

De anomalías y revoluciones científicas: el colapso de los paradigmas

Jorge Rasner

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1169-6982>

jorge.rasner@fic.edu.uy

Recibido: 04 de abril de 2024

Aprobado: 30 de julio de 2024

Online First: 06 de noviembre de 2024

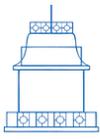
DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.ef.356920>

This manuscript has been accepted for publication in *Estudios de Filosofía* and is provisionally published on our website. The manuscript will undergo typesetting and design review before final publication.

Este manuscrito ha sido aceptado para su futura publicación en *Estudios de Filosofía* y se publica provisionalmente en nuestro sitio web. Se someterá a corrección de estilo, composición tipográfica y revisión de galeradas antes de su publicación final. Esta versión puede diferir de la versión final.

Este artículo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial- ShareAlike4.0 International





De anomalías y revoluciones científicas: el colapso de los paradigmas

Jorge Rasner

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1169-6982>

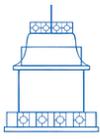
jorge.rasner@fic.edu.uy

Resumen: En *La función del dogma en la investigación científica* (1979), Thomas Kuhn enfatiza la necesidad de que las ciencias maduras formen a sus recursos humanos propiciando una fuerte adhesión a los fundamentos ontológicos y epistemológicos que sustentan dicha concepción paradigmática. Esta tesis, que de algún modo quita perspectiva a las y los científicos, deja abierta la cuestión de cómo tan fuerte adhesión dogmática permite la crítica y a la postre la revolución científica. En “Ciencia normal, dogmatismo y progreso” (2023), Pablo Melogno revisa críticamente esta propuesta kuhniana y la de una serie de analistas de su obra. Concluye que la propuesta de Kuhn es atinada por cuanto contempla cómo la tensión conservación-crítica permite en ciertas circunstancias sostener la fuerte adhesión incorporada, y en otras circunstancias ejercer una crítica informada ante una abrumadora acumulación de anomalías. En este artículo, sugiero que no son solo factores de índole racional los que llevan a un colectivo a decidir sobre la continuidad o el cambio paradigmático, sino que también inciden factores de tipo ideológico y cultural, frecuentemente naturalizados y difíciles de objetivar.

Palabras clave: anomalías, revoluciones científicas, paradigmas, ciencia, ideología

Como citar este artículo:

Rasner, J. (2024). De anomalías y revoluciones científicas: el colapso de los paradigmas. *Estudios de Filosofía*, 72, xx-zz. <https://doi.org/10.17533/udea.ef.356920>



On anomalies and scientific revolutions: the collapse of paradigms

Abstract: In *The Function of Dogma in Scientific Research* (1979), Thomas Kuhn emphasizes the need for mature sciences to train their human resources by promoting a strong adherence to the ontological and epistemological foundations that support their paradigmatic conception. This strong thesis, which in some way removes perspective from scientists, raises the question of how such strong dogmatic adherence allows criticism and, ultimately, the scientific revolution. In “Normal Science, Dogmatism and Progress” (2023), Pablo Melogno critically reviews this Kuhnian proposal as well as several analyses of his work. He concludes that Kuhn's proposal is accurate in that he contemplates how the tension between conservation and criticism allows, in certain circumstances, to sustain the strong built-in adhesion and, in other circumstances, to exercise informed criticism in the face of an overwhelming accumulation of anomalies. In this paper, I suggest that not only rational factors lead a group to decide on continuity or paradigmatic change but also cultural and ideological factors, often naturalized and difficult to objectify.

Keywords: anomalies, scientific revolutions, paradigms, science, ideology.

Jorge Rasner es Coordinador del Grupo de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (GESCyT) y Coordinador Académico del Departamento de Teoría de la Comunicación de la Facultad de Información y Comunicación de la Universidad de la República. Es también Coordinador del Área de Ciencia, Tecnología y Sociedad y Coordinador de la Maestría en Gestión de la Innovación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Es integrante del Comité del Posgrado de Comunicación de la Ciencia y la Tecnología de la misma universidad.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1169-6982>

A mi queridísimo amigo y compañero

Lo que pienso es, más bien, que la ciencia debe entenderse como un fenómeno social, como una empresa valiente, humana, y no como la obra de unos robots programados para recoger información pura. Además, considero que esta concepción es un estímulo para la ciencia, y no un sombrío epitafio para una noble esperanza sacrificada en el altar de las limitaciones humanas.

Stephen Jay Gould

Introducción: paradigmas, anomalías y revoluciones:

En ocasión de una conferencia dictada en julio de 1961 en el Worcester College de Oxford, un joven y radical Kuhn defiende que el pensamiento dogmático cumple un papel central tanto en el desarrollo de la ciencia normal como en el desencadenamiento de las revoluciones científicas. Esta conferencia dará paso al libro que conocemos, en su traducción al castellano, como *La función del dogma en la investigación científica* (1979). Caracterizar la producción de conocimiento científico como *dogmática* implica algunos problemas y controversias, tanto de índole ideológica como práctica, y aunque estrechamente vinculadas entre sí, pueden, sin embargo, analizarse por separado.

Para comenzar haré una breve mención de las controversias de índole ideológica. Controversias sobre las que no profundizaré en esta ocasión, pero que remiten a cierta concepción imperante durante buena parte del siglo XX en torno a las características de la práctica científica. Básicamente hay autores que sostienen y legitiman la convicción de que el único compromiso de los científicos debe ser con el desvelamiento de *la verdad* a través de una práctica libre de presiones, condicionamientos y prenociones. Recuérdese, a modo de ejemplo, la legitimación que realizó Robert Merton (1977) al respecto cuando enuncia las características definitorias de la práctica de producción de conocimiento científico: comunismo, universalidad, desinterés y escepticismo organizado. Por tanto, la sola mención de la palabra “dogma” produce escalofríos entre quienes sostienen y alimentan esta ilusión.

Desde luego, se trata de una ilusión y también de una idealización, y en varios sentidos: por una parte, no existe una única práctica científica, atemporal e inmutable, sino que existen prácticas diversas y concretas, con intereses específicos y horizontes posibles en un espacio y tiempo también específico. El “aquí y ahora” es insoslayable, como en cualquier actividad humana, lo que no implica necesariamente que las eventuales soluciones halladas a las problemáticas del momento no trasciendan esa preocupación específica, y tanto su desarrollo teórico como las nuevas interrogantes prácticas y teóricas que emergen a partir de su implementación vayan bastante más allá de la

circunstancia concreta, tanto en el espacio como en el tiempo. Nada diferente a lo que ocurre con otros artefactos.

