
LAS ANTINOMIAS DE LA RAZON CIENTIFICA*

ANDRES MOLINA**

Introducción

Para nosotros, nacidos en el seno de sociedades en que, de una u otra manera, la ciencia y la tecnología son lugares comunes del discurso y la práctica social nos puede resultar extraño que éstas, que han llegado a convertirse en fuerzas sociales de primera importancia, conocidos sus éxitos incuestionables, no fueran sino hasta entrado el siglo XVIII una forma no dominante de conocimiento, interpretación o dominio de la realidad. La ciencia, hace su aparición en términos estrictos concomitantemente con una constelación histórico-cultural más vasta y de profunda raigambre social, la modernidad, lo moderno, término elusivo no carente de ambigüedad que remite a un estadio de la historia de la humanidad en el cual el sujeto irrumpe como posibilidad de construir su propio espacio, sus perspectivas futuras al interior de un cosmos abierto en donde el elemento divino, a lo más, interviene para poner un poco del orden perdido. Sin caer en defensa de reduccionismos o de interpretaciones lineales de la historia, el nacimiento de la ciencia y el

* Parte de una investigación financiada por el DIPC-INTEC.

** Area de Física y de Quehacer Científico, Facultad de Ciencias y Humanidades. INTEC.

desarrollo de la sociedad capitalista parecen ser fenómenos de alguna manera vinculados esencialmente. La sociedad capitalista emergente requirió del sistema de conocimientos de un tipo como el que la ciencia prometía; al propio tiempo, el desarrollo de la sociedad capitalista permitió destinar esfuerzos y recursos para la empresa de gran alcance que prefiguraba el crecimiento de la ciencia. El marco institucional en el cual la ciencia prosperó y dio sus frutos no podía ser propiciado desde el seno de una sociedad cerrada como fue la feudal. De lo anterior no cabe adscribirse a ciertos esquemas de análisis que muestran ese nexo ciencia/sociedad burguesa desde un punto de vista lineal y unidireccional, haciendo de la ciencia y su organización un reflejo o epifenómeno de la estructura económica capitalista. Más bien, recurrimos a una visión de totalidad, reconociendo las influencias mutuas entre la ciencia y la estructura económica social como instancia coactuante en la dirección de la sociedad burguesa.

En los siglos que van desde el XII hasta el XVII comprobamos una misma actitud de pensamiento que se va generalizando entre los pensadores más representativos del período: la búsqueda de principios unificadores, de razones para esperar o construir analogías, similitudes o simetrías entre regiones o aspectos del mundo que en la cosmovisión medieval permanecían separadas como partes jerárquicamente diferenciadas de un cosmos cerrado y finito. Sólo buscando o construyendo esos principios de uniformidad que expresaron la unicidad del mundo y su apego a principios universales sintió el hombre la seguridad de que la naturaleza podía y debía ser puesta a su servicio. En otros términos la búsqueda de leyes -para usar un término que aparece entrado el siglo XVI- que permitieran, conociéndolas, ser usadas en beneficio de las empresas práctico-productivas de la humanidad. Conocimiento y dominio de la naturaleza se superponen conforme entramos en la modernidad.

Pero, justo aquí, tropezamos con el centro de nuestro interés. La ciencia como signo que remite a lo moderno se halla afectada por tensiones y contradicciones internas similares a las de la propia modernidad. Hay dos sentidos claros en donde la ciencia revela esas inconsistencias: uno, en lo que se refiere al tipo mismo de racionalidad que invoca; otro, en sus repercusiones práctico-sociales a través de la técnica. El precio que ha debido pagarse para conocer las leyes del universo ha sido alto, por un lado, reducir lo real a esquemas o modelos

simplificantes que escamotean o sustraen la diversidad y la complejidad de lo real; otro, colocarnos ante el riesgo de convertir al conocimiento en una colección de tautologías y reducciones del tipo "nada-sino-ista", para utilizar un oportuno neologismo de Needham. El mismo Needham denuncia las insuficiencias de las explicaciones reduccionistas que se desprenden de la racionalidad científica cuando la misma pretende, como lo ha hecho, encerrar en un esquema formal la diversidad cualitativa y el desarrollo en la realidad.

En lo que se refiere a las consecuencias prácticas sociales de la ciencia, cada día son más evidentes los peligros a que nos exponen su crecimiento acelerado y las posibilidades de sus usos técnicos, el poder creciente de los especialismos y el dominio sobre la naturaleza que se ofrece como materia manipulable.

Simultáneamente, el discurso político-social de la modernidad se ve plagado de inconsecuencias y ambigüedades entre un espíritu de emancipación y una sombra de autoritarismo. Orden y libertad muestran oponerse tanto como razón e historia, términos que la modernidad descubre o reformula, pero que a fin de cuentas no logra hacer coincidir satisfactoriamente.

La comprobación de estos paralelismos, de problemáticas parecidas referidas a las inconsistencias internas de los discursos y prácticas de la pareja ciencia/modernidad, reclama una reflexión que, al menos, arroje alguna luz sobre las causas profundas de esas mismas contradicciones y pongan en camino de elaborar propuestas alternativas ante lo que ha devenido el auge de la ciencia y de la tecnología en el presente.

1. ¿Cómo caracterizar a la modernidad?

Decíamos de las exposiciones "modernidad" o "lo moderno" al inicio de nuestra introducción que las mismas no parecen referirse a un objeto unívoco, no ambiguo. El problema de la modernidad ha sido manejado desde posiciones filosóficas y políticas distintas, desde ángulos diferentes incluso al interior de una misma corriente del pensamiento. En un trabajo como el presente no vamos a reunir un inventario de las múltiples vertientes en que puede ser estudiada la modernidad sino más bien a identificar algunas variables que pueden ser útiles a nuestros propósitos de vincular la aparición de la ciencia con la modernidad como acontecimiento histórico concreto.

Lo primero que llama la atención al demarcar con cierto grado de precisión el fenómeno de lo moderno, es el valor que allí adquiere la categoría de sujeto y simultáneamente la preminencia dada a la acción que irradia del mismo. Modernidad y autonomía del sujeto se reflejan una en la otra.¹ Desde el discurso político de Maquiavelo y su dialéctica Virtú/Fortuna, el ser del hombre aparece como fuerza actuante en el curso de los acontecimientos mundanos, cosa reservada desde la perspectiva del pensamiento medieval a Dios como creador y sostenedor del cosmos.

La fortuna, el destino, que en la cosmovisión medieval se sustrae a la acción eficaz de los humanos puede serle favorable siempre que se conozcan las leyes intramundanas que precipitan a los acontecimientos. Maquiavelo, escribe Horkheimer, ha dejado a la actividad humana un ámbito dentro del cual las decisiones de la voluntad pueden influir en el curso de la naturaleza y de la sociedad.² Hombre y naturaleza parecen implicarse y complicarse en esta nueva visión en donde se identifican saber y poder. Vico, quien no entendió el sentido y alcance de la física galileana y que, sin embargo, se asocia a la modernidad con tanta justicia como el físico italiano, defendió la ligazón conocimiento/hacer cuanto oponía a las emergentes ciencias de la naturaleza y a las matemáticas como conocimientos acerca de entes creados por la mente. De igual modo, la historia puede hacerse ciencia verdadera, porque es el despliegue de las acciones de la humanidad. Si por un lado Vico, retrocede ante el avance que significó el nacimiento de la física matemática del siglo XVII, asumió una postura eminentemente moderna al identificar saber y hacer, "Homo sapiens" y "Homo faber".³ El continente de la historia se abre al conocimiento en la medida en que la hacemos nosotros mismos. Cuanto mejor sea el conocimiento de las leyes del movimiento histórico, el hombre puede influirlo con su acción modificando el curso de los acontecimientos. La modernidad se inicia, para decirlo en una forma críptica, con el yo y su descubrimiento. Para muchos, es Descartes quien inicia la filosofía moderna, afirmación que aún no siendo exacta, muestra hasta dónde sujeto y modernidad se identifican. "La ideología moderna es individualista"⁴ señala Dumont, al tiempo de descartar que la modernidad nace cuando el individuo se reconoce un ente separado del mundo aunque con posibilidades reales de actuar sobre él y modificarlo. El mismo autor en una interesante tesis antropológica recurre a la idea de que la comunidad tradicional, en donde el yo se halla sumergido en un todo jerárquico, conformado como un orden

inquebrantable, sólo da paso a la sociedad moderna cuando el individuo se reconoce separado del resto, cuando se rompen los lazos de la comunidad tradicional y el individuo humano se entiende como amo de la naturaleza.

Concomitantemente a la aparición de este yo separado adviene la razón, el ser racional, en tanto que instrumento que pone el conocimiento al servicio de la acción dirigida hacia fines, para usar una expresión de Habermas. "La sociedad moderna quiere ser 'racional' entendiendo por ello que se distancia de la naturaleza para instaurar un orden humano autónomo" (Dumont, "Homo Hierarchicus").⁵ Junto a la autonomía y eficacia práctica del sujeto, la modernidad reivindica, siempre en concordancia con el valor que otorga al individuo, a la razón como guía teórica y práctica del ser humano al interior de la sociedad y del mundo. La modernidad ha sido caracterizada, desde este ángulo, como el nacimiento de la razón crítica en oposición al dogma, al saber consagrado. En posesión de la razón, entendida como don universal del ser humano, la historia puede marchar siguiendo caminos previamente establecidos, escogidos de antemano para acceder a un mundo humano que garantizase el bien general. Escribía Descartes que "la facultad de juzgar y distinguir lo verdadero de lo falso, que es propiamente lo que llamamos buen sentido o razón, es naturalmente igual en todos los hombres, y por lo tanto (...) la diversidad de nuestras opiniones no proviene de que unos sean más razonables que otros, sino tan sólo de que dirigimos nuestros pensamientos por derroteros diferentes".⁶ Es la identidad de la razón: todos estamos en posibilidad de encontrar la verdad, de conocer el mundo y de poner este conocimiento al servicio de objetivos prácticos, como en más de un texto recomienda Descartes.⁷

La razón deviene así un símbolo inequívoco de lo moderno y su mentalidad práctica,⁸ un instrumento para una visión abierta que puede reconstruir el mundo circundante, captando sus leyes íntimas y poniéndonos ante las posibilidades mismas del dominio práctico de la hasta entonces indómita naturaleza. La identidad de la razón, en ningún modo es de origen cartesiano: hunde sus raíces en el platonismo que tuvo conspicuos representantes en los místicos musulmanes y su metafísica de las emanaciones del Ser Divino. Bruno, muerto en 1600, sostuvo la perfección del intelecto humano y su poder de penetrar en el conocimiento de las leyes del mundo en base a la identidad de principios entre aquel y el intelecto divino. Criterios semejantes sostuvo Galileo.

