la lógica deductiva, específicamente de la figura viable del *modus tollens*. De modo que se puede afirmar que estamos ante una teoría epistemológica clásica.

¿Es posible valorar epistemológicamente una teoría científica no clásica en los cánones de una epistemología clásica? El simple razonamiento de la necesaria correspondencia entre objeto y método impide dar una respuesta afirmativa a esa pregunta. La ciencia no clásica exige una epistemología no clásica y desde el momento en que esa epistemología existe en los marcos de la escuela historicista que incorporó la vida social de la ciencia a su análisis, -a través de concepto de comunidad científica, entre otros-, la evaluación epistemológica necesita realizarse en sus marcos. No es posible comprender una teoría científica mediante un criterio lógico de rigor, universal y único, porque no existe ni teoría epistemológica única universal, ni ciencia con esas características.

La Teoría de Catástrofes no puede predecir fenómenos empíricos, no por deficiencia conceptual o desajuste del modelo. Ella tiene como objeto la inestabilidad, y las posibilidades de predicción no emanan del objeto que estudia, al menos no en el espíritu del determinismo clásico.

Más importante que enjuiciar la teoría desde el punto de vista de su pertenencia al terreno de las teorías empíricas o de las hermenéuticas e interpretativas, - lo que nos colocaría en una reflexión epistemológica del tipo clásico - sería enjuiciar su lugar en la estructura interdisciplinar del saber; en este caso, enjuiciar su valor como intento de captar y expresar matemáticamente la inestabili-

dad. La Teoría de Catástrofes en los trabajos de Thom, Arnold, Zeeman y algunos estudios más recientes, ha mostrado fehacientemente su capacidad instrumental para la comprensión de procesos donde es la inestabilidad el factor predominante.

Racionalidad postclásica. La posibilidad

Los últimos cambios en la ciencia, entendidos en sentido material y conceptual, han tenido lugar fundamentalmente a partir de la década del cincuenta, cuando la revolución científica deviene revolución científico - técnica (RCT). Este proceso revolucionario ha sido estudiado desde muchos ángulos, el epistemológico entre otros.

Una de las primeras consecuencias epistemológicas de la RCT fue el surgimiento de nuevas concepciones que interpretaron los cambios en la ciencia introduciendo en el análisis elementos espirituales, valorativos y culturales. El boom de la escuela historicista en la década del sesenta y la crítica profunda muchas veces demolidora de la razón, marcan el triunfo definitivo de una racionalidad no clásica en el terreno epistemológico. La crítica a las definiciones de paradigma de Kuhn y sus respuestas, abrieron el camino a la sociología de la ciencia y a la construcción de modelos parciales para la explicación de situaciones y contextos, pero la epistemología no clásica no surgió con la escuela historicista.

En el siglo XIX, la filosofía de Marx, en términos de racionalidad, ocupa un lugar eminentemente transicional. La comprensión materialista de la historia tiene fuertes motivos clásicos en la noción determinista y no clásicos en la comprensión de un determinismo dialéctico. Muestra de ello es la formulación de la determinación de última instancia, concepto teórico imposible de admitir en términos clásicos. Lamentablemente, razones de orden social y político apartaron al marxismo de los medios académicos y lo condenaron a un ostracismo que le condujo, en muchas de sus versiones, a perder la vitalidad heurística de sus postulados de

partida. La escuela de Frankfurt y la Concepción Activa del Conocimiento³, han sido dos de sus variantes más prometedoras.

Por otra parte, a principios del siglo XX, la epistemología no clásica emergente tuvo uno de sus representantes más notables en el filósofo, científico e intelectual francés Gastón Bachelard. La contradicción entre la ciencia nueva (no clásica) y la filosofía vieja (epistemología clásica), fue captada por Bachelard y convertida en centro de su reflexión. Su generalización teórica fue expuesta en términos elocuentes (...“la ciencia no tiene la filosofía que ella merece”) y conceptos precisos como el de “ciencia abierta”.

Sin embargo, ni la epistemología del marxismo, ni la bachelardiana, han tenido la resonancia que tuvo la escuela historicista en su momento. En ello concurren numerosas condiciones, ni científicas, ni cognoscitivas, sino fundamentalmente de orden social e incluso político – ideológico de modo que en el terreno del estudio de las propuestas epistemológicas no clásicas existe un importante terreno por recorrer. Se impone una revisión crítica de modelos y propuestas - Marx y Bachelard son sólo dos ejemplos - que han quedado en el camino y que contienen propuestas epistemológicas no clásicas importantes. La necesidad de la revisión emana, no de una necesidad histórico-filosófica de búsqueda de orígenes, sino de una urgencia metodológica de reconsideración de teorías⁴.

La escuela historicista marcó el tránsito hacia la racionalidad postclásica, aquella en que la ciencia y el conocimiento pasan a

3. Cuando empleamos el término “Concepción Activa del Conocimiento”, nos referimos a los estudios epistemológicos y metodológicos desarrollados por investigadores como I. Alekseev y V. Stiopin.

