

LOS LIMITES DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA*

G. RADNITZKY

Universidad de Trier

Alemania

¿Dónde está la vida que hemos perdido al vivir?
¿Dónde está la sabiduría que hemos perdido en el conocimiento?
¿Dónde está el conocimiento que hemos perdido en la información?

T.S. ELIOT, coro de *The Rock*

0. *¿Por qué procede reflexionar sobre tales límites?* A propósito de la tecnología, todas las naciones industriales recientemente han llegado a darse cuenta de que el proceso de dominio colectivo sobre la naturaleza choca contra límites externos. La idea *de que existen límites al crecimiento* se ha convertido en *commune bonum*, casi una trivialidad. ¿Quién pretendería rechazarlo? El marxismo oficial denuncia esta tesis como un mero aparato demagógico. Pero esta denuncia es retórica —porque todo el mundo sabe que los recursos y reservas son finitos y que la emigración al espacio exterior es mera fantasía. De acuerdo con la creencia marxista, el objetivo del proceso histórico es la elevación de la especie humana a un sujeto unitario que va dominando progresivamente la naturaleza.¹ De acuerdo con la fórmula compartida por todos los creyentes en la “emancipación” (*Emanzipationsgläubigen*), el objetivo global es extender el dominio sobre la naturaleza, eliminar el dominio sobre el pueblo. Pero esta fórmula es ingenua, puesto que el hombre mismo es parte de la naturaleza y puesto que el dominio sobre la naturaleza implica el dominio sobre el pueblo. Todo ello depende de quién es el sujeto del dominio y con qué fin se lo ejercita. Para combatir esta doctrina polucionadora de nuestro ambiente intelectual, mimetizada por las doctrinas de “emancipación” populares en el mundo occidental, nosotros debemos reflexionar sobre los límites de la *tecnología*. Todo creci-

miento exponencial alcanza un límite, un techo donde se nivela. La cuestión que se suscita es, “¿De qué modo está limitada la tecnología? ¿Dónde están localizados los límites?”.

La consciencia de los límites de nuestro uso de la tecnología ha nacido en buena medida porque los efectos colaterales negativos se han dejado sentir por sí mismos. En ciertos sectores esto ha llevado a una reacción dirigida contra *la ciencia*, como fuente de la tecnología, en forma de los llamados movimientos anti-ciencia, y también al rechazo de nuestra tecnologizada civilización. Esta actitud es o bien un romanticismo ingenuo o bien un deshonesto negarse a reconocer el propio parasitismo, puesto que la existencia de los automarginados presupone el mantenimiento de la civilización por otros. El motivo psicológico que se esconde por detrás de esta reacción extrema es un cierto sentimiento de decepción ante la tecnología y la ciencia subyacente a ella. Tal desilusión es una consecuencia inevitable del haber planteado irrazonables (por incumplibles) demandas a la ciencia y a la tecnología basada en la ciencia. Estas demandas son el síntoma de la actitud llamada cientifismo.

El cientifismo es, someramente, la concepción de que *la ciencia no tiene límites*, por ejemplo, que eventualmente responderá a todas las cuestiones y dará soluciones a todos nuestros problemas prácticos. Esto es un fenómeno europeo; los más exagerados alegatos en favor de las capacidades de la ciencia fueron hechos en Francia. Uno de sus críticos más importantes, F.A. Hayek, habla en su estudio clásico del cientifismo² del “espíritu de *L'École Polytechnique*”. Así, Condorcet esperaba que el hombre aprendiera todas las leyes de la naturaleza, y que eventualmente la domesticara y llegara a ser un poder igual a ella. Esta es ciertamente “una de las mayores manifestaciones de *hybris* en una época no caracterizada por excesiva humildad”.³ Desde Francia el cientifismo se extendió como una enfermedad infecciosa. Está con nosotros hoy día en la forma del cientifismo marxista,⁴ y también se ha extendido a otros círculos, *inter alia* a todos aquellos que quieren derivar un “deber” moral de un “es” científico. Nuevamente, el antídoto contra tal polución de nuestro ambiente intelectual es la reflexión sobre los límites —esta vez sobre los límites de la *ciencia*. Es connatural a la cuestión que tal reflexión tenga lugar a un alto grado de generalidad. Por lo tanto lo que sigue es, lo

confieso sin rubor, *ensayístico* —con las debidas disculpas a aquellos que con gran pericia trabajan en campos específicos de la ciencia y la tecnología.