La razón es una y dándole una guía o un método, podemos conocer una naturaleza regida por leyes generales. Triple identidad entre el intelecto, el método como su instrumento y las leyes de la naturaleza como puntos de encuentro entre el sujeto y el mundo.

Una verdadera pasión por la uniformidad y lo infinito recorre a la modernidad, se entiende al mundo como expresión de un Uno que todo lo complica y en todo está implicado.⁹ Siendo así que el cosmos remite a éste, sus leyes deben ser las mismas en todas partes con lo que se renuncia a entender el mundo en términos de regiones jerárquicamente dispuestas, de dignidades y naturalezas distintas. La uniformidad de la naturaleza es una idea recurrente en todo el pensamiento moderno que se gestó desde el Renacimiento: las leyes del cielo y las leyes de la tierra son idénticas. No hay separación entre la materia terrestre y la materia celeste: hay una sola materia, un sólo ser del mundo que se manifiesta o expresa de manera diferente.¹⁰ El cosmos cerrado que recuerda a una ciudad-Estado medieval, con sus murallas que la aislaban del exterior se abre, y los mundos, infinitos en número, se diseminan en el vacío. Se trata de una verdadera revolución en el pensamiento, el cosmos cerrado "se ve sustituido por un universo indefinido y aún infinito que se mantiene unido por la identidad de sus leyes y componentes fundamentales y el cual todos esos componentes están situados en un mismo nivel del ser".¹¹

En el universo dejaron de ocupar el lugar eminente que ocuparon en el mundo medieval las razones ético-religiosas. Los astros no brillan en las alturas porque sea ese el lugar que conviene a sus naturalezas divinas; la idea misma de altura lastrada de apreciaciones axiológicas es sustituida por el término, más próximo a nosotros, de distancia. La intención moral es excluida de la cosmología de la modernidad y no es una coincidencia que en el ámbito de lo humano, la ciencia política haga su aparición separando expresamente al ser del deber ser.

La ciencia moderna asume como presupuesto básico esta separación distanciándose del tipo de conocimiento en donde los propósitos éticos constituían la razón subyacente. La cosmología medieval no estaba separada de consideraciones de tipo axiológico: la tierra ocupa el centro del cosmos no sólo porque hacia ella tienden en su caída los cuerpos pesados, sino porque su materia es menos digna que la de las esferas y cuerpos celestes; las esferas celestes giran sin término y ocupan lugares eminentes porque esto concuerda con su carácter divino. Esta

cosmología revela inequívocamente una concepción del hombre y su lugar en el plan divino. Las sustancias etéreas del cielo, debían diferenciarse esencialmente de las terrestres en función de su grado de perfección o de aproximación a lo divino.

Habermas caracteriza la aparición de la ciencia, siempre al interior del proceso más vasto y profundo de advenimiento del espíritu moderno, como un acontecimiento intelectual para el cual es esencial una separación entre conocimiento e interés.¹² Se quiere conocer lo real tal y como es, independientemente de las opiniones personales o los prejuicios del sujeto productor de la ciencia. Sobre esto, pero desde una perspectiva diferente volveremos más adelante.

2. Ciencia y modernidad

En lo que sigue, después de caracterizar al espíritu moderno, nos toca establecer las relaciones entre la modernidad y la ciencia, ahora haciendo énfasis en el tipo de conocimiento que constituye esta última y cómo deviene parte consustancial al proceso de surgimiento de la sociedad burguesa.

Uno de los rasgos más acusados de la modernidad es lo recurrente que es la idea de uniformidad del mundo. El universo no está sometido al capricho de un ser divino que compone y recompone las cosas a su arbitrio, sino que en todo momento y en todas partes está sometido a las mismas leyes.¹³ En una aproximación a la Moira griega, a la cual estaban sometidos hasta los mismos dioses, el mismo no puede escapar a la existencia y la acción de esas leyes generales. Entrado el siglo XVII, el puritano John Preston se atrevía a decir que Dios no alteraba ninguna ley de la naturaleza. Más tarde, Dios terminaría siendo un relojero que alguna que otra vez hace modestos aportes a la complicada maquinaria del universo. Koyré, refiriéndose a Kepler, escribe que lo nuevo de la concepción del mundo de aquel radicaba en la "idea de que el universo no esté regido en todas sus partes por las mismas leyes y por leyes de naturaleza estrictamente matemática".¹⁴ Aunque a fines del Renacimiento, la noción de ley de la naturaleza no había alcanzado el status riguroso que alcanzaría luego, de algo parecía estarse seguro: el universo es expresión de un orden matemático, sujeto a regularidades capaces de ser traducidas al lenguaje de los números y las figuras. Homogenidad de isonomía: el orden cósmico remite a la imagen de un Todo abandonado a la sola acción de sus leyes.¹⁵ Toda esta postura

cosmológica va aparejada en el ámbito de lo social con un proceso creciente de secularización de la vida y la praxis humanas. No es pura coincidencia que las nociones de ley de la naturaleza y del derecho en el Estado absolutista aparecieran en el mismo período de la historia.¹⁶ El Dios matemático, que de algún modo se expresa en la naturaleza a través de sus leyes, imagen platónica recuperada por el Renacimiento, es el correlato del monarca absoluto que unifica a la sociedad en vísperas de las revoluciones burguesas. De lo anterior, Needham considera "razonable poner en relación el nacimiento del concepto de leyes de la naturaleza en el Renacimiento con la aparición del absolutismo real en la etapa final del feudalismo y en los comienzos del capitalismo."¹⁷ Lo anterior no implica que podamos establecer líneas causales unívocas e inmediatas entre el nacimiento del capitalismo y la ciencia emergente, sino a lo más, ver ambos procesos en relación mutua, condicionándose uno al otro a través de relaciones complejas y múltiples.

El nacimiento de la ciencia coincide pues con la aparición y desarrollo de un universo simbólico¹⁸ constituido sobre nociones paradigmáticas asociadas a la autonomía del individuo, la convicción en las posibilidades de una acción eficaz del mismo sobre los acontecimientos del mundo, la creencia de que no sólo el mundo está regido por leyes que niegan la acción caprichosa de lo divino, sino de que esas leyes puedan ser conocidas y puestas al servicio del ser humano. Las perspectivas del saber cambiaron radicalmente, si hasta el Renacimiento el pensamiento dominante parecía prestar escasa o nula atención a la modificación intencional del entorno social-natural, recurriendo al conocimiento de sus leyes, una nueva actitud anima proyectos impensables en la antigüedad y durante los siglos que duró la Edad Media. La naturaleza, humana o no humana, se presenta como la argamasa que servirá para construir un nuevo mundo. Algunos han visto en esta actitud instrumental de la razón y la praxis de la humanidad del Renacimiento y la Edad Moderna la reminiscencia de una vieja idea del judaísmo, que pasa sin modificaciones apreciables al cristianismo. "En los siglos del cristianismo, escribe Needham, se afirmó por influencia hebrea, la concepción de la mente legisladora de Dios. A lo largo de la Edad Media, la idea de la legislación divina sobre la naturaleza no humana era un lugar común, pero en el Renacimiento la metáfora comenzó a tomarse muy en serio"¹⁹ Prigogine y Stengers, en otro lugar, se preguntan también acerca de las relaciones entre un Dios único, creador y legislador del mundo y la concepción moderna de éste, sujeto

a leyes cognoscibles a través de la ciencia. Savater entiende que el monoteísmo cristiano preparó o ayudó a la eclosión de la actitud mental que dio origen a la idea de un universo sujeto a leyes uniformes y generales.²⁰ Pero, para dar el salto, el cambio de perspectiva, desde pensamientos como el antiguo y el medieval, en donde priman notablemente los criterios organicistas -holistas, para decirlo con Dumont- hasta el pensamiento moderno individualista, hará falta que el individuo se afirmara frente a la naturaleza, contra la naturaleza: "desde ese momento, el hombre que describe la naturaleza no puede pertenecer a ella, la domina desde el exterior".²¹

Por extraño que parezca, el Renacimiento, que prepara o constituye el punto de arranque de la ciencia moderna no es aún la época de la razón. Las nociones de autonomía individual y de ley natural se incuban en los procesos sociales de los siglos XV y XVI, pero el concepto de racionalidad próximo al cartesiano no había hecho su aparición. El Renacimiento fue más bien una época de transición en donde florecieron las artes y los prodigios mecánicos junto a la magia y las supersticiones. Koyré se ha encargado,²² entre otros, de revelar esta sombra que proyectan los siglos XV y XVI europeos, mostrando cómo Marsilio Ficino, Campanella, Kepler y otros, hacían que sus innegables aportes al surgimiento y desarrollo del pensamiento científico moderno coexistieran, incluso confundiendo entre sí, con elementos mágicos tradicionales. El resurgimiento de la magia, a la que muchos, asocian a un tipo primitivo de técnica o acción eficaz sobre el ambiente natural -humano, bien puede ser atribuido a la distensión de los lazos de una comunidad feudal en cuyo seno se gestaban nuevas formas de relaciones sociales y una novedosa cosmovisión. Con el comercio y la apertura de las ciudades -Estado medievales, el contacto con el pensamiento neoplatónico, que aparecía como reacción al aristotelismo y la escolástica, la irrupción del elemento popular que reivindicaba incluso el derecho a su propio lenguaje, la magia natural del Renacimiento abonó el terreno, con su insistencia en la realización de cambios en la naturaleza a través del conocimiento, sobre el cual nacerá la ciencia. La materia, que en la perspectiva aristotélica que sobrevive hasta la escolástica cristiana, no tenía capacidad de moverse a sí misma, se considera desde entonces, animada por fuerzas internas. El universo cobra vida y aunque la visión aún ingenua del Renacimiento, atribuya el automovimiento de la materia a un difuso y ubicuo Espíritu del mundo, se está próximo a postular que el universo está animado por el concurso de sus solas leyes

internas. El *Primum Mobile* se hace innecesario para explicar el conjunto de movimientos que anima a la naturaleza. Independientemente del animismo implicado en la idea de un "anima mundi", que incluso hace que Bruno compare los astros con animales, el Renacimiento sienta las bases de un universo sujeto a leyes. Reaparece la *physis* de los antiguos griegos. En el *Diálogo primero de "Sobre el infinito universo y los mundos"*, Filoteo, sin dudas Bruno, dice a sus interlocutores que los mundos "se mueven todos por un principio interno que es la propia alma (...) por lo cual es inútil tratar de investigar su motor extrínseco".²³ Ya Nicolás de Cusa en el siglo XV, había anticipado notablemente estas ideas.