Por otra parte, y vinculado a lo anterior, la práctica científica característica desde la segunda mitad del siglo XIX, en determinadas áreas disciplinares estratégicas (coincide con las ciencias “maduras” a las que alude Kuhn), está muy estrechamente ligada a objetivos y propósitos manifiestos en el diseño estratégico de las políticas de los países centrales, y muy especialmente —en el momento que escribía Kuhn— en el contexto que enfrentaba a los dos imperios hegemónicos en el período de la denominada “guerra fría”. Esto es, la orientación teórica-práctica de las ciencias maduras o normales, más allá de las ilusiones y las ambiciones propias de los miembros de los colectivos disciplinares, está estrechamente vinculada a la estrategia política y económica de imperios y corporaciones respaldadas por la fuerza del imperio, más preocupados por la eficacia resolutoria frente a urgencias, problemas y desafíos (carrera espacial, armamentista, aumento de la productividad, innovaciones disruptivas de mercado, etc.) que por alcanzar un ideal conducente al desvelamiento de la verdad.

A continuación, me referiré a las controversias de índole práctica, donde se presentan al menos dos asuntos a examinar. Por un lado, si los dogmas se inculcan, tal como señaló sin ambages Kuhn, esto arroja como resultado que no se invita a reflexionar sobre alternativas posibles a la línea conceptual dominante al o a la aspirante a desempeñarse como científica profesional en el ámbito de las ciencias “maduras”. No se alienta la crítica, antes bien, se la desestimula por varias vías, entre ellas la de borrar o manipular la historia de la disciplina al mejor estilo totalitario. Esto no es casual, ya que la intención es producir sujetos eficaces que, al adherir a una forma preestablecida de acción, eluden interrogantes y dudas molestas. Y, en caso de que porfiadamente estas dudas reaparezcan, rápidamente, se las desecha como pérdida de tiempo frente a la urgencia de la *dead line* o como especulaciones inconducentes. Este blindaje posiciona al investigador sobre un suelo firme donde se sabe, porque así se ha aprendido, qué hacer, cómo hacerlo y cómo será recibido el informe por los miembros del colectivo que lo integran. Solo de esta manera podrán responder a la eficacia demandada por los tomadores de decisiones políticas, encargados de financiar y respaldar a las ciencias “maduras”, lo que a su vez se traduce en pautas rigurosas de evaluación por el sistema científico, el cual no admitirá, e incluso podrá castigar, desviaciones de la línea hegemónica de acción imperante.

Frente a este panorama aparentemente monolítico al que alude Kuhn surge la interrogante de cómo comprender el cambio científico disruptivo, e incluso el incremental, si la práctica científica “madura” depende de sujetos con tal grado de automatización operativa. Presuntamente, esta automatización, fruto de una adhesión dogmática al paradigma, le impediría al practicante profesional

vislumbrar alternativas más allá del camino oficialmente establecido. Y, sin embargo, la historia de las disciplinas “maduras” nos indica que éstas se mueven, cambian, evolucionan e, incluso, colapsan, tal como señala Kuhn en su profusa bibliografía. Kuhn encontró dos modos de explicar el cambio a efectos de disolver esta paradoja. Sugirió, en primer término, que el cambio, sobre todo el disruptivo, es posible en la medida que sus impulsores sean personas no completamente vinculadas a una situación “paradigmática”, sobre las cuales el proceso de aleccionamiento dogmático incidió poco o parcialmente. Como es habitual, Kuhn deja cosas a medio decir, y es poco probable que encontremos a lo largo de su obra algo más específico al respecto. Debemos conformarnos con la vaguedad de que eventualmente se trata de gente que opera en los márgenes del paradigma dominante, tanto espacial como temporalmente.

En segundo término, Kuhn sugiere que el propio aleccionamiento dogmático que incorporan los y las científicas los habilita para situarse en problemáticas complejas con un conocimiento detallado de esa problemática. Este saber cómo y saber qué especializado les permite, mejor que a otros, detectar respuestas anómalas o inesperadas al poner a prueba una hipótesis. Una vez detectadas las “anomalías” puede suceder que se barra para abajo de la alfombra, se nombre una comisión para darle largas al asunto, o puede suceder que comience a desencadenarse una crisis. Depende del contexto y de las circunstancias, tanto colectivas como individuales.

No encuentro criticable de por sí esta postura kuhniana; nunca lo es reconocer la complejidad, imprevisibilidad y diversidad de los procesos sociales. Pero queda un sabor de panorama incierto, puesto que no es claro cuánto de todo ello se debe, si fuera el caso, a las diversas influencias y presiones a las que se ven sometidos tanto los individuos como el colectivo disciplinar en su conjunto. Y este último aspecto sí es criticable, puesto que Kuhn minimizó en varios pasajes de su obra, básicamente en *La tensión esencial* (1993), la dependencia de los colectivos respecto del contexto social mucho más amplio en el cual se inscriben y de las condicionantes políticas, económicas e ideológicas que los atraviesan, y que eventualmente pueden propiciar u obstruir determinados desarrollos, aun en el propio contexto disciplinar. Más adelante volveré sobre el punto.

Melogno tras los pasos de Kuhn. Una posible explicación de la relación conservación-transformación en el ámbito de las ciencias maduras: intentando disolver la paradoja

Pablo Melogno, en uno de sus últimos trabajos, “Ciencia normal, dogmatismo y progreso científico” (2023), incursiona en esta problemática de la conservación-transformación revolucionaria en el ámbito de las denominadas “ciencias maduras”. Allí nos dice: “Lo central de la propuesta de

Kuhn es que tanto el progreso normal como el progreso revolucionario requieren la adopción acrítica de los compromisos básicos provistos por el paradigma” (Melogno, 2023, p. 16).

En primer lugar, Melogno sostiene que la propuesta kuhniana de que la ciencia normal es dogmática fue revisada por el propio autor y moderada en su siguiente gran obra, *La estructura de las revoluciones científicas* (2013). Desde allí, Kuhn insistirá en el carácter no ya dogmático, pero sí “conservador” de la práctica científica normal, en el “compromiso” que asumen los investigadores con el paradigma dentro del cual actúan. Pero, como señala acertadamente Melogno (2023, p. 16), la diferencia entre la fidelidad a un dogma y el compromiso conservador con un marco conceptual rígido (paradigma) y excluyente de toda crítica o cuestionamiento es muy fina:

La unicidad de los paradigmas no es arbitraria. Proporciona a los científicos un marco estable de trabajo que los exime de justificar los compromisos ontológicos y metodológicos que la comunidad ha asumido como válidos. Gran cantidad de tiempo y energía —que de otra manera se perdería fundamentando los compromisos que definen a la comunidad—, queda disponible para la actividad de articulación y resolución de problemas que impone la ciencia normal (Melogno, 2023, p. 17).