1. *Clarificación de los conceptos clave.*

1.0. Antes de que podamos ponderar la cuestión de los límites, nos incumbe definir los conceptos clave “ciencia” y “tecnología”. Estas definiciones son estipulativas; no pensamos haber identificado la esencia de la ciencia o de la tecnología. Pero para asegurar la comunicación hay que aclarar cómo usamos los términos.

1.1. El problema de explicar el concepto de ciencia y distinguirlo de la no-ciencia, el llamado *problema de la demarcación*, ha encontrado amplio eco en la reciente filosofía de la ciencia. Los empiristas lógicos han abordado el problema de la “significación empírica”, del importe o compromiso empírico de términos teóricos (o el status de “entidades teóricas”) como un problema de la relación entre dos lenguajes, el lenguaje “observacional” y el lenguaje “teórico”. El problema ha producido una voluminosa literatura y es todavía una cuestión viva.⁵ Karl Popper consideró al problema de la demarcación como fundamental.⁶ Y criticó las soluciones inductivo-verificacionistas ofrecidas por el Círculo de Viena por ser en principio inadecuadas. Creo que su actitud polémica puede ser una de las razones de que valorase como fundamental este problema. Otra razón fue probablemente el clima intelectual y político de Viena en los años 30, cuando los nacional-socialistas y los marxistas proponían doctrinas ideológicas que decían ser “científicamente fundadas” y establecían demarcaciones absurdas, tales como “física alemana” frente a “física judía”, o “ciencia marxista” frente a “ciencia burguesa”. En cualquier caso, su propia estimación de la importancia del problema parece haberse tomado más ambivalente.⁷ Aquí yo defenderé la tesis de que el problema de la demarcación es importante principalmente en el contexto de un debate político, como un problema de metodología *aplicada*, no de metodología pura (§ 3.1 más adelante). Porque en metodología, una vez que uno ha abandonado la búsqueda verificacionista (incluyendo la probabilística) para justificar

la aserción de que una teoría es verdadera, puede observarse que lo que importa no es una regla para reconocer o no si algo es una "proposición científica", sino una regla de preferencia. Esta es por supuesto, y enteramente, la línea popperiana. Aquí se parte de la suposición de que la metodología debería, entre otras cosas, ayudar al investigador. Y el investigador ha de enfrentarse muy frecuentemente con la tarea de elegir entre hipótesis o teorías competitivas, explicaciones rivales, etc., pero raramente, o acaso nunca, con la tarea de decidir si una teoría está falta de importe empírico. En general, debe apreciar el logro *comparativo* de las soluciones en competencia del problema. Y así, lo que necesita es una explicación de la idea de que una teoría T' es "mejor" que su rival o precursora T , es decir, una clarificación de lo que debería significar "mejor" en su contexto (por ejemplo, mayor contenido de información empírica, mejor soporte evidencial, etc.), y necesita indicadores para afirmar, cuando está confrontado con un par de teorías rivales, si una de ellas realmente satisface esos criterios de ser "mejor" que la otra. Dicho de otro modo, necesita indicadores con el fin de decidir si hay buenas razones para adoptar la hipótesis de que T' es mejor que T con respecto a alguna propiedad que se esté considerando, y por lo tanto si es (*ceteris paribus*) racional preferir T' a T . Estos indicadores pueden ser falibles, pero deben ser objetivos: deben ser independientes de la situación en la cual están siendo usados, de la persona que los emplea, etc. El formular tales reglas de preferencia y legitimar las propuestas, esto es, el dar buenas razones de por qué siguiéndolas se puede facilitar el progreso científico, se cuentan entre las tareas primarias de la metodología. Aunque la apreciación concierne a toda suerte de productos de la investigación, hipótesis, patrones explicativos, procedimientos, criterios, etc., puede usarse la "apreciación de la teoría" como una etiqueta *pars pro toto*.