En todo momento, la metáfora biológica que percibe el mundo como un sistema organizado de partes, donde se habla incluso de miembros y órganos, parece sugerirnos que para los pensadores renacentistas la divisa: "todo está en todo", que titula un capítulo de *La docta ignorancia* de Cusa, constituía la noción medular de su universo simbólico.

Del panteísmo, en el que muchos temieron caer, se pasaría al mundo como máquina en la medida en que se desarrollaran los métodos matemáticos, la física mecanicista y las primeras manufacturas que exhibirían un modelo sugestivo que desplazaría la hilezoísta.

Estas referencias al Renacimiento y sus concepciones organicistas se hacen necesarias toda vez que se reconoce que es en este período histórico en que alcanzaron su apogeo las ciudades abiertas al comercio y la navegación transoceánica y las visiones del universo y del hombre, prefiguran la cosmovisión que se avecinaba. El cambio no se hace sin resistencias. Pensadores como Vico más tarde, incluso hasta el mismo Descartes, situados en la modernidad no llegaron a comprender en profundidad el cambio de mentalidad implicado en el surgimiento de la nueva ciencia galileana. Y es que no se trata sólo, ni principalmente, de ubicarse en la visión naturalista que concibe al mundo como sujeto a leyes inmanentes aunque esto sea un progreso evidente frente al pensamiento medieval. La *physis* de los pensadores jónicos, que en cierto modo es reencontrada en el Renacimiento, sujeta a un orden natural²⁴ no podía producir ciencia en el sentido moderno del término, porque la sociedad griega no había alcanzado el grado y el tipo de desarrollo que haría que la misma demandara la fusión de la teoría, entendida como contemplación (sentido original del término) y la práctica productiva.²⁵ Creemos que es aquí y no en otro lugar en donde tendríamos

que signar el elemento que cataliza y estimula la aparición de la ciencia y la razón científica. El naturalismo renacentista, no es la condición suficiente que puede explicar el nuevo modo de pensar que conduce a la ciencia experimental moderna. La actitud griega ante el trabajo productivo y el artesanado, mediada por el sistema social sostenido en el trabajo esclavo, no parece que pueda conducir a un tipo de conocimiento como es la ciencia. No es que los griegos no conocieran de inventos y prodigios técnicos, un pensador como Arquímedes, para citar un caso conspicuo llegó a producir unas cuantas invenciones con probabilidades, al menos mediatas, de ser implementadas en la práctica productiva y en las artes militares. La cuestión radica en que la mentalidad griega, sostenedora de una dicotomía socialmente condicionada, trabajo intelectual/trabajo manual, mente/mano, estaba bloqueada para producir una cosmovisión dominante en donde teoría y práctica se encontrasen, enriqueciéndose una a la otra. En este sentido, hay un verdadero obstáculo social al desarrollo de una ciencia griega como la que aparece a finales del Renacimiento y principios de la Edad Moderna europea. "El considerar los conocimientos como medios para dominar, tanto a la naturaleza como a los hombres, no fue una idea totalmente ajena a los griegos, aunque nunca llegó a alcanzar el nivel tan dominante que tendría más tarde en el pensamiento árabe".²⁶

Si la aproximación a la naturaleza no explica en su totalidad la aparición de la ciencia, puesto que, incluso el mismo pensamiento renacentista, a quien tanto debe la ciencia su origen y su función, se vio atrapado por la superstición, hay que dirigir la mirada al seno mismo de la sociedad que nace, la capitalista, para extraer desde allí los elementos que puedan guiarnos en la búsqueda de los condicionamientos sociales y culturales que rodean al nacimiento del pensamiento científico. Esto, sin caer en los fáciles análisis caros a ciertos investigadores marxista que han hecho de la "determinación en última instancia" el recurso de toda investigación genética de los fenómenos culturales de la sociedad.

Un conjunto de hechos, generalmente aceptados, vinculan de algún modo a la sociedad capitalista mercantil con los primeros pasos en dirección a una nueva forma de conocer e influir sobre el mundo, la ciencia. Las demandas sociales alrededor de la ciencia crecen en la medida en que la sociedad capitalista avanza y se consolida. Aquí no puede haber, de ningún modo, una simple coincidencia histórica.

Nos parece atinada, aunque no la compartamos del todo, la posición metodológica de Ben-David, que no da preeminencia a una supuesta estructura socioeconómica genéticamente relevante, para explicar el nacimiento de la ciencia.²⁷

Bloch, advirtió en un interesante trabajo, por lo sugerente y las vías de investigación que abre, el contraste entre la civilización medieval cristiana, apresada entre el dogma y un régimen socioeconómico rural cerrado y la civilización musulmana, aún con restos de tribalismo pero abierta al comercio. "En la Europa medieval, los filósofos con inclinaciones científico-naturales eran tan infrecuentes como anormales (...), mientras que entre los escolásticos árabes, la situación es la inversa. Es la ciencia natural y no la teología lo que predomina en ellos, aún cuando están interpretando las suras del Corán (...).²⁸ Entre los árabes y una cohorte de filósofos occidentales influidos por ellos y sus traducciones del pensamiento griego, la observación de la naturaleza, el método experimental y el empleo de las matemáticas constituyeron incuestionables aportes al desarrollo de lo que llegaría a ser, entrado el siglo XVII, la ciencia moderna."²⁹ El interés nuestro en recordar a Bloch, radica específicamente en que para este pensador, el desarrollo de la observación, el experimento y el uso de las matemáticas asociadas a las búsquedas científico-naturales árabes son percibidas de algún modo vinculados al carácter mercantil de la sociedad musulmana. Bloch llega a referirse a la misma como a una sociedad burguesa anticipada". Nos permitiremos agregar esta otra cita del mismo Bloch: "En el momento en que la Europa en tiempos romanos volvía a estar ruralizada casi por completo, triunfaba en Oriente el capital mercantil libre del capital (...). A diferencia, pues de la temprana Edad Media europea, la árabe está cimentada sobre comerciantes cosmopolitas, sobre una floreciente producción y una rica circulación de mercancías, en lugar de fundarse sobre un estado semisalvaje, con castillos, pocas ciudades y muchos conventos".³⁰ De algún modo la ciencia occidental que sobrevendría alcanzando logros y éxitos que no alcanzaron los científicos árabes, a fines de la Edad Media, también estará asociada a la libre circulación de mercancías y a la aparición del capital mercantil. A partir de los siglos XII y XIII la expansión del comercio, la aparición de ciudades libres y el desarrollo de segmentos sociales nuevos vinculados a la actividad mercantil y el artesanado, aglutinados incluso en organizaciones representativas de sus intereses comunes, en combinación con las presiones sociales ejercidas en dirección a la fusión de conocimiento y poder, saber

y dominio técnico del mundo se hacen cada vez más importantes. El proceso alcanza notoriedad en el siglo XV, sobre todo en Italia, en donde claramente se manifestó lo fructífera de la unión de artistas, técnicos y eruditos, filósofos e investigadores científicos-naturales. Cabe destacar que esta convergencia entre teoría y práctica ocurre cuando ya había avanzado lo suficiente el proceso de decadencia de las universidades, focos de la escolástica y del pensamiento dogmático.³¹ Es la época en que se establece una comunicación permanente entre artistas y científicos.³² Algo más tarde, estos gremios de artesanos, tecnólogos y artistas desde donde recibieron no pocos estímulos los primeros investigadores experimentales de la naturaleza, empezaron a mostrarse demasiado estrechos, en tanto organizaciones corporativas fuertemente reglamentadas y aparecían las academias bajo la protección de nobles y algunos poderosos comerciantes.³³

Como habrá podido notarse, la coincidencia histórica de ciencia y modernidad no es tal, sino que ambas, en tanto que fenómenos advenidos históricamente se corresponden de manera esencial con el ascenso de una sociedad nueva para la cual el saber se convierte en sinónimo de poder.³⁴

A la par que el proceso de búsqueda de leyes generales que superaran el esquema medieval de las diferencias sustanciales, los principios y esencias entendidos dentro de perspectivas cualitativas -el concepto de sustancia única, expresada de múltiples maneras es, si no desconocido, al menos inusual en la Edad Media- en las matemáticas se verifica una evolución que va desde una verdadera pasión por la figura y las cualidades de los números hasta la búsqueda de expresiones formales que relacionasen dos o más variables, es decir, construyendo más que formas distintas las formas generales que expresan abstractamente las propiedades que tanto atraían a la geometría o al álgebra. Hasta el Renacimiento, podemos decir que la búsqueda de figuras perfectas, de las proporciones divinas y de una numerología mística, animó a las mentalidades matemáticas de la época. Kepler, a quien debe tanto la astronomía moderna hizo corresponder, en una muestra de lo atraída que se sentía la mentalidad de los siglos XV y XVI por la mística matemática, las órbitas planetarias con cada uno de los sólidos platónicos. Incluso es el Renacimiento quien refuerza y da nueva vida a esta búsqueda de las analogías y las cualidades axiológicas y estéticas de los números y las figuras geométricas. Las matemáticas estaban

relacionadas con la arquitectura y la pintura que empiezan a conocer la perspectiva. La geometría debe entonces mucho a la pintura, pero en la medida en que las artes y las ciencias comienzan a romper su alianza, las matemáticas empiezan a interesarse por otros problemas.

Escribe Ben-David que ya hacia mediados del siglo XVI la ciencia y el arte se habían separado.³⁵

Pero desde el siglo XII las matemáticas empezaban a vislumbrarse como el lenguaje que podría expresar la regularidad de los cambios observables en la naturaleza. No importa, si en esta búsqueda del lenguaje o del razonamiento certero, las matemáticas, como en Nicolás de Cusa, son entendidas como un camino a la divinidad.³⁶ Lo cierto es que el conocimiento de la naturaleza y sus leyes, aparecía como íntimamente vinculado al desarrollo de métodos matemáticos que paulatinamente abandonaron el estudio de las figuras como tales y sus cualidades. Crombie apunta que "desde cierto punto de vista, toda la historia de la ciencia europea desde el siglo XII y XVII puede ser considerada como una penetración gradual de las matemáticas (combinada con el método experimental) en los campos que antes se creía estaban reservados exclusivamente a la "física".³⁷ Bloch refiriéndose a ambas perspectivas de las matemáticas, hasta al menos el Renacimiento, habla de "dos alas del pitagorismo": una símbolo-cualitativa ligada a la idea de las signaturas naturales; otra cuantitativa, aliada de las ciencias desde sus primeros pasos. Conforme la ciencia, sobre todo la mecánica, hacía progresos, los mismos se verán siempre en correspondencia con el refinamiento y el creciente desarrollo de la matemática desde el segundo punto de vista.