Esto nos lleva a lo señalado anteriormente, vale decir, la ciencia “normal” de la segunda mitad del siglo XX exige este estricto apego a la norma a efectos de ganar en eficacia resolutive. Esta será la clave para que Melogno señale que esa lábil frontera hace la diferencia que finalmente permite a un individuo comprometido, y no a uno dogmático, no solo con sus creencias, sino y fundamentalmente con las creencias que sostienen a todo el colectivo disciplinar que integra, revisar, llegado el caso, sus compromisos:

En estas condiciones, el pensamiento dogmático que caracteriza la ciencia normal no conduce a la perpetuación del paradigma vigente. Por el contrario, el dogmatismo científico posibilita que el paradigma cumpla su ciclo de vida. Durante el período normal la comunidad acepta el paradigma acríticamente, lo que le permite desarrollarlo en todo su potencial y generar una tradición exitosa de resolución de problemas. Pero esta adopción dogmática lleva el paradigma hasta el límite, y hace salir a la luz las anomalías que lo llevarán al colapso (Melogno, 2023, p. 23).

Ahora bien, resulta inevitable preguntarse qué lleva a un paradigma hasta su límite y posterior colapso. Melogno sugiere que

[l]as anomalías que disparan primero la crisis y luego la revolución no se imponen por características intrínsecas, sino por diferentes causas: el impacto en los fundamentos del paradigma aceptado, la resistencia durante largo tiempo a los intentos de resolución, o la presión social. En los tres casos, una

anomalía solo es identificada como tal en función de los criterios de relevancia aceptados por la comunidad científica. Estos criterios conducen a la exploración inicial del problema, y lo convierten en una anomalía una vez que su resolución no resulta posible con las herramientas provistas por el paradigma (Melogno, 2023, p. 21).

Propongo comentar en forma detallada la cita anterior. Melogno señala algunas causas por las cuales las “anomalías” eventualmente conducen a una crisis terminal de un paradigma y dejan el camino expedito a una posterior revolución. En los dos primeros casos que indica Melogno resulta que estas promueven y ponen de manifiesto, conspicua y reiteradamente, desajustes e incongruencias que sacuden la estructura e impactan sobre la credibilidad de los fundamentos ontológicos y epistemológicos del paradigma. A este punto Kuhn, básicamente, en su *Estructura* (2013), y el propio Melogno, en el artículo que estoy analizando, se refieren extensamente, y ya he realizado en el presente trabajo algunos comentarios al respecto.

Pero hay un tercer punto llamativo en el párrafo, donde Melogno desliza una mención, tímida y solitaria, a la “presión social”, pero no la desarrolla ni explicita. No sé bien cómo interpretar este asunto, ni tomando como referencia a Kuhn ni a Melogno. Ensayaré algunas posibles explicaciones. Kuhn es reconocido por el énfasis puesto por él en la sociología de la ciencia, dado que cambia la dimensión de análisis de la producción de conocimiento científico. En efecto, el trabajo del científico o la científica ya no será una empresa individual, sino un trabajo colectivo que se encuadra en una comunidad disciplinar. Esto implica interacción permanente de los miembros del colectivo, ya que la producción de conocimiento está sujeta a creencias, normas, pautas de acción y protocolos compartidos que se enmarcan en estructuras jerárquicas. Los resultados serán, por tanto, del colectivo como tal, más allá de que figuren algunos individuos con más destaque que otros. Vale decir, la construcción de saber es un proceso en el que participan, de diverso modo y a diferentes niveles, un número considerable de individuos como totalidad sistémica.

Desde este punto de vista, la “presión social” a la que alude Melogno quizá provenga exclusivamente de movimientos de grupos en el interior de un paradigma que ensayan estrategias de subversión, tal como las denomina Pierre Bourdieu (1999). A través de estos procesos, generalmente los “recién llegados” (plenos participantes del campo científico y entrenados para integrarse a él, pero menos comprometidos con sus tradiciones y su historia) manifiestan disconformidad con prácticas y objetivos caducos o cuestionables y se arriesgan y pujan por transformaciones dentro del campo. Desde esta perspectiva, la “presión social” puede, eventualmente, acabar con tradiciones científicas sólidamente establecidas. Esto es, con paradigmas de larga data.

No obstante, la perspectiva sociológica kuhniana puede ser caracterizada como “estrecha”, puesto que si bien Kuhn considera como factores causales de transformación paradigmática lo que Bourdieu

denomina dinámicas de subversión o conservación que acaecen al interior del colectivo, no sucede lo mismo con la incidencia de factores provenientes del sistema social en el cual se inscribe el subsistema científico y, dentro de este subsistema, subsistemas más específicos. Cuando me refiero a la incidencia del sistema social, aludo a condicionamientos e incluso determinaciones de índole cultural, económica, ideológica y política que portan los individuos que conforman los colectivos disciplinares. Esta incidencia se manifiesta en nuestras disposiciones a concebir y actuar que nos instituyen en tanto sujetos formados en contextos culturales específicos. Este concepto, que acertadamente introdujo Bourdieu en su análisis del campo científico con el nombre de *habitus* (ya empleado previamente por Marcel Mauss (1979) en sus trabajos antropológicos), sirve para señalar estas disposiciones y cómo ellas sustentan u orientan nuestras decisiones. Pero hay otros factores, ajenos a la dinámica interna de las disciplinas, que también juegan su papel en la evolución de las ciencias, acaso de modo más visible, como por ejemplo el estímulo o desestímulo a programas de investigación, modificaciones en los horizontes de búsqueda, generación de expectativas políticas y económicas, e incluso la construcción de nuevas disciplinas, atendiendo a las demandas de nuevas líneas estratégicas de acción que diseñan los tomadores de decisiones políticas. Stephen Jay Gould lo señala de manera concisa:

Puesto que debe ser obra de las personas, la ciencia es una actividad que se inserta en la vida social. Su progreso depende del palpito, de la visión y de la intuición: Muchas de las transformaciones que sufre con el tiempo no corresponden a un acercamiento progresivo a la verdad absoluta, sino a la modificación de los contextos culturales que tanta influencia ejercen sobre ella. Los hechos no son fragmentos de información puros e ímpolitos; también la cultura influye en lo que vemos y en cómo lo vemos. Las teorías más creativas suelen ser visiones imaginativas proyectadas sobre los hechos; también la imaginación deriva de fuentes en gran medida culturales (Gould, 1988, p. 4).