Para nuestro propósito actual es suficiente recordar que la idea clave que subyace a todos los criterios de demarcación es que una teoría es empírica (su verdad no se cuestiona aquí —por ejemplo, la teoría de Lysenko es científica, pero falsa) si y sólo si puede ser criticada mediante experiencia intersubjetiva, p. ej.: apelando a un árbitro *fuera* del control humano, y una teoría empírica es científica si además tiene un cierto grado de sistematización. No obstante, dado que la ciencia es fundamentalmente investigación más que un cuerpo de resultados, puede ser más apropiado concentrarse

en los procedimientos y proponer que un procedimiento debería ser considerado como *investigación científica* si y sólo si es empírico en la medida en que somete hipótesis, teorías, etc., a crítica basada en la evidencia, esto es, basada en hipótesis menos generales (describiendo, p. ej., tipos de eventos observables) cuya corrección ha sido intersubjetivamente comprobada y puede ser re-comprobada en cualquier momento (y por lo tanto, aunque son falibles en principio como todos los enunciados empíricos, parece por el momento que no se tienen razones para cuestionar su corrección), y el procedimiento es además "suficientemente" sistemático por cuanto las conjeturas, una vez realizadas, son controladas por escrutinio y contraste empírico.

De una teoría científica empírica nunca se muestra que es verdadera. Ello es imposible, aunque no sea más que porque no hay elementos epistémicos últimos, no hay base segura, tal y como una vez creyeron los filósofos fundacionalistas (*Begründungsphilosophie*) y algunos todavía creen. Una teoría es en principio falible y revisable. Pero algunas veces tenemos buenas razones para mantener que cierta teoría se ha aproximado más a la verdad que sus rivales o precursoras. Con esto queremos decir que la razón o proporción que se da entre su contenido corroborado (contenido de verdad) y su contenido descorroborado (contenido de falsedad) es mayor que la de sus rivales. El falibilismo no debe ser identificado con el escepticismo. Y el falibilismo popperiano no debe ser confundido con el denominado falsacionismo ingenuo. Puesto que para toda teoría hay como mínimo alguna "evidencia negativa" o, si se prefiere, algunas "instancias descorroboradoras", de acuerdo con el falsacionismo ingenuo toda teoría debe simplemente ser considerada como falsa tan pronto como sea "conocida" tal evidencia. Desde este punto de vista el desarrollo de la ciencia se nos aparece como totalmente discontinuo e irracional. En cualquier caso, dado que el falibilismo también considera los "enunciados-de-datos" (corroboradores", evidencias básicas", o lo que se quiera) como falibles, la verdad de las premisas de un argumento falsador o descorroborador nunca puede ser establecida conclusivamente. Puesto que la falsabilidad es considerada como característica de todos los enunciados empíricos, "criticable" en la anterior definición de "empírico" significa siempre criticable, siempre revisable, nunca inmune a la crítica en ningún momento o fase de la in-

vestigación. (Sin duda, en cualquier argumento algo tiene que ser presupuesto, porque no podemos problematizar simultáneamente todos los componentes de un argumento o procedimiento. Pero ninguno de ellos es sacrosanto). Este es el núcleo de la ciencia como actividad, y, tal y como lo sostendrían los popperianos, la investigación científica debe servir como paradigma de la resolución racional de problemas en general.

Sería conveniente aquí añadir una advertencia: la distinción entre ciencia y no-ciencia en modo alguno implica que otras actividades, otros ámbitos de la vida sean menos valiosos. Extraer semejante conclusión sería un síntoma claro de cientifismo, una actitud totalmente anticientífica. Por otra parte, dentro de la no-ciencia se debe separar la pseudociencia, esto es, la no-ciencia que pretende ilegítimamente ser científica, de otras no-ciencias que no entrañan semejante pretensión, tales como el arte y la religión. Sólo en el caso de la pseudociencia conlleva censura la certificación metodológica de que una teoría no es científica. Aquí la metodología desenmascara pretextos y detecta falsas credenciales.

1.2. La "tecnología" es definida a veces como las leyes que se adoptan como hipótesis en el contexto de la aplicación. Nosotros proponemos concebir la tecnología como un *sistema de reglas*, y llamar regla a una recomendación o prescripción tecnológica si se nos indica qué medios usar para conseguir ciertos fines previamente dados. El patrón argumentativo al respecto es el llamado *imperativo hipotético*: si deseas conseguir el objetivo y consideras los medios propuestos como efectivos y eficientes, y si (por supuesto) consideras aceptables los costos estimados (de todo tipo), entonces tienes que utilizar esos medios; en caso contrario, te comportarías irracionalmente. Una técnica sería entonces un proceso tornado en rutina que se basa en una tecnología particular. La tecnología más general sería, bajo esta definición estipulativa, praxeología en el sentido de Kotarbinski: la teoría de la acción racional, ordenada a un propósito, que es efectiva y eficiente.