Resulta oportuno aquí, recordar el esquema presentado por Piaget y García en su *Psicogénesis e historia de la ciencia*³⁸ aplicado a la historia de las matemáticas, en donde se asocia el proceso de desarrollo de las mismas a una tendencia creciente hacia la "desustancialización" o la emancipación de lo figurativo. Tanto la geometría como el álgebra se liberan de la cosa, para penetrar en las estructuras y las propiedades abstractas generales. El cambio en lo que respecta a la concepción epistemológica de los objetos matemáticos se hace evidente a partir de los siglos XVI y XVII. También en el terreno de las matemáticas, ya vistas en sí mismas, como en tanto que instrumentos de la ciencia experimental, se advierte la tendencia hacia leyes universales, que habíamos advertido como un signo cultural de la modernidad.

Crombie enmarca todo este proceso de conversión de las matemáticas dentro del contexto teórico que postula que "todas las diferencias reales podían ser reducidas a diferencias en la categoría de cantidad".³⁹ Ahora bien, no todas las cualidades o sus matices podían ser expresadas en términos cuantitativos. Esto motivó el que se recurriera a la idea de dos tipos de cualidades, las "primarias" que se consideraban objetivas, independientes del sujeto que las percibiese; las "secundarias", que más bien dependían del percipiente. Esta escisión constituyó un hito importante del pensamiento moderno, aunque se reconoce anticipada en algunos textos de Platón y en Grossetesta, el precursor del método experimental en el siglo XIII. Con la distinción entre cualidades "primarias", objetivamente existentes, y cualidades "secundarias", dependientes en gran medida de la estructura del aparato perceptivo del sujeto, se está a poca distancia de la visión mecanicista del siglo XVII, para la cual sólo cuentan los movimientos en el vacío, las masas y las fuerzas entre ellas y todo lo demás serían epifenómenos asociados a aquellas magnitudes básicas. Descartes resumiría el programa mecanicista en "su concepción puramente unificadora del universo como un todo integrado, explicable por los principios mecánicos universales aplicables igualmente a los organismos y a la materia inerte, a las partículas microscópicas y a los cuerpos celestes".⁴⁰ Es interesante agregar que Descartes postula su visión mecanicista en su escenario social en donde las manufacturas, el proceso de fabricación mecanizado, empezaba a ser socialmente relevante.⁴¹

Habremos de referirnos a un aspecto del trabajo científico, sin el cual éste no habría alcanzado el grado de penetración en el conocimiento de lo real, ni la eficacia práctica que lo caracteriza: su método. La ciencia nace en un medio social en donde las prácticas artesanas y las técnicas más diversas empiezan a ser concebidas como medios eficaces de dominio de las fuerzas de la naturaleza. Desde el Renacimiento, a través, sobre todo, de influencias árabes, la naturaleza es asociada a la acción de un sujeto por el cual y a través del cual se producen las formas: un artesano que trabajándola desde dentro, informa a la materia. Se vinculan así arte u obra, propios de un hábil artesano o técnico, con un principio generador inherente a la naturaleza. La metáfora no podía ser más significativa, cuando se piensa en el desarrollo y auge que alcanzaban, a fines de la Edad Media, las actividades productivas de un artesanado libre que prospera en las primeras sociedades urbanas protoburguesas.

Toda obra requiere para ser llevada a cabo de normas, de prescripciones, y no es demasiado aventurado afirmar que el método experimental, que tanto contribuyó con el desarrollo de la ciencia, tenga sus antecedentes en las prácticas artesanales sujetas a reglas o patrones, incluso corporativamente fiscalizadas.⁴³ El método se convertiría además de un instrumento de, o guía para, la investigación, en un elemento de consenso entre los miembros de las comunidades científicas, lo que colocaría a la ciencia en los márgenes de las disputas filosóficas y teológicas. Esto último, refuerza la idea de una neutralidad del saber científico, de una separación del mismo con respecto a los intereses sociales en pugna.⁴⁴

El método experimental parece nacer sugerido a través de las reglas de uso frecuente desde fines de la Edad Media entre los artesanos y técnicos. El puente entre método y tecnología es reconocido por Radnitzky cuando asimila el primero a un conjunto de "recomendaciones tecnológicas" delimitadas, en términos generales, a través de las "sugerencias sobre los medios que pueden utilizarse para alcanzar un objetivo o meta."⁴⁵ El método científico deviene así un medio para obtener fines.

Se puede establecer, sin lugar a equívocos, que el método experimental, o quizás mejor, el recurso a la experimentación para establecer la verdad de una afirmación es un producto histórico anterior a lo que conocemos como ciencia moderna.⁴⁶ El recurso al experimento puede rastrearse hasta el siglo XII y el caso de Grossetesta es un ejemplo notable cuando aún se discutía en las universidades escolásticas en términos más o menos próximos a la filosofía de Aristóteles. El método es más antiguo que la ciencia experimental, que sólo adviene para decirlo con Crombie, cuando el tipo de preguntas que se formula el hombre de ciencias cambia de perspectiva epistemológica. "Las preguntas dan sentido a las respuestas, y un sistema da paso a otro no simplemente porque nuevos hechos lo hicieron caduco, sino, de manera más significativa, porque alguna razón -a veces resultado de nuevas observaciones; otras por concepciones teóricas nuevas- los científicos comenzaron a repensar su concepción entera, a plantear nuevas preguntas, a hacer nuevas hipótesis, a mirar con nuevos ojos un hecho que había sido hasta entonces familiar".⁴⁷ En otras palabras, la ciencia moderna nace, cuando cambia el status epistemológico de las preguntas que se formulan los investigadores. La física del ímpetu o de la "vis

intertiae" como poder residente en el cuerpo móvil no es todavía la mecánica moderna.

Los orígenes del método científico, en consecuencia, deberán ser asociados con el sentimiento general de todo un período histórico vinculado al dominio del elemento natural, al sueño cartesiano de ser "dueños y poseedores de la naturaleza".⁴⁸ No en vano se refiere Descartes al método como un conjunto de prácticas o reglas que, fundado en la unidad de la razón, allanaría todos los talentos: el método, como algoritmo, como máquina al servicio, en último término, de una empresa técnica de dominio.⁴⁹

El método científico en consecuencia, tiene raíces muy terrenales, independientemente de servir a la voluntad de saber, se inscribe en la problemática de la voluntad de poder que anima a todo el espíritu moderno.

3. Antinomias de la razón científica

Podemos definir, en un amplio contexto, al conocimiento científico como una forma, entre otras, de conocimiento de lo real. Lo que diferenciaría a la ciencia de esas otras formas de conocer o de actuar sobre la realidad son sus propósitos de conocer en profundidad a esa realidad procurando la no intervención de la subjetividad del sujeto individual o colectivo, que hace ciencia; su proceder utilizando un instrumento metodológico que guíe el proceso de producción de la verdad científica y su orientación potencial hacia la práctica, es decir la posibilidad de un uso técnico.

La ciencia no nace sino cuando están dadas algunas condiciones sociales que apuntan en dirección a una utilización práctica de los conocimientos. Esto, independientemente de que los fines cognoscitivos de la ciencia representan de por sí algo valioso. No siempre se está consciente o se reconocen en absoluto, qué usos pueden darse a determinados programas de investigación, descubrimientos o leyes de la ciencia, lo que no es lo mismo que afirmar un saber científico puro, producido en la cabeza de los investigadores y al margen de demandas e intereses sociales actuantes "desde fuera".

"Prescindiendo del todo de nuestro mundo, primariamente aprehensible y que nos es familiar, la ciencia se convierte en un conocimiento de contextos, dominables a través de la investigación aislada. A partir de aquí, su relación con la aplicación práctica ha de ser

entendida como situada en su propia esencia moderna. Si es posible aprehender y calcular relaciones abstractas entre condiciones iniciales y efectos finales, de manera tal que la colocación de nuevas condiciones iniciales tenga un efecto predecible, entonces efectivamente, a través de la ciencia así entendida, llega la hora de la técnica".⁵⁰ El saber científico es concebido así, en una matriz histórico-cultural en donde se comprueba un primado del saber para la acción transformadora de la naturaleza, de la sociedad o del individuo. Aunque ciencia y técnica no afirmarían su fusión sino entrado el siglo XIX, desde el siglo XVII hay que reconocer que la acción de dominio práctico del mundo aparece redimensionada a partir del saber científico. Marcuse caracteriza la nueva visión de la ciencia moderna con el paso de los "por qué" a los "cómos": expresamente, el "por qué" de la física aristotélica y medieval con sus socorridas "causas primarias", "principios", en inhomogeneidades materiales y escalas axiológicas da paso a un "como" operativo, que busca más bien reconocer el funcionamiento de un fenómeno en términos de relaciones entre variables mensurables más que entre sustancias o poderes sustancializados.⁵¹

El advenimiento de la sociedad capitalista colocó a la ciencia y a la técnica, y a su fusión posterior, en el centro del interés social, por lo que no es exagerado decir que el tipo de conocimiento que inaugura la ciencia debe su existencia a las demandas de aquella en tanto que proyecto social. Esto cuidándonos de todo reduccionismo o visión causalista lineal. Needham ha mostrado cómo hasta el siglo XVI los chinos habían logrado crear una cultura técnica eficiente y altamente desarrollada en comparación con la occidental de entonces, pero habían sido incapaces de construir una concepción del mundo en términos de leyes físico-matemáticas como lo hizo Occidente. La razón de ello la encuentra Needham en el tipo de sociedad burocrática-feudal que ejemplificaba la China, en donde tradicionalmente las grandes empresas técnicas eran preocupación central de Estado y su burocracia. En la China la preocupación por la naturaleza, que se asocia al taoísmo, nunca superó la mística contemplativa por lo que jamás pudo haber estimulado una visión de acción de dominio sobre una naturaleza concebida como algo separado u opuesto al individuo humano. El contraste entre la China tradicional y el occidente a partir del Renacimiento, sirve para destacar lo singular, lo típico que es el conocimiento que empieza a ser característico del pensamiento occidental del siglo XVI.