La cita anterior coincide perfectamente con lo que expresara Heisenberg algunas décadas antes: “[l]as ciencias naturales no describen y explican a la naturaleza simplemente; forman parte de la interacción entre la naturaleza y nosotros mismos; describen la naturaleza tal como se revela a nuestro modo de interrogarla” (Heisenberg, 1959, p. 46).

Ahora bien, ¿cuánto pueden repercutir las tradiciones y las pautas ideológicas y culturales incorporadas, que se manifiestan a través de ese “nosotros” que interroga siempre de manera situada? Asimismo, ¿cuánto incide el estímulo para la búsqueda de determinados objetivos políticamente estratégicos, e incluso su imposición por “razones de estado” en el curso y la estrategia de la investigación en sí misma? Este es un tema sujeto a debate y cabe preguntarse si es posible abrir un espacio de reflexión para evaluar el carácter de esta incidencia; también si, al cabo, estas disposiciones

se reflejan y objetivan en la toma de decisiones, tanto epistemológicas como metodológicas, y en las conclusiones que los científicos alcanzan durante el proceso de estudio de sus dominios. En cualquier caso, la hipótesis o la tesis resultante del trabajo de investigación no distingue entre algo así como una experiencia pura y lo que agrega el sujeto “nosotros” que interroga. El propio resultado incorpora todos los elementos y responde de manera más o menos conciente a las intenciones e inquietudes de sujetos históricamente situados. Esta perspectiva de análisis de la producción de conocimiento científico pone de manifiesto un componente que suma un factor no plenamente racionalizable en el proceso productivo. Y no porque se actúe irresponsablemente o bajo el efecto del sonambulismo, sino porque pretender la plena conciencia racional de todas y cada una de nuestras disposiciones para concebir y actuar, con el fin de ponerlas en la mesa de debate cuando emergen anomalías, es una pura quimera o una pretensión divina.*

Desde luego, estimo que Kuhn era plenamente conciente de que el exponencial desarrollo de las ciencias a las que denomina maduras durante el siglo XX se debía en buena medida a estímulos exógenos por parte de quienes toman las decisiones políticas generales: detección de áreas clave para el desarrollo, necesidad de lograr o consolidar la hegemonía política, económica, ideológica en áreas clave, innovación competitiva, etc. Ahora bien, para Kuhn en esto consistía el necesario impulso y su soporte material, institucional y político, pero una vez encauzado el proceso quienes toman las riendas en cuestiones estrictamente científicas son los integrantes del colectivo, a quienes se les solicita rendir cuentas y mostrar avances significativos, pero sin que ello conlleve que estos tomadores de decisiones se impliquen directamente en el trabajo de exploración, experimentación, validación, etc. Y esto por varias razones, aunque la principal es que el trabajo científico “maduro” supone una alta y exigente preparación, un compromiso con los fundamentos y objetivos, además de una notoria capacidad para encontrar soluciones a problemas complejos en áreas muy delimitadas. Y esta capacidad no se consigue sino a través de décadas de estudio y práctica, de las cuales carecen frecuentemente los tomadores de decisiones. No carecen de ellas por imposibilidad intelectual, sino porque su tarea y cometido es otro, tal como suele suceder en sociedades donde la división del trabajo se impone como necesidad y no como opción. La siguiente apreciación de Kuhn al respecto, en *La tensión esencial*, da cuenta de ello:

* Más adelante analizaré un caso de estudio. A través de él, el historiador Paul Forman (1984) intenta dar cuenta de rupturas conceptuales en la propia teoría física, debido a una determinada concepción ideológica que impregnó al colectivo disciplinar conformado por los físicos teóricos de la Alemania de entreguerras. Posteriormente, dejaré constancia al respecto de algunos testimonios de los protagonistas de esta ruptura conceptual. Pero, de momento, continuaré con el análisis de Kuhn y la interpretación dada por Melogno al problema de la continuidad y del cambio científico.

Tanto los historiadores en general como los historiadores de la ciencia se quejan repetidas veces de que mi relación del desarrollo científico se basa exclusivamente en factores internos de las propias ciencias; que no logro inscribir las comunidades científicas en la sociedad en que se sustentan y de la cual son extraídos sus miembros; y que, por consiguiente, doy la impresión de creer que el desarrollo científico es inmune a las influencias de los medios social, económico, religioso y filosófico en que se desarrolla. Claro está que mi libro tiene poco que decir sobre tales influencias externas, pero ello no debe interpretarse como negación de que éstas existan. Por el contrario, debe entenderse como un intento de explicar por qué la evolución de las ciencias más desarrolladas ha ocurrido con relativa independencia del medio social, en grado mayor que la evolución de disciplinas como la ingeniería, la medicina, las leyes y las artes —con excepción, quizá, de la música (Kuhn, 1993, p. 15).

El testimonio de Kuhn es claro y contundente: de existir alguna “presión social” que impulse el colapso de un paradigma, ésta debe necesariamente provenir de movimientos al interior del propio paradigma, independientemente de cuales sean las causas o los motivos que alimenten estos movimientos. Esta conclusión, dicho sea de paso, se alinea con absoluta coherencia con su perspectiva sociológica de la dinámica las ciencias maduras.

Cabe enfatizar, no obstante, que si bien las causas de estas dinámicas en el interior de los paradigmas se deben a la detección de anomalías recurrentes u otro tipo de inconsistencias, sospecho sin embargo que no todos los agentes involucrados están en condiciones de poner el problema sobre la mesa de debate, sino un grupo lo suficientemente poderoso (prestigioso, influyente, institucionalmente compacto e incluso arrojadamente juvenil) para desafiar la corriente hegemónica, reclamando una revisión radical de los fundamentos. Y aquí se introduce otro elemento importante, que abre en un espacio de duda sobre la presunción de que todos los integrantes de un colectivo disciplinar están en condiciones de proponer y actuar con independencia de su posición relativa dentro del campo científico: ¿quiénes están en condiciones de emprender esta tarea?, ¿cuál es su acumulación de capital científico (grupale e institucional)? Y, por tanto, ¿cuánto pesará su argumento a la hora de dirimir el asunto? Todas estas condiciones no dependen por entero de la toma de decisiones, independientes y racionales, de los agentes respecto a la dinámica conservación-transformación, y sí de disposiciones que los anteceden.