Las buenas razones para aceptar una cierta recomendación tecnológica se encuadran dentro de dos dimensiones: (1) Que la tecnología sea efectiva: sólo si el conocimiento supuesto sobre las relaciones legales relevantes es válido, sólo si ese conocimiento permite hacer predicciones verdaderas, el cumplimiento de las pres-

cripciones tecnológicas en él basadas nos ayudará a conseguir los objetivos. Llevar a cabo una estimación de tales demandas epistémicas, p. ej., llevar a cabo una estimación de las teorías, es un problema metodológico. (2) Que nosotros aceptemos los fines a lograr y los costos: sólo si aprobamos el fin global y consideramos soportables los costos nos obligarán nuestras creencias factuales a hacer uso de los medios propuestos —si es que no vamos a comportarnos irracionalmente. La justificación del fin mismo al igual que la aceptación de los costos, el problema de la evaluación, está en una esfera diferente de la estimación de los requisitos factuales. Que el fin o meta global no puede ser problematizado dentro de la tecnología misma es algo que incluye de por sí la definición de tecnología aquí propuesta.

Estas dos dimensiones de justificación de las recomendaciones tecnológicas sugieren dos descripciones tipológicas de las tecnologías. (1) Las tecnologías pueden ser tipificadas de acuerdo con el status del conocimiento supuesto en el que están basadas. Aquí el espectro se extiende desde lo mágico, basado en el conocimiento mítico (p. ej., la danza pluvial), pasando por las artesanías basadas en el conocimiento común o en correlaciones factuales observadas, hasta las tecnologías basadas en la ciencia, en las cuales el conocimiento subyacente contiene explicaciones de las relaciones legales asumidas, explicaciones de por qué, si ciertas condiciones iniciales se producen, resulta un cierto tipo de evento. Un esquema de la base del conocimiento científico sería: una teoría T junto con teorías auxiliares A implica lógicamente que, si se producen las condiciones iniciales J , entonces se obtiene el estado de hechos o tipo de evento P (*Vorgang*): $(T \& A \rightarrow (J \rightarrow P))$. En el caso de la artesanía u otra tecnología basada meramente en correlaciones, no se puede explicar la secuencia (si J , entonces P), lo que significa que no se conocen qué factores adicionales son relevantes. (Por ejemplo, cuando Bessemer encontró que su tecnología de obtención de acero no funcionaba en ciertos casos, el darse cuenta fue para él “una completa sorpresa”.⁸ Sólo cuando pudo disponerse de una teoría capaz de explicar por qué no funcionaba cuando el mineral contenía fósforo, la producción de acero llegó a ser (con el procedimiento de Thomas) científicamente fundada (puesto que ahora se contaba con T y A de nuestro esquema)). La tecnología fundada en la ciencia es un fenómeno que ha aparecido sólo en este siglo. Incluso al

final del siglo XIX la "ingeniería empírica" pesaba más que las innovaciones tecnológicas basadas en la ciencia.

Para prevenir cualquier posible malinterpretación valdrá la pena añadir los siguientes comentarios sobre la distinción entre "tecnologías basadas en la ciencia" y otras tecnologías. La *noción* de "tecnología basada en la ciencia" utiliza aquí un concepto más estrecho de ciencia que el usado en la sección primera, el cual era, dicho sucintamente, que las aserciones fueran empíricamente criticables y que las teorías tuvieran un cierto grado de sistematicidad. La ciencia fue considerada como "el brazo prolongado de las preguntas del sentido común", un concepto que sólo se tiene en cuenta en lo que nosotros podríamos llamar contexto de contrastación y de refinamiento. Valorar el conocimiento supuesto en el cual están basadas las prescripciones tecnológicas, es en principio lo mismo tanto para las artes como para la tecnología basada en la ciencia. Si el artesano pone a prueba una parte de su conocimiento supuesto en diferentes condiciones, está llevando a cabo una contrastación de un modo muy semejante a como habitualmente se hacen las contrastaciones en el edificio científico (aunque en este último caso el grado de sistematicidad estricta y precisión son exigidos a un nivel superior), e incluso los resultados tecnológicos podrían a veces ser parte de la evidencia sobre la base de la cual son criticadas tales demandas epistemológicas. (Incluso la efectividad de una danza pluvial debe ser empíricamente comprobada, pero las teorías míticas que alientan tras la pretendida relación entre el ritual y la incidencia de la lluvia no serán calificadas como teorías empíricas, puesto que el fracaso de la tecnología no llevaría a su rechazo sino a una explicación *ad hoc* y a estrategias que la inmunizaran). Una tecnología agrícola basada en la hipotética adopción de leyes fundadas en la teoría de Lysenko no funcionará, esta vez a causa de que las leyes así adoptadas y la teoría (una teoría científica) en la que se basan son igualmente falsas. El término "ciencia" no puede ser aquí reservado para las teorías verdaderas, y así las tecnologías pueden estar basadas en la ciencia y ser, sin embargo, inefectivas. Mientras que el conocimiento alegado sobre el cual se base la tecnología que nos ocupe sea empíricamente criticable, podrá decirse que se basa en la ciencia en el sentido en que este término fue introducido en la sección primera. Pero este sentido amplio no es adecuado para la presente distinción, porque de acuerdo