Explicar el surgimiento y progreso de la racionalidad científica occidental es, a nuestro parecer, imposible si no se estableciera un vínculo con el panorama socio-cultural que le sirve de matriz. Reconocida esta relación nos vemos forzados a detenernos en lo que sería el núcleo de este trabajo: ¿hasta qué punto, la nueva concepción del hombre y la naturaleza, que empezó a forjarse desde el Renacimiento reproduce en su interior las contradicciones propias de la sociedad burguesa? Reconocemos aquí con Horkheimer que "lo que nosotros llamamos naturaleza depende del hombre en un doble sentido: en primer lugar, al desarrollarse la humanidad, la naturaleza sufre una continua transformación en el proceso de la civilización; en segundo lugar, los mismos elementos conceptuales que nos sirven para dar un contenido a la palabra 'naturaleza', dependen de la época en que se encuentre la humanidad".⁵² En fin, la "naturaleza" es un concepto mediado por el tipo de sociedad que lo construye y usa. Partiendo de esta premisa a modo de guía circunscribiremos las reflexiones que siguen a dos ámbitos, distintos aunque solidarios, uno, al del tipo mismo de razón que invoca la ciencia; otro, a las consecuencias que en el terreno de la práctica, ha tenido y tiene el desarrollo científico-tecnológico.

El primado de la razón, en oposición al dominio del dogma, es un signo tan inequívoco de lo moderno, que algunos caracterizan a la modernidad a partir del advenimiento del racionalismo. La razón en su unidad se convierte en el instrumento humano más idóneo no solamente para conocer el mundo sino para organizar, en forma justa, la comunidad humana. Conocimiento y acción racional dirigida hacia metas prácticas se reúnen en la razón moderna erigida junto al progreso ilimitado, como un paradigma.

El hombre moderno, no sólo puede conocer las leyes profundas que gobiernan a la naturaleza y a la historia, sino que debe hacer uso del conocimiento de esas leyes para organizar su dominio sobre una y otra, logrando los fines que se propone. Maquiavelo, en el terreno de las ciencias humanas y Bacon, más orientado hacia la filosofía natural muestran en forma transparente la preocupación de la modernidad: conocer para lograr disponer de, y manipular a, la realidad. La razón se aleja del status de apoyatura de la fe para servir al conocimiento y los fines emancipatorios del hombre. Desde sus inicios, la ciencia se inserta en la modernidad de conformidad con los ideales de una sociedad libre de las ataduras sociales y culturales feudales. Reivindicando una

neutralidad frente a las disputas que en el terreno dogmático aún entrado del siglo XVII se llevaban a cabo, la ciencia funda sus propios medios para desarrollarse; un lenguaje propio, un método, una institucionalidad que le garantizase la seguridad a sus efectivos en la empresa a que se dedicaban. La historia de la ciencia es también la de sus organizaciones, desde las academias, reacciones a la universidad medieval, hasta los centros de investigación y escuelas politécnicas.

Pero la razón científica, parte importante de la configuración cultural moderna no parece estar al margen de las ambigüedades de la misma. La modernidad, en términos políticos, se debate entre la anarquía, que parece ser la consecuencia teórica obligada del individualismo y la intervención omnímoda del Estado. Ambiguamente coexisten, oponiéndose, la democracia por un lado y el despotismo por el otro. El hombre, devenido un átomo entre muchos, es reivindicado, en tanto que individuo actuante pero, por sí mismo, este mismo átomo está más o menos forzado a ceder su libertad, virtualmente ilimitada, cuando constituye la sociedad y el Estado se convierte en depositario general de las potencialidades individuales. Para Hobbes, que llevó el naturalismo a consecuencias extremas, "el hombre es (...) capaz de lograr la seguridad, la comodidad y el desarrollo de sus facultades, (...) pagando el precio de la sujeción al Estado".⁵³ Dilema terrible en el que se debate el pensamiento político moderno, ¿cómo construir, en función de un plan racional, una sociedad libre de individuos libres? El pensamiento moderno aspirando a la libertad y a la construcción de un orden racionalmente justo, se convirtió en el recubrimiento ideológico de una sociedad escindida, en donde la igualdad formal encubre o escamotea las desigualdades reales entre sus miembros.

A la razón moderna se le critica su carácter monádico y ahistórico.⁵⁴ Como facultad inherente al hombre, reflejo o emanación procedente de Dios, en un primer momento la razón escapa a las determinaciones provenientes del entorno social e histórico. Razonar llegó a convertirse, bajo la óptica del pensamiento dominante en el siglo XVIII, en un recurso a métodos lógicos que, en su despliegue y con la plena observancia de sus reglas, debían conducir al establecimiento de la verdad. Nunca se pensó que esta razón misma fuese un producto histórico, porque con ello se estarían tocando las fronteras de la lógica moderna. Para "Hobbes y la Ilustración, escribe Horkheimer, la razón consiste en una serie de conocimientos que pueden ser ampliados en todo momento

sobre la base de la experiencia, del pensamiento lógico deductivo; pero los elementos de esta serie por su parte, deben ser establecidos de una vez por todas y, una vez que han sido encontrados, no deben tocarse jamás.⁵⁵ Una razón que toma por paradigmas al razonamiento lógico-matemático y a las máquinas y que se aviene con la ideología del progreso como curso lineal y acumulativo de logros inamovibles, está vaciada de su contenido histórico, y por lo tanto inhabilitada, desde dentro, para captar el discurrir de lo real. La ciencia próxima a esta razón, denunciada por sus críticos como instrumental, debía correr una suerte similar a la misma en lo que toca a sus posibilidades de captar lo concreto. La imagen del mundo, tanto el inorgánico como el orgánico, como máquina, alimentada con una concepción matematizante, se convirtió en hegemónica.

En contacto con una razón instrumental -e instrumentalizadora- la ciencia, aun cuando heurísticamente requirió de la separación entre conocimiento e intereses para obtener reconocimiento social y valor intelectual, se ve solicitada por los mismos problemas que sacuden a aquella. La razón científica deviene así cientificismo, para el cual el discurso de los especialismos, encerrados en compartimientos cerrados, es el tratamiento de verdades alcanzadas y consagradas, no sujetas a escrutinio o crítica.

En Occidente esta tendencia de la razón a disociarse entre grupos de sus depositarios y los profanos, ajenos a la misma, puede tener antecedentes en ideas platónicas recuperadas por algunas mentalidades filosóficas a fines de la Edad Media.⁵⁶ Si bien esta disociación jugaría un importante papel en la medida en que contribuyó con la protección de las primeras comunidades científicas del furor de sus opositores, llegado el momento en que la ciencia alcanzaba el prestigio y el papel protagónico en la sociedad moderna, tendía a segregar especialismos y un recubrimiento ideológico ligado a los mismos. La idea de que la ciencia debía ser un conocimiento producido por ciertas élites al margen de las pugnas de intereses sociales inscritas en el resto de la sociedad, constituyó un factor que inmunizó a la ciencia de los peligros que para su objetividad hubiese significado su participación consciente y directa en esos conflictos de intereses. Razón y fe, una, para las élites, otra, para las mayorías trataron de ser mantenidas separadas y esto permitió un clima de tolerancia para el ejercicio de la actividad científica y la difusión

de sus ideas. Esta ilusión de considerar a la ciencia como teoría pura posibilitó el papel dominante que luego adquirirían las ciencias junto a las técnicas.⁵⁷

La función inmunizadora de la "falsa consciencia" que tiene la ciencia de sí misma y de su praxis, deja de tener efectos progresivos desde que ésta adquiere un cierto grado de madurez en su desarrollo. Entonces, la razón científica inaugura relaciones de un tipo nuevo con la sociedad. Hipostasiada, segregada a la competencia exclusiva de círculos estrechos, de algún modo solicitados por el poder, se convierte en una profesión de fe. Conocimiento y ciencia se confunden.⁵⁸ Es entonces, cuando la autopercepción científicista de la ciencia, "fija un concepto general de ciencia que justifica el mecanismo de dirección tecnocrático y excluye el proceder racional para aclarar cuestiones prácticas".⁵⁹ En el siglo XIX, ya la ciencia convertida en fuerza social y estrechamente asociada a la técnica, se ve conducida hasta sus propios límites. La aspiración de una razón en posesión de todos, dotada de un método para alcanzar la verdad a través de un proceso discreto de manipulaciones algorítmicas que una vez animó a los racionalistas modernos, se ve frustrada por la confianza que esta misma razón puso en las posibilidades de aprehender, por aquellos medios, las leyes del mundo. La escisión de la razón, ya convertida en instrumental, no es independiente de un proceso creciente en dirección a organizar esquemas de dominio de la naturaleza a través de la ciencia y la acción técnica.

El experto hace su aparición articulado a un orden en donde ciencia y técnica alcanzan una posición hegemónica. Se trata de la conclusión del ideal de "dominio de la sociedad a través de la razón".⁶⁰ El sentido crítico de la razón científica que caracterizó las primeras manifestaciones del espíritu de la ciencia desde el siglo XVII, es abandonado en la medida en que la ciencia se percibe a sí misma como el único conocimiento capaz de normar la vida social de los hombres. Ante la hipostatización de la racionalidad científica, se han alzado no pocas voces en un intento por motivar reflexiones que alteren el curso actual de ese proceso de automatización que se ha escenificado en la ciencia. Si a partir del Renacimiento el saber científico creció fuera de las universidades y empleó un lenguaje asequible a la sociedad, desde principios del siglo pasado se produce un fenómeno inverso. La ciencia,

en consecuencia se encapsula, se convierte en cosa de especialistas separada de la sociedad.

Desde allí empieza a ser vista y extendida como una ideología, en el sentido general de un sistema de ideas consagradas, no criticables, cuya función principal no es la crítica sino la identificación con el orden y su apología. Y si las ideologías pueden, en un primer momento, cumplir una función progresiva "pueden degenerar, escribe Feyerabend, y convertirse en religiones dogmáticas". "Este proceso de degeneración, continúa este autor, comienza en el instante mismo en que tienen éxito; se convierten en dogmas en cuanto la oposición queda anulada: su triunfo es a la vez el comienzo de su decadencia. El desarrollo de la ciencia en los siglos XIX y XX es un buen ejemplo de ello: el mismo medio que una vez proporcionó al hombre las ideas y la energía necesarias para liberarse del miedo y los prejuicios de una religión tiránica, lo convierte ahora en un esclavo de sus intereses".⁶¹ La razón científica, en función de su simbiosis con un modelo mecanicista y cuantitativista de lo real, paradigma de la concepción moderna del universo, fracasa, en consecuencia, en lo que respecta a su función de aprehender la complejidad del mundo y la emergencia de lo novedoso. Precisamente, porque la razón científica desde muy temprano en su desarrollo, se adaptó bien y sirvió al proyecto de civilización de la sociedad burguesa, en la medida en que sus presupuestos metafísicos enlazaban con la actitud de dominio, manipulación y descomposición de lo real complejo.