Sin embargo, en el trabajo de Melogno, la referencia a la “presión social” no recibe mayor atención ni explicitación, como ya he señalado. También aquí cabe sospechar —y nada más que eso— que el autor adhiere a la concepción sociológica de Kuhn, a la cual me he referido en el párrafo anterior. Tal es así que concluye Melogno:

La propuesta de Kuhn proporciona claves más que interesantes para evaluar el papel que la interacción entre el pensamiento crítico y el pensamiento dogmático desempeña en la ciencia. Esto resulta de interés en la medida en que el programa kuhniano permite asignar a cada una de estas dos modalidades de pensamiento una función en la dinámica histórica de las comunidades científicas, evitando la imagen maniquea que deposita todo lo bueno en el pensamiento crítico y todo lo malo en el pensamiento dogmático. El tipo de pensamiento conservador que Kuhn atribuye a la ciencia normal es condición tanto para el progreso normal como para el progreso revolucionario. Permite el progreso normal en cuanto concentra las energías de los científicos y maximiza las posibilidades de éxito de un paradigma. Permite el progreso revolucionario en permite [sic] explorar los límites del paradigma y saca a la luz anomalías que disparan la revolución. En un contexto de ciencia normal, en el que un paradigma logra resolver con éxito los problemas a los que se enfrenta, puede considerarse como racionalmente justificada la actitud de los científicos que no exponen el paradigma a crítica. Pero durante una revolución científica, sería irracional no ejercer la crítica frente a un paradigma que ha fracasado frente a una o más anomalías. El espíritu conservador que resulta funcional a la ciencia normal, no tiene lugar una vez que se ha instalado la revolución. La objeción basada en que la crítica es una condición invariante del trabajo científico, resulta equivocada en cuanto no tiene en cuenta que la fertilidad metodológica del pensamiento conservador y del pensamiento crítico dependen de la configuración histórica de la ciencia (Melogno, 2023, pp. 23-24).

Me excuso por la extensión de la cita precedente, pero consideré que el pasaje anterior tiene una coherencia lógica interna tan fuerte que cualquier intento por recortarlo no haría más que menoscabar el espíritu de lo que nos trasmite su autor. Pero, retornando a la propuesta de Melogno, cabe concluir que la actitud conservadora de los y las científicas, insertos en un colectivo, descansa y se beneficia de este refuerzo mutuo que proporcionan la creencia inculcada y la convicción resultante, la seducción y la promesa de brillantes carreras.

No obstante, esta triada de refuerzos ideológicos, conceptuales y emocionales tiene límites. Y esos límites los señala claramente la realidad material y el contexto histórico a los que el colectivo disciplinar se enfrenta cotidianamente. Por mucha adhesión que consiga un marco conceptual determinado, esta no resiste o se resiente gravemente cuando comienzan a acumularse los fracasos predictivos o anomalías. Y también es absolutamente cierto, tal como señala Kuhn, que solo el colectivo de individuos que conocen al detalle un determinado campo disciplinar está en condiciones de calibrar la magnitud de estos fracasos y reflexionar sobre los límites de lo que antes parecía no tener fisuras. Es decir, los científicos avezados reúnen las mejores condiciones para detectar estas fisuras, y eventualmente esta reiteración de fracasos predictivos consiga vencer resistencias conservacionistas y despertar la duda y la incertidumbre, aunque no necesariamente se dé el caso de que así sea. Pero si así fuera, cuando llega este momento puede ocurrir que haya marcha atrás o

marchas hacia adelante, pero ya todo no volverá a ser lo mismo. Y esto no vale solo para la práctica científica.

De allí que Melogno proponga sensatamente que, llegado el momento, y este momento suele llegar, porque el cambio y la transformación en las ciencias constituyen una realidad constatable históricamente, los y las científicas abandonan su conspicua adhesión y eventualmente asumirán una actitud crítica que a la postre desembocará en una transformación, reforma o, para el gusto de Kuhn y de quienes adhieren a su concepción de la dinámica científica madura, en una revolución. Esto es, los individuos insertos en un colectivo disciplinar “maduro” operarán ora conservadoramente, ora críticamente, de acuerdo con la coyuntura presente. Y, aún más, Melogno concluye que esta combinación de conservación-revolución, siempre dependiente de las circunstancias, es de recibo e incluso beneficiosa, tanto en lo filosófico como en la pragmática de la producción de conocimientos.

Del colapso paradigmático y sus causas

Desde una perspectiva estrictamente “internalista”, tal como fue planteada por Kuhn, este movimiento pendular entre conservadurismo y apertura opera como explicación para las diferentes etapas, que atienden a las diversas circunstancias históricas que rodean la evolución y transformación de las ciencias “maduras”. No obstante, esta explicación, aunque plausible, aclara menos de lo que pretende, porque ese movimiento pendular entre polos extremos, la creencia dogmática por un lado y la duda disolvente por otro, no es privativa de las ciencias, y tampoco todos los agentes involucrados tienen similar capacidad de intervención.

En efecto, los seres humanos hemos procedido de esta manera a lo largo de las decenas de miles de años de nuestra evolución, en todos los órdenes de nuestras vidas y en las miles de tomas de decisión que realizamos permanentemente. Esto es: cuando van más o menos bien las cosas las dejamos correr, y cuando empiezan a andar mal nos preocupamos e intentamos enmendarlo. Entiendo que una explicación convincente debe introducir elementos que no dependan exclusivamente de una actitud corriente y habitual, sino que apunten a dilucidar las peculiaridades del cambio en el proceso de producción de conocimiento científico, ya que este colectivo reviste características distintivas: “el universo puro de la ciencia más pura es un campo social como cualquier otro, con sus relaciones de fuerza y sus monopolios, sus luchas y sus estrategias, sus intereses y sus beneficios, pero donde todos estos *invariantes* revisten formas específicas” (Bourdieu, 1999, p. 76).

Por tanto, a esta explicación, aunque plausible, le falta algo más que realizar un mero señalamiento de que afortunadamente así son las cosas. A mi juicio requiere un fundamento que dé mayor consistencia a las explicaciones. Por ejemplo: ¿a qué obedecen los cambios en circunstancias

y contextos particulares? ¿Basta la percepción de individuos insertos en un colectivo de que el programa ha alcanzado sus límites? ¿Dónde están esos límites y cuál es su demarcación? ¿Quiénes demarcan y por qué? ¿Es la propia dinámica interna la que señala el cuándo y el porqué algo no va más? ¿O hay algo más que la pura dinámica interna para anunciar los límites de una situación paradigmática?