con él también las artesanías se cualificarían como “científicamente fundadas”. La distinción aquí propuesta entre artesanía y tecnología basada en la ciencia estriba en si la esfera del conocimiento alegado en que se basa la prescripción tecnológica ha sido o no explicada, derivada de una ley o teoría más general. Sólo si puede serlo, se puede sostener (correcta o incorrectamente) que la relación es causal, y sólo entonces puede ser usada la teoría para explicar y predecir expectativas aparentes. (Por supuesto, tales predicciones tendrán éxito y tales explicaciones serán buenas sólo si la teoría es buena). Porque la teoría nos autoriza a sostener que la relación es legal y no una simple correlación que puede deberse a la presencia de un tercer factor (todavía desconocido), etc. El caso prototípico de una tecnología basada en la ciencia puede, sin embargo, ser mejor ilustrado mirando al *contexto del descubrimiento*.⁹ En el caso paradigmático, la secuencia discurre como sigue; Hay una teoría científica general ya a mano y (usualmente) ciertos problemas prácticos apremiantes, y uno se esfuerza mentalmente por hallar caminos que desarrollen tecnologías con la ayuda de la teoría (o teorías). Un ejemplo sería el desarrollo de la tecnología nuclear a partir de la teoría atómica una vez que se advirtió que la teoría tenía implicaciones con la pérdida de altas energías a partir de los átomos. La tecnología de Bessemer sobre la producción de acero puede servir como un primer ejemplo de una “tecnología artesana”, porque él mismo advierte que había acertado a dar con el efecto¹⁰ sólo por suerte; dice que su “conocimiento consistió únicamente en lo que un ingeniero debe observar por fuerza en la fundición o en el taller del herrero”. En tal “tecnología artesana” no se está en posición de exigir la obtención de relaciones causales, y no se está obligado a ser capaz de explicar el éxito que se obtenga.

Lo anterior es suficiente para aclarar la relación entre tecnología y ciencia. (2) Alternativamente, las tecnologías pueden ser tipificadas de acuerdo con la clase de fines o valores que se buscan. Por ejemplo, en la tecnología médica los valores alcanzables son “valores de salud” o “valores de continuación de vida” (*Vitalwerte*) —en cuanto distintos de los “valores de conocimiento”, o cualesquiera otros. Estas dos tipologías pueden dar lugar, si se las cruza, a otras varias clasificaciones.

Para ilustrar que el sentido de "tecnología" aquí introducido tiene una acepción *amplia*, pueden resultar útiles *dos ejemplos*. La metodología es en sí misma una "cuasi-tecnología"; tiene ciertas similitudes sorprendentes con la tecnología en el sentido definido anteriormente, pero también guarda diferencias. La metodología consiste esencialmente en recomendaciones globales (cualquier algoritmo sería descartable) sobre cómo actuar en ciertos tipos de situaciones de investigación en orden a mejorar las probabilidades de conseguir el objetivo previamente establecido, que es el progreso cognitivo; y la razón dada para seguir tal recomendación es que al actuar así se facilitará la consecución del objetivo. Pero hay también sorprendentes diferencias. Mientras que en tecnología el objetivo global es dado con anterioridad y debe ser definido, clarificado y especificado desde fuera de la tecnología, una de las principales tareas de la metodología es explicar el objetivo mismo, la idea de "progreso científico" (y de proveer indicadores falibles, pero objetivos, para el progreso en el sentido explicado). En segundo lugar, mientras una tecnología está basada en conocimiento supuesto de interrelaciones legales, el intento de basar una metodología en ciencia empírica (sea ésta la historia de la ciencia o cualquier otra) implicaría *del mismo modo* un círculo vicioso. Porque valorar si el conocimiento que uno requiere como fundamento tiene suficiente soporte evidencial, o un grado suficientemente alto de corroboración, o lo que sea, es de por sí la tarea de la metodología, y la valoración de las metodologías no puede llevarse a cabo del mismo modo que la valoración metodológica de las teorías de la ciencia empírica. Suponer que ello pudiera ser, es una instancia de una falacia reduccionista —identificar la metodología (algo estrechamente emparentado con el arte tecnológico) con una ciencia empírica.