El universo entendido como una máquina constituida por partes independientes, sólo podía ser aprehendido por una razón bien mecanizada, que reconociera el tipo de estructura que, de antemano, se sabía constituía a lo real. Morin⁶² habla al respecto de una verdadera visión paradigmática de la realidad, dominada por las nociones de separación y aislamiento. Una razón considerada como instrumento algorítmico, que manejase unidades o elementos discretos, sería la vía para reconstruir, según sus designios, el mundo. El fracaso de la razón científica para aprehender lo que Morin denomina una "visión del mundo compleja", radica en que la misma sólo concierne a una concepción de lo real "clasificacionista, analítica, reductora, unidimensional, manipuladora".⁶³ Este tipo de racionalidad ha cristalizado una visión objetivista que ha conducido a un verdadero desencanto del mundo, como lo creyó Max Weber.

De la visión reductiva de la razón puede decirse lo que Bataille del conocer, que busca "percibir que una cosa desconocida es la misma que otra cosa conocida".⁶⁴ En definitiva, una racionalidad sostenida sobre la identidad y la clausura, tautológica. Pero una tal racionalidad está obstruida, para entender una realidad que no se ajusta a los modelos sobre los cuales organiza su percepción de la misma.

La concepción del mundo en términos de partes aisladas -o aislables, en principio-, en donde los cambios para ser incorporados, a una explicación, requieren del ejercicio o métodos cuantitativos, no se ajusta a una realidad en donde los conceptos de organización, complejidad estructural, irreversibilidad de los procesos, emergencia de nuevas cualidades, y apertura cobran importancia. La noción misma de tiempo como variable independiente, subsumida por la noción de espacio -sobre todo a partir de la relatividad especial- está siendo revisada para en su lugar reivindicar una concepción distinta en la que "cada ser complejo está constituido de una pluralidad de tiempos conectados los unos con los otros según articulaciones sutiles y múltiples".⁶⁵ El tiempo como medida mecánica, como flujo idéntico de cambios de una visión reduccionista, y en verdad estática, de las modificaciones de la materia, no se ajusta a una concepción realista. Incluso las matemáticas y la lógica se rebelan en contra de una visión optimista, caracterizada por un poder ilimitado de demostración. El profundo significado epistemológico del teorema de Gödel estriba en los límites que reconce a la propia racionalidad matemática para autofundarse. La naturaleza misma de la racionalidad científica y de las explicaciones que ésta ofrece impone límites al tipo de problemas de que las ciencias pueden dar cuenta. La consciencia de estos límites no hubiera sido posible sin la introspección de la propia actividad científica y sin que se hayan llegado a percibir, en el tipo de racionalidad que permite construir la ciencia.

En relación estrecha con los límites internos de la razón están sus consecuencias en el terreno de la acción práctica. La ciencia nació en un medio social en donde las demandas técnicas de dominio de la naturaleza se hicieron sentir explícitamente en forma no conocida por la sociedad de hasta fines de la Edad Media. Hasta la Edad Media en Europa, que fue la cuna de la ciencia moderna, se vivió el primado de la comunidad (universitas) por sobre las actividades económicas, políticas y técnicas. Los oficios prácticos, los que de algún modo tienen que ver con la transformación de las fuerzas y los recursos de la naturaleza,

permanecían a resguardo de modificaciones permanentes y continuas. El manejo de las técnicas constituía asunto propio de círculos tradicionalmente ligados a las mismas, y puesto que las demandas sociales sobre estos círculos de artesanos eran más bien débiles, la concepción de la técnica en términos de un dominio consciente de la naturaleza no podía hacer su aparición. Aunque algunos autores, han considerado que la actitud técnica moderna frente a la naturaleza ya venía prefigurada en la concepción judeo-cristiana de una naturaleza creada para servir al ser humano,⁶⁶ la Edad Media no se caracteriza por una visión transformadora del entorno natural y social como la tendrá, más tarde, el Renacimiento. Sólo la aparición de sectores libres de la servidumbre medieval y portadores de un nuevo orden social abre las posibilidades a una nueva imagen del mundo vinculada a la acción técnica sobre el mismo.

La ciencia no se asocia a la técnica de inmediato, y tendrán que transcurrir casi dos siglos para que las potencialidades técnicas de la ciencia moderna cristalizaran en el industrialismo y en la civilización técnico-científica. Y es aquí, en donde el proyecto de transformación del mundo a través de la ciencia y la técnica exhibe la otra gran contradicción de la razón científica; la transformación al servicio del hombre, se muestra como una actividad que no sólo está implicando la manipulación y la expropiación de la naturaleza, sino formas inéditas de dominio del hombre sobre el hombre. La técnica vista como un medio en beneficio de lograr una humanidad más libre y dichosa, tal y como lo soñaron tantos utopistas desde Bacon, se convierte en una nueva fuente de desdichas y sujeciones. Hay que reconocer que la concepción de las relaciones entre técnica y humanidad, como si se tratase de una simple relación medio-fin, inamovible y ahistórica, actúa como una ideología. La visión que el hombre tiene de la técnica no ha sido siempre y en todo momento la de un instrumento de dominio exterior del elemento natural. Esta es una visión vinculada a un tipo específico de civilización. El medio técnico concebido como un instrumento neutro e imparcial que, manejado por el hombre, conduce inequívocamente a resultados deseables se articula a una sociedad secularizada donde los propósitos éticos han sido desplazados del centro del interés y se otorga a la acción transformadora del individuo un valor per se. La visión hombre-técnica como fin-medio deshistoriza a las relaciones entre técnica como creación social y el hombre en sociedad como productor o creador.⁶⁷

Desde el siglo XIX el dominio omnímodo de la naturaleza ha sido tan ensalzado como criticado. La profesión de fe industrialista alcanzó tanto a los partidarios del capitalismo industrial como a sus críticos, igual que la crítica del capitalismo depredador tuvo voces entre círculos vinculados al movimiento obrero y al romanticismo de características nostálgicas y regresivas. Algo nos parece claro hoy, y es que el enorme desarrollo que han alcanzado la ciencia y la técnica actuales nos colocan ante el punto crítico del desarrollo de la humanidad: ¿Cómo continuar actuando técnicamente en la naturaleza sin producir alternaciones irreversibles en la misma y, concomitantemente, sin poner en peligro la vida misma del hombre? ¿Cómo repensar o reorientar el desarrollo científico-técnico? En nuestro siglo estos cuestionamientos cobran un interés inusitado, sobre todo con la aparición y desarrollo de técnicas que podrían conducir a la manipulación o a la desaparición de nuestra especie.

Pero la ciencia en sí misma no puede dar respuesta a un conjunto de interrogantes sobre el futuro del hombre y de sus relaciones con la naturaleza. De aquí la necesidad de una reflexión filosófica y ética. Una cosa sí parece inferirse de las cuestiones relativas a los usos de la ciencia y la técnica: el quehacer científico y la actividad técnico-productiva de alguna manera deberán rodearse de una actitud ética que le imponga un rumbo distinto al que hoy han tenido. El riesgo de controles éticos a la ciencia y a la técnica no deja de ser real, sobre todo si recordamos que la ciencia aparece desvinculándose de manera expresa del "deber-ser", lo cual llegó a rodarla de la ambientación propicia para creerse a sí misma imparcial u objetiva. El recuerdo del lyssenkismo stalinista y de la "ciencia nacional-socialista" está muy fresco para que desconfiemos de esos controles, pero está claro que de alguna manera la sociedad debe velar para que el producto de la actividad científica y la acción técnica sobre el mundo no comporten peligros para la vida. Fejerabend⁶⁸ ha opuesto el predominio de la ciencia y de los expertos a la expansión de la democracia, sugiriendo expresamente que la ciencia debe estar sometida a control por parte de la sociedad; pero no está claro cómo la sociedad compuesta por no científicos, puede llegar a normar el tipo de ciencia que se está produciendo y cambiar, en caso necesario, el curso del desarrollo de la misma. El control que demandan del desarrollo científico-tecnológico algunos de sus críticos actuales, entre estos ecologistas, de ninguna manera deberá interferir con las libertades de creación e investigación del científico sino más bien debería apuntar

hacia los usos y los abusos de las aplicaciones posibles. Desde principios del presente siglo, la preocupación por las repercusiones sociales del desarrollo de la ciencia y la técnica se hizo evidente mayormente en las naciones desarrolladas. Círculos importantes de intelectuales y científicos se hicieron eco de la misma. Con la utilización militar de la ciencia, primero en la guerra de 1914 y luego en la Segunda Guerra Mundial sectores científicos más significativos en prestigio y número, se sumaron al coro de críticos del curso del desarrollo científico-técnico. Comenzó a cuestionarse el mito que una vez puso a la ciencia al abrigo de la lucha de intereses sociales en la época en que la misma necesitó de un clima de tolerancia propicio para afianzarse y desarrollarse. Los abusos de la ciencia, nacida como instrumento liberador del hombre no pasan desapercibidos. Entonces es cuando hay que repensar las relaciones entre ciencia y sociedad. En la discusión de estas cuestiones, se defiende unas veces un término, la ciencia, su neutralidad y la competencia de sus expertos; en otras, a la sociedad, a quien toca colocarse como árbitro entre la ciencia, destructiva y de características autoritarias, y un medio humano que sufre los embates de aquella. Ambos términos del debate mistifican la cuestión.⁶⁹ Hay que vincular el tipo de ciencia, su práctica y sus aplicaciones posibles a una cierta ordenación social. La ciencia surge en el seno de una civilización en donde el dominio de lo natural -incluyendo lo humano, naturalizado por el pensamiento burgués desde Maquiavelo y Hobbes- y el productivismo, funcionan como paradigmas, y en tanto este tipo de civilización no dé muestras de agotamiento no caben demasiadas ilusiones sobre una rectificación del actual curso del desarrollo científico-tecnológico. Una de nuestras hipótesis sostiene que hay algunos hechos que nos permiten intuir, al menos, que una nueva forma de concebir a la ciencia parece estarse gestando en el mundo actual y que esta nueva concepción coincide con la creciente importancia social que adquieren la planificación y la interrelación. Nada aún permite asegurar que este nuevo enfoque de la ciencia y su práctica se impondrá sobre el viejo, y no sólo esto, sino hasta donde progresará el mismo. Sólo algunas trazas de esta nueva actitud científica pueden ser rastreadas en el panorama de la ciencia de hoy, pero éstas son lo suficientemente surgentes como para presumir lo que a juicio nuestro podría ser el despertar de una nueva consciencia científico-tecnológica.