Dar una respuesta a esta última pregunta constituye un desafío enorme, porque, como señalé más arriba, no basta con suponer o sospechar una incidencia *fuerte* del contexto exterior sobre el desarrollo de las disciplinas, sino que debería darse pistas de cómo opera esa incidencia, o al menos señalar caminos posibles de abordaje al problema. Y cuando aludo a incidencia *fuerte* no me refiero a operaciones burdas y del todo evidentes en la que algunos agentes exógenos al campo reescriben los manuales de estudio y fijan los criterios de la calidad científica, tampoco a que un comisario político invada el territorio de las prácticas concretas de exploración, evaluación y validación que imperan al interior de un círculo esotérico (operaciones que han existido y probablemente continúen en el momento de escribir estas palabras). Mi preocupación refiere sobre todo a la proyección de las creencias del colectivo social en su conjunto sobre los valores, expectativas e, incluso, al estatus ontológico de los objetos, sujetos y procesos que conforman la realidad material del colectivo de científicos. Esta proyección puede ser el resultado de que simplemente los y las científicas en tanto ciudadanas participan de las circunstancias que atraviesan su vida social. Pero puede, también, ser el resultado de una acción propagandística más sutil, que en forma deliberada busca impregnar ciertas concepciones convenientes para el logro de fines específicos dado el papel central y estratégico que cumplen las ciencias desde la segunda mitad del siglo XIX, sobre todo las que Kuhn denomina “maduras”.

Son notorios, aunque excede el propósito del presente trabajo enumerarlos aun de manera sumaria, los esfuerzos de quienes desde diversas posturas historiográficas han pretendido demostrar que el cambio o revolución científica debe también ser enfocado desde una perspectiva menos estrecha y exclusivamente internalista, a la que tan resueltamente han adherido Kuhn y tantos otros, incorporando factores que genéricamente podemos denominar “extracientíficos” que, en ocasiones, acaso hayan jugado un papel determinante a la hora de elegir entre estrategias de investigación, hipótesis alternativas y pautas de conducta. De ser así, acaso se podrían considerar perspectivas que se aproximen a una explicación más amplia sobre el cómo, dando cuenta del porqué de las transformaciones, al menos para casos concretos y siempre dinámicos. Esto aparejaría romper con explicaciones que apuntan a la exclusiva volubilidad de criterios de los agentes circunstanciales debida a su mayor o menor grado de perspicacia, compromiso, desarraigo o alienación.

Por tanto, entiendo necesario abordar el problema desde las siguientes interrogantes que se generan si se decide mantener abierto un espacio de reflexión filosófica sobre el quehacer científico: ¿Es aceptable el supuesto de que los individuos insertos en colectivos disciplinares actúan y resuelven basados en consideraciones exclusivamente internas al desarrollo de su marco teórico? ¿Así como, según Kuhn, operan elementos de adoctrinamiento disciplinar, acaso operarán también otro tipo de factores que inciden en la conformación de la mentalidad de los y las científicas para obstaculizar el cambio o facilitararlo? Y si así fuera, ¿cuándo, en qué momento, por qué y con qué fuerza? Desde luego, no aspiro a dar respuestas concluyentes sobre estas preguntas. No obstante, estimo que constituye un comienzo el examen de la cuestión a través de estudios de caso en el ámbito científico. En esta ocasión, y a manera de ejemplo, propongo analizar sucintamente un caso particular que apunta a dar algún tipo de respuesta sobre alguna de estas cuestiones, y que pretende romper, al menos parcialmente, con las autorrestricciones que se imponen los “internalistas” al descartar de plano y sin más trámite la incidencia de estos factores extracientíficos.

Forman y la construcción de un “externalismo cognitivo”

Paul Forman, en su libro *Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica 1918-1927* (1984), acomete la tarea de explorar el cambio revolucionario que se dio en la órbita de la física teórica a comienzos del siglo XX. Esta transformación revolucionaria, a grandes rasgos, comienza con la emergencia de dudas, anomalías e incongruencias en el estudio de la física subatómica al aplicar los modelos experimentales y resolutivos provistos por el paradigma de la física clásica. Este proceso concluye finalmente con la consolidación de la mecánica cuántica como teoría sustitutiva del paradigma anterior. Forman analiza cuáles fueron los factores que impulsaron esta revolución y concluye que no fue el exclusivo resultado de discusiones teóricas al interior del colectivo de los físicos teóricos, sino que también —y muy fuertemente— incidieron otros factores que alentaron esa revolución científica. Forman identifica estos factores como provenientes del medio social, a través de la ideología imperante en las élites intelectuales en la Alemania derrotada al cabo de la primera guerra mundial de 1914-1918. Vale decir, estudia si la incidencia de la “presión socio-intelectual”, tal como la denomina Forman, jugó un papel relevante en las discusiones, en las tomas de posición y, finalmente, en la consolidación de lo que terminó constituyéndose como mecánica cuántica. Forman lo expresa de manera contundente:

Repentinamente desprovistos, debido a un cambio de los valores públicos, de la aprobación y prestigio de que habían disfrutado antes y durante la Primera Guerra Mundial, los físicos alemanes fueron impulsados a alterar su ideología e incluso el contenido de su ciencia para recobrar así una

imagen pública favorable. En particular, muchos decidieron que de una manera u otra, debían desembarazarse del albatros de la causalidad. En apoyo de esta interpretación general he ilustrado y hecho hincapié en el hecho de que el programa de abandonar la causalidad en la física fue, por una parte, promovido de manera bastante repentina después de 1918, y, por otra parte, que consiguió una aceptación muy sustancial entre los físicos alemanes antes de que se viese 'justificado' por la llegada de una mecánica cuántica fundamentalmente acausal. Sostengo, además, que el contenido y contexto científico, la forma y nivel de exposición, las ocasiones y los vehículos escogidos para la publicación de manifiestos en contra de la causalidad, todo lleva ineludiblemente a la conclusión de que los problemas sustanciales de la física atómica solamente jugaron un papel secundario en la génesis de esta persuasión acausal, que el factor más importante fue la presión socio-intelectual ejercida sobre los físicos como miembros de la comunidad académica alemana (Forman, 1984, p. 150).

No obstante esta contundente afirmación, Forman señala que la suya es una hipótesis, a su juicio plausiblemente fundada, pero que no debe tomarse como causa única de la transformación revolucionaria y, por tanto, concluye:

El mecanismo propuesto para el arrastre experimentado por los físicos y matemáticos alemanes por el Zeitgeist es, por tanto, claramente insuficiente. Y podía ser que el examen de otros episodios de arrastre a finales del siglo XIX y a comienzos del XX demostrase también que tampoco es necesario. Pero fuese de la manera que fuese, parece difícil no reconocer que los desplazamientos de ideología científica y los desplazamientos anticipados en doctrina científica expuestos en este ensayo, fueron en efecto adecuaciones al medio ambiente intelectual de Weimar (Forman, 1984, p. 155).