4. Para el pensamiento clásico, ir al pasado resulta por lo general tarea ingrata y poco fructífera. La ciencia expresa sus resultados en forma universal – objetiva y no necesita volver atrás, pues el nuevo conocimiento tiene nexos de continuidad con el pasado. El problema ecológico, al incorporar las variables culturales al análisis de los asuntos que tiene delante, ha planteado claramente la no viabilidad de este enfoque. Las tecnologías creadas por la ciencia en el pasado y desechadas por razones de orden cultural (imperativos económicos, financieros, educativos, etc.) pueden ser reconsideradas ahora y traídas de vuelta. De hecho se ha planteado claramente la tarea de volver al pasado y reconsiderar propuestas tecnológicas rechazadas y consideradas antes no viables. De forma análoga, la epistemología necesita mirarse a sí misma, escudriñar sus propuestas previas, y extraer de ellas lo que condiciones culturales y sociales específicas condenaron al olvido.

entenderse como fenómenos culturales. Lo hizo en el momento en que la ciencia comenzaba a cambiar de forma radical por dentro. A mediados de la década del 60 ya no es la inestabilidad - como propiedad del mundo - lo novedoso y preocupante. Es la ciencia misma la que comienza a funcionar en un sistema estrecho de relaciones con la tecnología y la producción: ella misma es inestable y compleja. Inestabilidad y complejidad son propiedades del mundo que la ciencia porta. Las dependencias de la ciencia respecto de factores que hasta entonces solían abstraerse en los análisis, por su relativa poca incidencia, se convierten en objeto básico de reflexión epistemológica.

La maduración paulatina y la constitución definitiva del sistema ciencia - técnica - producción cambió la ciencia radicalmente. Su aparición se produjo simultáneamente con importantes cambios en las formas de producción, conservación y transmisión del saber; las investigaciones se separaron cada vez más de los estrechos objetos disciplinarios de antaño, para quedar agrupadas en complejos problemas de investigación multidisciplinaria, que a su vez impusieron cambios en la organización del trabajo científico, hoy muy semejante al trabajo industrial. Estos cambios reales se reflejaron en la ciencia en su conjunto y en el sujeto de la actividad, en específico, el científico quien a partir de ese momento ve confundidas muchas veces sus funciones con las del tecnólogo y el ingeniero. El cambio es tan profundo, que las barreras se rompen tanto en lo cognitivo como en lo valorativo, alcanzando la problemática ética dimensiones desconocidas para la ciencia de antaño.

No es extraño que en tales condiciones, los estudios del condicionamiento sociocultural de la ciencia emerjan a un primer plano y que las investigaciones que se realizan en esferas distintas tales como la epistemología, la metodología, la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia, y la culturología del conocimiento científico se acerquen, se complementen, y se confundan con frecuencia. La ciencia y la epistemología dejan de ser no clásicas, para tornarse postclásicas.

El cambio hacia una ciencia postclásica está condicionado por una multitud de procesos simultáneos antes mencionados, pero uno

de ellos tiene importancia definitiva. El problema ecológico ha planteado ante el hombre moderno no sólo la necesidad de cambiar su sistema productivo sino también - y fundamentalmente - la necesidad de cambiar el tipo de relación espiritual con el mundo que condiciona y justifica la relación material existente de orden destructivo. El pensamiento ecologista ha planteado el asunto en diversas variantes, entre las que destaca la Ecología Profunda (Deep Ecology), que plantea la urgencia del cambio espiritual hacia una visión holista y ecológica de la naturaleza, donde los valores morales tienen importancia decisiva. De hecho, un conocimiento no podría jamás considerarse objetivo, científico y probado, si la variable espiritual no está incluida. Los valores morales formarían parte entonces de la objetividad del saber, una idea completamente inaceptable para el pensamiento clásico, que deberá ser fundamentada epistemológicamente.

BIBLIOGRAFIA

1. BACHELARD, G., (1951). "Savants et decouvertes". Paris.
2. BACHELARD, G., (1963). *Le matérialisme rationnel*. Paris.
3. DELGADO, C., FUNG, T., (1996). "Ecología y Sociedad, Estudios". La Habana: Editorial Cenic.
4. GAIDENKO, P., (1991). "El problema de la racionalidad a fines del siglo XX". en: *Cuestiones de Filosofía*. No. 6, pp. 3-14.
5. KEDROV, B., (1990). "Lenin y las revoluciones científicas". La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
6. MACAULEY, D., (1996). "The Philosophers of Ecology." The Guilford Press. Edit. Mindinh Nature.
7. NICKLES, T., (1980). "Scientific Discovery: Logic and Rationality." Dordrecht.
8. PEPPER, D., (1993). "Eco-Socialism. From deep ecology to social justice." Routledge.
9. PRIGOGINE, I., (1989). "The philosophy of inestability", in: *Futures*. p. 396-400.
10. SASTRE VIDAL, L, y MANSILLA. R., (1988). "Modelación matemática de sistemas biológicos." La Habana: Editorial Cenic.
11. SMIRNOV, V., MAMARDASH M.K., (1984). "Los ideales clásicos y no clásicos de racionalidad", en: *Ciencias Sociales*. No. 1, 1989, p. 297-300.
12. STIOPIN, V.S., (1991). "La concepción activa del conocimiento. Discusión con Igor Alekseev", en: *Cuestiones de Filosofía*. No. 8, pp. 129-131 (en curso).
13. THOM, R., (1977). "Structural Stability, Catastrophe Theory, and Applied Mathematics", en: *SIAM Review*. Vol. 19, No. 2., pp. 189-201.
14. THORNTON, B., y HUNG, W.T., "Catastrophe Theory implications for rightsizing when planning interim solutions for progressing from a partial mainframe to Client - Server distributed databasess: 3d".
15. (1979). VI Congreso Internacional de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia. Hannover, RFA., en: *Reseña. Ciencias Sociales*. (1980) No.3.