4. ¿Hacia una nueva racionalidad científica?

*El orden del devenir
es de inmediato,
el devenir de un orden.
(Bachelard)*

La ciencia moderna obtuvo sus éxitos haciendo suyo un modelo del mundo expresable en función de entidades separadas o separables, sometidas a leyes matemáticas de corte determinista o, al menos, coincidentes con éstas en el dominio de los grandes números. La visión organicista, que en el Renacimiento alcanzó notoriedad, se fue abandonando conforme aumentaban los éxitos del modelo mecanicista y éste se imponía a las mentalidades del siglo XVII. Con Descartes,⁷⁰ la visión mecanicista alcanza un status paradigmático definitivo y no es sino hasta el siglo XIX cuando, desde la termodinámica y la biología, empiezan a sugerirse otras formas de entender la realidad opuestas al mecanicismo reduccionista. No sin resistencias, este esquema, comienza a ceder ante la evidencia de que los fenómenos de organización, como los biológicos o los que implican una flecha del tiempo de la termodinámica no pueden ser entendidos plenamente, e incluso se oponen, a la concepción del mundo en términos de entidades discretas y fuerzas.

La concepción del mundo como un agregado de corpúsculos, donde "cada uno de los cuales posee un status ontológico autónomo" y para la cual, todo sistema complejo "sólo puede comprenderse comprendiendo la naturaleza de las partes de las que está compuesto"⁷¹ deja a un lado, multitud de fenómenos en los que las nociones de complejidad estructural, jerarquía y novedad, juegan un papel de primer orden para alcanzar una comprensión cabal de los mismos. Nociones como las precedentes, que habían sido asimiladas a las "cualidades secundarias", de Locke, próximo, en estas ideas, a Galileo, están ausentes en las obras de los filósofos naturales y científicos hasta, al menos, la segunda mitad del siglo XIX. Sólo una cierta tradición romántica, vinculada a pensadores del área humanística predominante, entre ellos Goethe, se mostraron desde el siglo XVIII resistentes a admitir el modelo mecanicista reivindicando una concepción vitalista que, independientemente de que asumía el automovimiento y la noción de desarrollo, no pudo competir con el reduccionismo cartesiano. La naturaleza era entendida así como una constelación de centros activos, focos de fuerzas, más que de corpúsculos aislados.

El modelo mecanicista, cuestionado por la filosofía alemana de la naturaleza y algunos pensadores marginales, empieza a ponerse en cuestión con el desarrollo de la termodinámica de los procesos irreversibles y los primeros intentos por entender la ontogénesis y filogénesis de los seres vivos. Tanto en un caso como en otro, el modelo mecanicista no aportaba las explicaciones demandadas por los avances de la ciencia, antes al contrario, los fenómenos termodinámicos y biológicos permanecían inexplicados. Es cuando las insuficiencias del paradigma reduccionista empiezan a estimular la construcción de una forma de entender la naturaleza, en la cual la idea de totalidad organizada desempeña un papel básico. Ya no es la totalidad quien necesita ser explicada en términos de sus constituyentes aislados, sino las partes y sus relaciones quienes deben ser entendidas en relación con el todo. Paradójicamente se vuelve a reivindicar una visión de conjunto, aunque sobreviviente de manera marginal en ciertas formas de filosofía organicista-vitalista con fuerte raigambre pre-moderna. Empieza a comprenderse que la ciencia moderna no obstante sus éxitos innegables requiere un replanteamiento en sus presupuestos básicos y en la manera de entender sus aplicaciones técnicas. La oposición insalvable que existió entre una cultura científica y una cultura humanística, de algún modo eco del viejo problema de la oposición entre cuerpo y alma, lo objetivo y lo subjetivo, dentro de la nueva perspectiva holista de la ciencia tiende a ser superada. Para Von Bertalanffy se trata del surgimiento de una concepción distinta, en donde se reúnen los procesos de la naturaleza inorgánica y la orgánica, concebidos como totalidades dinámicas irreductibles.

"Frente al reduccionismo y las teorías que declaran que la realidad no es 'nada sino' (un montón de partículas físicas, genes, reflejos, pulsiones o lo que sea), vemos la ciencia como una de las perspectivas que el hombre con su dotación y servidumbre biológica, cultural y lingüística, ha creado para vérselas con el universo al cual está 'arrojado' o, más bien, al que está adaptado merced a la evolución y la historia".⁷² La actitud vitalista como reacción al mecanicismo deja lugar así a una concepción en la que los fenómenos de la vida y el pensamiento pueden ser entendidos científicamente, sin que sean referidos a la acción de algún principio o élan misterioso. Como bien expresan Prigogine y Stengers, "estamos próximos al fin de la ruptura cultural que hace de la ciencia un cuerpo extraño que le da la apariencia de una fatalidad a asumir o de una amenaza a combatir".⁷³

No hay dudas de que una nueva forma abierta y compleja de comprender la naturaleza y el hombre y sus producciones, entre éstas, la ciencia, se avista en el panorama. Claro, esto no significa que las puertas a un nuevo reduccionismo estén cerradas. No se puede negar que la teoría de sistemas, sobre todo una tendencia que en la misma exagera su lado estructural y minimiza su aspecto dinámico, puede estar convirtiéndose en una nueva ideología de expertos y que, más tarde o más temprano, conduzca a un nuevo pensamiento cerrado.⁷⁴ El ideal de una ciencia que tomase en cuenta lo cualitativo, se abre paso con virgor por entre las fisuras de un modelo incapaz de comprender la emergencia de formas novedosas en la naturaleza. La aparición de las matemáticas de lo discontinuo, como la de los objetos fractales, descritos en espacios de dimensiones fraccionarias y de los estudios de René Thom acerca de la producción de las formas en el desarrollo embrionario de los seres vivos,⁷⁵ cuestionan en profundidad la imagen de un universo geometrizado, vacío de cualidades en donde pasado, presente y futuro, indiferenciados, conforman un continuo. Una nueva epistemología hace su aparición sugerida por el estudio de las totalidades y los procesos globales en donde lo continuo y lo simétrico son la excepción improbable dentro de una realidad repleta de una diversidad de formas y estructuras complejas, que se desarrollan en medio de lo que la ciencia clásica entendía como un incremento del desorden que todo lo allana. Se trata, como escribía Bachelard, siguiendo Roupnel, de establecer "el accidente como principio".⁷⁶ El momento creador que en la naturaleza, entendida como un campo abierto de propensiones, produce el espectro infinito de formas con que aquella se adorna.⁷⁷

No puede negarse que el mecanicismo y el uso de las matemáticas continuas han sido fecundos en el sentido de contribuir con una comprensión del mundo que, además de haber logrado un nivel de penetración nunca antes imaginado, ha tenido valiosas aplicaciones técnicas, pero allí donde aquellos se muestran incapaces de penetrar entran en escena los nuevos modos de concebir a la naturaleza y su devenir.⁷⁸ En el mundo geometrizado de la mecánica, igual por todos los lados, perfectamente simétrico y homogéneo, en donde el devenir es un simple trasladarse de un punto a otro del continuo espacio-tiempo. Nada nuevo ocurre, pero el universo real dista mucho de ser un mando tan pobre. Una comprensión más y profunda de lo real retoma, y al propio tiempo supera, la vieja concepción renacentista que une ciencia y arte. Esta completará los logros de tres centurias de ciencia cuantitativa con con-

sideraciones cualitativas, en una síntesis aún emergente, pero mejores posibilidades de entender el mundo.

NOTAS Y LITERATURA CITADA

1. Ya desde el Renacimiento se resalta al individuo en términos de su dignidad. Cfr. Jiménez, José **Filosofía y emancipación**. Espasa-Calpe, Madrid, 1984, p. 67. Se expresa de modo similar al caracterizar lo moderno, Dumont, Louis en **Ensayos sobre el individualismo**, Alianza Editorial, Madrid, 1978, p. 73.
2. Horkheimer, Max, **Historia metafísica y escepticismo**. Alianza Editorial, Madrid, 1982, Cap. I, p. 35.
3. Mondolfo habla aquí expresamente de una identidad entre hacer y saber, "el homo faber es una misma cosa con el homo sapiens", fr. **Verum factum**. Siglo XXI, Argentina Editores, S. A. Buenos Aires, 1974, p. 13.
4. Dumont, Louis. *op. cit.* p. 23.
5. Jaspers, Karl. **Descartes y la filosofía**. Leviatán, Buenos Aires, 1958, p. 30. Fr. Leibniz, G. W. **Monadología**. Orbis, S. A. Barcelona, 1983, p. 30.
6. Jaspers, Karl. *op. cit.*, p. 30
7. La finalidad práctica es parte consustancial del proyecto burgués moderno de conocer a la naturaleza. Cfr. Clarke, Desmond. **La filosofía de la ciencia de Descartes**. Alianza Editorial, Madrid, 1986, p. 19: El objetivo del conocer era "subordinar los estudios científicos a resultados prácticos".
8. "(...) el acento puesto en la igualdad natural de la razón humana es la expresión filosófica de la tendencia general a romper las limitaciones cualitativas y las características especiales de los cuerpos feudales (...)". Cfr. Labastida, Jaime. **Producción, ciencia y sociedad: de Descartes a Marx**. Siglo XXI Editores, México, 1980, p. 115.
9. Cfr. Deleuze, Gilles. **Spinoza y el problema de la expresión**. Muchnik Editores, Barcelona, 1975, p. 13. Allí se refiere a una interesante

tesis de Koyré sobre el expresionismo del pensamiento del Renacimiento como una característica propia del mismo.