La propuesta de Forman fue objeto de críticas. Una de ellas, interesante, es la que formula John Hendry, aludiendo a que los procesos de cambio social nunca obedecen a una sola causa:

Si se tienen en cuenta también las consideraciones internas, *resulta evidente de inmediato que ningún conjunto de influencias —internas, sociales, filosóficas, psicológicas, etc.— puede considerarse independientemente de las demás, y que la reacción de cada físico a un problema determinado estará determinada por un complejo de motivaciones, muchas de ellas inmunes a la objetivación histórica.* Puede ser que el desarrollo del conocimiento científico esté determinado en última instancia antropológicamente (sociológicamente o psicológicamente), pero, en ese caso, la determinación probablemente operará a un nivel que en la actualidad está más allá de la demostración objetivable, a través de nuestro propio modo de pensar, más que a través de conceptualizaciones explícitas (Hendry, 1980, p. 171, traducción y crúsiva del autor).

Otra crítica formulada a la tesis de Forman y a su “externalismo cognitivo”, tal como es caracterizado por Kraft y Kroes (1984), es la de que resultan débiles sus argumentos de que una ideología anticausalista haya influido poderosamente en el cambio de rumbo de los físicos alemanes. No descartan su influencia, pero le restan peso. De cualquier manera, como ya se ha señalado, fue el propio Forman quien adelantó la posible insuficiencia de este argumento si lo que se pretende es una explicación exhaustiva. Pero de lo que no caben dudas es de que Forman sienta las bases para el análisis de elementos que, si bien es difícil objetivar, tal como afirma Hendry, no por ello carecen de existencia ni deben ser desechados sin más.

Werner Heisenberg, examinando el desarrollo de la física teórica, no duda en admitir que los conceptos tradicionales y aparentemente inamovibles del siglo XIX, materia, espacio, tiempo, causalidad, tuvieron que ser revisados a la luz de las transformaciones acaecidas por la física del siglo XX, y no por decisiones o predilecciones exógenas a la disciplina, sino por el propio proceso experimental desarrollado desde las nuevas perspectivas teóricas:

Sólo la investigación experimental misma, llevada a cabo con todo el refinado equipo que la ciencia técnica pudo ofrecer, y su interpretación matemática, proporcionaron las bases para un análisis crítico —o, podría decirse, obligaron al análisis crítico— de estos conceptos, y terminaron finalmente con la disolución del sistema rígido (Heisenberg, 1959, pp. 238-239).

Niels Bohr (1988) lo confirma plenamente cuando afirma que, sin renunciar al concepto de causalidad proveniente de nuestras intuiciones básicas, y al concepto de causalidad empleado por la física clásica, hubiese sido imposible abordar el estudio de los átomos y sus partículas de manera adecuada. Todo parece indicar que el rechazo a emplear conceptos tradicionales y firmemente consolidados proviene de una necesidad interna de dar desarrollo a una teoría. Sin embargo, estimo que el propósito de Forman no apunta a este problema. Esto es, a identificar una causación ideológica directa para abrazar las explicaciones acausales de los fenómenos, sino a cómo esta transformación cultural de grandes proporciones, que cuestiona fundamentos sólidamente establecidos, fue admitida sin demasiados inconvenientes y reparos por un considerable número de físicos durante las primeras décadas del siglo XX.

El presente artículo me ha llevado a indagar en la posible influencia de factores exógenos a esta disciplina y no he hallado más que referencias vagas a que es posible que así sea, pero sigue faltando, en el contexto de la física del siglo XX, el cómo, el vínculo que lleva de una ideología, una creencia o una tradición a un proceso de producción científico. No obstante, considero que es necesario preguntarse si los condicionamientos externos que aportan a la construcción de una mentalidad científica en un espacio y un tiempo determinados, y constituyen la base ontológica y epistemológica

de las y los científicos, son todos tan visibles o, al menos, tan rápidamente identificables. Vale decir, las influencias, acaso poderosas, provenientes del contexto social son difíciles de relacionar como fuerzas causales condicionantes de las prácticas concretas que el colectivo disciplinar desarrolla en su campo específico. Entre otras cosas, porque de ellas no suele dejarse registro explícito alguno, excepto la confesión, sin duda valiente, de algunos pocos científicos que no temen desafiar el imperativo de fingir ser un sujeto despersonalizado:

[...] nos sentiríamos inclinados a exigir que el científico nunca se apoye en doctrinas especiales, ni limite sus métodos de pensamiento a los de una filosofía particular. Debe estar siempre dispuesto a reconocer que las bases de su conocimiento varían con una nueva experiencia. Pero esta exigencia significaría, a la vez, una supersimplificación de nuestra situación en la vida; por dos razones: la primera es que la estructura de nuestro pensamiento se determina en nuestra juventud con ideas que ya encontramos en esa época o poniéndonos en contacto con personalidades destacadas de las cuales aprendemos. Esta estructura formará una parte integrante de toda nuestra labor futura y bien puede hacer que nos sea posteriormente difícil adaptarnos a ideas completamente diferentes. La segunda razón finca en el hecho de que pertenecemos a una comunidad o sociedad. Esta comunidad se mantiene unida por ideas comunes, por una escala común de valores éticos, o por un lenguaje común en el que uno se expresa sobre los problemas de la vida. Las ideas comunes pueden ser sustentadas por la autoridad de una Iglesia, de un partido o del Estado y, aun si no es ese el caso, puede ser difícil independizarse de las ideas comunes sin entrar en conflicto con la comunidad (Heisenberg, 1959, p. 180).

Consideraciones finales: tras la reapertura de un espacio de vacilación:

Isabelle Stengers, en un artículo denominado “La propuesta cosmopolítica”, nos formula el siguiente interrogante:

¿Cómo presentar una propuesta cuyo cometido no sea decir lo que es, ni tampoco decir lo que debe ser, sino hacer pensar? Que no pida más verificación que la manera en que habrá “ralentizado” los razonamientos, en que habrá creado la ocasión de una sensibilidad un poco diferente frente a los problemas y situaciones que nos mueven (Stengers, 2014, p. 17).

Entiendo que Stengers nos está invitando a abrir un espacio de reflexión (o de vacilación, como la propia Stengers, de manera más simpática, lo denomina) sobre las temáticas que nos ocupan. Y tanto más necesaria resulta esta apertura cuando el vértigo de las *dead line* y el imperativo de tantas páginas por año publicadas en revistas de “alto impacto” para conservar la posición no permiten ya, casi, la

reflexión reposada y nos impelen a la obligatoriedad de las demostraciones concluyentes, al corte demasiado apresurado de los nudos gordianos.