10. Labastida, J. **op. cit.**, p. 200. Hay una verdadera pérdida de la noción de jerarquía natural en el universo moderno. Labastida habla de un "mismo nivel ontológico" en todos los componentes del mundo.
11. Koyré, Alexandre. **Del mundo cerrado al universo infinito**. Siglo XXI Editores, México, 1979, p. 6.
12. Habermas, Jurgén. **Ciencia y técnica como "ideología"**. Tecnos, S. A., Madrid, 1986, pp. 159-181.
13. Dice Filoteo, en el Diálogo III, de **Sobre el infinito universo y los mundos** de Bruno, que "todas las tierras son dignas de regirse por la misma norma y todos los soles también". Cfr. Bruno, Giordano, **Sobre el infinito universo y los mundos**. Orbis, S. A. Barcelona, 1981, p. 115.
14. Cfr. Koyré, Alexandre. **Estudios de historia del pensamiento científico**. Siglo XXI Editores, México, 1978, p. 47.
15. Habermas se refiere a un cosmos "que descansa en sí mismo y en la identidad del ser inmutable" que encuentra "su sostén en la consciencia que se ha emancipado de los poderes imaginarios. Cfr. Habermas, J. **op. cit.**, p. 167.
16. Mason, Stephen. **Historia de las ciencias**. Zeus, Barcelona, 1966, pp. 198-199.
17. Needham, Joseph. **La gran titulación. Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente**. Alianza Editorial, Madrid, 1977, p. 309. Cfr. igualmente, Labastida, **op. cit.**, p. 199.
18. Berger, P. y Luckmann, Thomas. **La construcción social de la realidad**. Amorrortu Editores, Buenos Aires, 1976, p. 125.
19. Needham, J. **op. cit.**, p. 37.
20. Savater, Fernando. **La piedra apasionada**. Ediciones Sígueme, Salamanca, 1977, p. 17. También: Radnitzky, Gerard y Andersson, Guanar, eds. **Estructura y desarrollo de la ciencia**. Alianza Editorial, Madrid, 1984, p. 136. Igualmente Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle, **La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia**. Alianza Editorial, Madrid, 1983, p. 50.
21. Prigogine, I. y Stengers, I. **op. cit.**, p. 53.

22. Koyré, A. **Estudios de historia del pensamiento científico**, p. 41.
23. Mondolfon, Rodolfo. **Heráclito. Textos y problemas de su interpretación**. Siglo XXI Editores, México, 1971, p. 244.
24. Bruno, G. **op. cit.**, p. 79.
25. De Magalhaes-Vilhena, V. **Desarrollo científico y técnico y obstáculos sociales al final de la antigüedad**. Ayuso, Madrid, 1971, p. 41.
26. De Magalhaes-Vilena, V. **op. cit.**, pp. 33-52.
27. Ben-David, Joseph. **El papel de los científicos en la sociedad**. Trillas, México, 1974. cap. 1.
28. Bloch, Ernest. **Avicena y la izquierda aristotélica**. Ed. Ciencia Nueva. s/f. pp. 13-14. Bataille, parece relacionar capitalismo y sociedad árabe, Cfr. **La parte maldita**, Edhasa, Barcelona, 1974.
29. Cfr. Crombie, A. C., **Historia de la ciencia: De San Agustín a Galileo**. Tomo 2, Alianza Editorial, Madrid, 1985. p. 19. Igualmente Tomo I, p. 44.
30. Bloch, E. **op. cit.**, p. 14.
31. Ben-David, J. **op. cit.**, pp. 74 y 55. Labastida, J. **op. cit.**, p. 100. Aquí leemos: "La civilización debe a la Edad Media la existencia de las universidades, pero no fue en ellas en donde la nueva ciencia se originó".
32. Ben-David, J. **op. cit.**, p. 78.
33. Ben-David, **op. cit.**, p. 78.
34. Cfr. Crombie, A. C. **op. cit.**, tomo 2, pág. 254. Allí se cita a Bacon: "El saber humano y el poder humano son lo mismo; porque donde no se conoce la causa, no se puede producir el efecto. Para poder dar órdenes a la naturaleza se la debe obedecer; y lo que en la contemplación es como la causa, en la operación es la regla". También: Hubner, Kurt, **Crítica de la razón científica**. Editorial Alfa, Barcelona, 1981, p. 247: "La ciencia natural exacta remite, en tanto tal, a una dominación técnico-práctica de la existencia".
35. Ben-David, J. **op. cit.**, p. 78.
36. De Cusa, Nicolás. **La docta ignorancia**. Aguilar, Argentina, S. A. Buenos Aires, 1973, pp. 48-50.

37. Crombie, A. C. **op. cit.**, Tomo I, p. 76.
38. Piaget, Jean y García, Rolando. **Psicogénesis e historia de la ciencia**. Siglo XXI Editores, México, 1982, pp. 88 y ss.; 134-141.
39. Crombie, A. C. **op. cit.**, Tomo 2, p. 82.
40. Crombie, A. C. **op. cit.**, Tomo 3, p. 268.
41. Labastida, J. **op. cit.**, Cap. II.
42. Labastida, J. **op. cit.**, pp. 87-88
43. Sobre la fusión técnicas artesanales y tradición especulativa. Cfr. Toulmin, Stephen, y Goodfield, June, **La trama de los cielos**. Eudeba, Buenos Aires, 1963, p. 279-280.
44. Ben-David, J. **op. cit.**, p. 95.
45. Cfr. un artículo de Radnitzky en Radnitzky, G. y Anderson, G. **op. cit.**, pp. 64-65.
46. Piaget, J. y García, R. **op. cit.**, pp. 59-62 y 173-175.
47. Crombie, A. C., **op. cit.**, Tomo 1, p. 18.
48. Jaspers, K. **op. cit.**, p. 73.
49. Cfr. Jaspers, K. **op. cit.**, p. 118, Labastida, J. **op. cit.**, pp. 112-113 y Merton, R. **La sociología de la ciencia**, tomo 2, Alianza Editorial, Madrid, 1985, p. 449. Allí, el método se equipara con un conjunto de reglas que reducen las diferencias de capacidades entre los hombres; una idea similar, aparece en Descartes.
50. Gadamer, Hans-Georg. **La razón en la época de la ciencia**. Alfa, Barcelona, 1981, p. 42.
51. Hanson, N. Russell, **Patrones de descubrimiento. Observación y explicación**. Alianza Editorial, Madrid, 1985: p. 30. Hanson se refiere a la reducción a que sometió al concepto de causa aristotélica la física del siglo XVII. A partir de allí, la noción de causa quedó subsumida en la que, para Aristóteles, era la causa eficiente.
52. Cfr. Horkheimer, M. **op. cit.**, pp. 44-45. Además Kosik, Karel. **Dialéctica de lo concreto**. Grijalbo, S. A., México, 1982, p. 238.
53. Dumont, L. **op. cit.**, p. 96.
54. Jaspers, K. **op. cit.**, p. 98. Allí Jaspers utiliza la expresión de "fantasmización de la razón" de parte de Descartes. Esta razón

aislada, al margen de los condicionantes históricos-sociales es propia de toda la modernidad burguesa.

55. Horkheimer, M. *op. cit.*, pp. 74-75.
56. Cfr. las ideas del musulmán Averroes sobre la "doble verdad": una, de valor para la élite otra, destinada al resto de la sociedad. En Bruno. *op. cit.*, p. 77. Hay reminiscencias claras de esta concepción que enlaza con el llamado "despotismo ilustrado".
57. Cfr. Habermas, J. *op. cit.*, 178-179. También Ben-David, J. *op. cit.*, p. 69.
58. Habermas, J. **Sobre Nietzsche y otros ensayos**. Tecnos, S. A., Madrid, 1982. En ese lugar Habermas denuncia al cientificismo, como una expresión dogmática.
59. Habermas, J. *op. cit.*, pp. 82-84.
60. Gadamer, Hans-Georg. *op. cit.*, p. 44.
61. Feyerabend, Paul K., **¿Por qué no Platón?** Tecnos, S. A. Madrid, 1985. p. 61.
62. Morin, Edgar. **El método. La naturaleza de la naturaleza**. Tomo I, Cátedra, Madrid, 1981. p. 241.
63. Morin, Edgar. *op. cit.*, p. 241.
64. Cfr. Bataille, Georges. **El aleluya y otros textos**. Alianza Editorial Madrid, 1981, p. 35.
65. Prigogine, I. y Stengeres, I. *op. cit.*, p. 263.
66. Rose, H. y Rose, S. (comp.). **La radicalización de la ciencia**. Editorial Nueva Imagen, México, 1980. p. 162.
67. Cerroni, Umberto. **Técnica y libertad**. Fontanella, Barcelona, 1973, pp. 59 y ss.
68. Feyerabend, P. K. *ob. cit.*, p. 62. Para el caso de la técnica y su relación con el elemento humano, Cfr. Axelos, Kostas, **Marx, Pensador de la técnica**. Ed. Fontanella, Barcelona, 1969. p. 79.
69. Rose, H. y Rose, S. (comp.). *op. cit.*, pp. 33 y ss.
70. Cfr. Jammer, Max en Radnitzky, G. y Anderson, G. eds. *op. cit.*, pp. 196-197.
71. Cfr. Jammer, Max en Radnitzky, G. y Anderson, G. eds. *op. cit.*, p. 127. A esta concepción la caracteriza d'Espagnat en: **En busca de**

- lo real. La visión de un físico.** Alianza Editorial, Madrid, 1983. p. 85.
72. Von Bertalanffy, L. **Teoría general de los sistemas.** Fondo de Cultura Económica, México, 1982, p. XVII.
 73. Prigogine, I y Stengers, I. **op. cit.**, p. 38.
 74. Von Bertalanffy, **op. cit.**, p. XVII; además, Cfr. Gouldner, Alvin W., **El futuro de los intelectuales y el ascenso de la nueva clase.** Alianza Editorial, Madrid, 1980. p. 65, en donde se trata el del nacimiento, posible, de una nueva ideología "sistémica".
 75. Una pasión por lo discontinuo y desordenado, por lo irregular y lo anómalo, por el caos, anima hoy a biólogos, físicos y humanistas. Cfr. Gleick, J. **Caos. La creación de una nueva ciencia.** Seix Barral, Barcelona, 1988.
 76. Bachelard, Gaston. **La intuición del instante.** Ed. Siglo Veinte, Buenos Aires, 1973, p.. 28.
 77. Sobre el universo como red de propensiones, espacio abierto a la novedad. Cfr. Popper, Karl. **Teoría cuántica y el cisma en física.** Tecnos, S. A., Madrid, 1985, p. 176.
 78. Cfr. los estudios del Thom acerca de las nociones de orden y belleza en la ciencia. Véase, Waddington, C. H. y otros **Hacia una biología técnica.** Alianza Editorial, Madrid, 1976.