El propósito del presente escrito se inscribe en ese espíritu y, como tal, no persigue realizar un tratamiento histórico detallado de la emergencia de la mecánica cuántica y de los factores que propiciaron su consolidación, tarea imposible de abordar en este espacio, por otra parte. Tampoco aspira a analizar y demostrar cómo, dónde y por qué se configuró un cambio en esta disciplina específica, sino, precisamente, presentar a través de un ejemplo, sin duda controversial, consideraciones en torno a cómo es conveniente abrir un espacio de reflexión filosófica para introducir, al menos de manera hipotética, la posibilidad de la incidencia de otros factores en los procesos de cambio, además de los que se deciden y acuerdan racionalmente al interior del colectivo disciplinar. Todo ello en aras de una comprensión más amplia de los procesos de cambio o revoluciones científicas, y para que su tratamiento no se restrinja a decidir rápidamente que así funcionan las cosas porque es lo que aparece manifiesto y no se oculta, y porque es así como científicos y científicas en un momento dado y bajo determinadas circunstancias deciden que debe permanecer y qué debe ser modificado.

Por tanto, no hago más que proponer una más amplia comprensión de los procesos de cambio científico, porque básicamente una perspectiva teórica radicalmente “internalista” implica encapsular a los colectivos científicos, volverlos sobre sí mismos, quitarlos de un sistema complejo de interacciones del cual forman parte medular, liberar en definitiva su accionar de casi cualquier condicionamiento que no sea el que sus miembros manifiestamente se dan. Y bien sabemos, sobre todo por lo acaecido desde la segunda mitad del siglo XX a nuestros días, que esto está lejos de dar cuenta de la realidad, en particular en aquellas disciplinas que Kuhn consideraba “maduras”.

Pero, por otra parte, es necesario considerar que los procesos de cambio social, incluidos los científicos, se deben a una peculiar combinación de factores, algunos explícitos y otros no, tal como sugiere Hendry (en la cita anterior):

queda inmediatamente claro que ningún conjunto de influencias —internas, sociales, filosóficas, psicológicas, etc.— puede tomarse independientemente de las demás, y que la reacción de cada físico a un problema dado estará determinada por un complejo de motivaciones, muchas de ellas inmunes a la objetivación histórica (Hendry, 1980, p. 171, traducción del autor).

Y esto pasa fundamentalmente por asumir que ni los científicos ni el resto de la humanidad somos individuos perfectamente racionales y concientes en cada momento de cuánto nos condiciona nuestra cultura, nuestras creencias e incluso la posición relativa que se ocupa en el tejido social. Vale decir,

de las influencias ideológicas, las tradiciones y valores heredados (en permanente reinterpretación), las prenociones, los prejuicios y las esperanzas que hemos ido incorporando.

Estos factores escapan y eluden a toda codificación. Y sin lugar a dudas no integran el cuerpo de conocimiento codificado que se les trasmite e inculca durante su formación profesional a los científicos y científicas, sino que provienen de mucho antes, desde el proceso de socialización que incorporamos y nos modela desde el vientre materno, haciendo posible que, pasada la adolescencia y si están dadas las condiciones materiales para ello, algunos decidan dedicarse plenamente a la investigación científica. Es una verdadera pena que la tradición epistemológica reciente no recoja las valiosas enseñanzas que en este sentido nos legó Francis Bacon, hace ya 400 años, cuando introdujo sutilmente el concepto de *ídolos* que, a su entender, distorsionan el juicio objetivo. No se trata de barrer con ellos para recobrar una percepción virginal perdida, como sugería Bacon, ya que es bastante improbable que exista tal escoba purificadora, sino de incorporarlos como elementos para tener en cuenta como condicionantes muy poco visibles de nuestras decisiones.

En suma, la propuesta de Hendry no hace más que confirmar esta necesidad de intentar ver más allá de lo que aparece, independientemente de su crítica a Forman y su intento, acaso fallido, de encontrar en un caso de estudio concreto factores incidentes algo menos visibles, pero no menos determinantes. Es decir, para comprender los procesos evolutivos de las disciplinas científicas no basta con considerar cómo funciona la ciencia, sino, además, cuál es su función social y cómo interactúa con el sistema social en el que se inscribe. Al hacer esta apreciación enfatizo que hay muchos más elementos relevantes en juego de los que sugiere Kuhn, y confirma y avala Melogno, respecto al accionar de las y los científicos en un momento dado del desarrollo histórico de su disciplina.

Referencias:

- Bohr, N. (1988). *La teoría atómica y la descripción de la naturaleza*. (M. Melgar, trad.) Alianza.
- Bourdieu, P. (1999). El campo científico. En *Intelectuales, política y poder* (pp. 75-110). (A. Gutiérrez, trad.). Eudeba.
- Forman, P. (1984). *Cultura en Weimar, causalidad y mecánica cuántica 1918-1927*. (J. M. Sánchez Ron, trad.). Alianza.
- Gould, S. J. (1988). *La falsa medida del hombre*. (M. Esteves, trad.). Orbis.
- Heisenberg, W. (1959). *Física y Filosofía*. (F. Tezanos, trad.). Ediciones La Isla.
- Hendry, J (1980). Weimar culture and quantum causality. *History of Science*, (18)3, 155-180.
<https://doi.org/10.1177/007327538001800301>

- Kraft, P., & Kroes, P. (1984). Adaptation of Scientific Knowledge to an Intellectual Environment. Paul Forman's "Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918–1927": Analysis and Criticism. *Centaurus*, 27(1), 76-99. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0498.1984.tb00754.x>
- Kuhn, T. (1979). *La función del dogma en la investigación científica*. (D. Eslava, trad.). Revista Teorema.
- Kuhn, T. (1993). *La tensión esencial*. (J. Racine, trad.). Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (2013). *La Estructura de las revoluciones científicas*. (A. Contin, trad.). Fondo de Cultura Económica.
- Mauss, M. (1979). *Sociología y Antropología*. (T. Rubio, trad.). Tecnos.
- Melogno, P. (2023). Ciencia normal, dogmatismo y progreso científico. En L. A.-C. Pereira Martins, L. M. Duque Martínez, L. Federico, G. Guerrero Pino, G. y M. M. O'Lery (Eds.), *Reflexiones filosóficas e históricas: ciencia, enseñanza de la ciencia y política científica* (pp. 13-26). AFHIC-Universidad del Valle.
- Merton, R. (1977). La ciencia y el orden social. En *La Sociología de la Ciencia 2* (pp. 339-354). (F. Torner y R. Borque, trads.). Alianza Universidad.
- Stengers, I. (2014). La propuesta cosmopolítica. *Revista Pléyade*, (14), 17-41. <https://www.revistapleyade.cl/index.php/OJS/article/view/159>