De acuerdo con nuestra definición, el hacer *política de investigación* contaría como un arte tecnológico. En este caso, los objetivos globales están dados previamente por las políticas gubernamentales o institucionales (tales como, p.ej., si se dan más cantidades a la investigación del cáncer o a la exploración espacial), mientras que cuestiones tales como la de determinar adecuadamente la proporción de asignaciones entre investigación básica y aplicada en el mismo campo (como, por seguir con nuestro ejemplo, dentro de la investigación del cáncer entre ciencia biomédica e investigación

clínica) son problemas de política de investigación como un arte tecnológica. Puesto que son los investigadores en el campo en cuestión quienes tienen la mejor, probablemente la única, pericia disponible al respecto, y puesto que ellos pueden tener que confiar en *Fingerspitzengefühl* [trato directo], en una sensibilidad basada en el conocimiento tácito, la política de investigación, tal y como nosotros la conocemos, es en este sentido más parecida a un arte técnico que a una tecnología propiamente dicha, y pudiera muy bien mantenerse así.¹¹ Pero en algunos otros aspectos puede basar sus recomendaciones, cuando menos parcialmente, en ciencias sociales (sociología de la ciencia, teoría de la organización, etc.) junto con la historia de la ciencia (una *Geisteswissenschaft*) y en metodología (una cuasi-tecnología). Nuestra concepción amplia de la tecnología incluye también, por supuesto, las denominadas tecnologías sociales; incluso los procedimientos democráticos de votación contarían como una tecnología cuyo objetivo es ajustar el marco de ciertos tipos de toma de decisión y establecimiento de objetivos en grupos —sólo en grupos y sólo dentro de la esfera política pública (cfr. § 3.1). Esta es una tecnología cuya justificación parece ser algo especial. Pese a todas sus dificultades (diferencias en las estructuras de preferencia interna que llevan a la paradoja de Arrow, tráfico de votos que lleva a variantes del llamado dilema del prisionero),¹² su atractivo viene del hecho de que las alternativas son la dictadura y la coerción (o, en el mejor de los casos, una combinación de la coerción y el método democrático).

2. Límites de la ciencia.

2.0. La distinción entre ciencia y no-ciencia implica que existe algo fuera de la ciencia, puesto que si la distinción fuera tal que la propiedad de “ser no-ciencia” no encontrara ejemplificación en nuestro mundo, la distinción sería inútil y nunca habría aparecido. La cuestión es dónde se traza la línea. Pero antes de ocuparnos de ella, resulta apropiado preguntarnos qué tipos de límites pueden existir. Siguiendo a Kant¹³ y a N. Rescher,¹⁴ proponemos hacer distinción entre límites excluyentes (los *Schranken* o “barreras” de Kant), que son las fronteras entre ciencia y no-ciencia, y límites terminales (los *Grenzen* o “confines” de Kant), que son límites que

serían alcanzados si la ciencia llegara a un estado final en el cual todas las cuestiones “científicamente planteables” o “establecibles” hubieran sido contestadas.

2.1. *Límites excluyentes.* Que algo existe fuera de la ciencia es trivialmente verdadero, aunque sólo sea —por reformular la anterior observación— porque esto es un requisito de adecuación a cualquier solución del problema de la demarcación: Un criterio de demarcación no puede autorizar que cualquier cosa sea considerada como ciencia, porque entonces no sería criterio en absoluto. *Fuera de la ciencia* están todos los otros ámbitos de la vida (*Lebensbezüge*), tales como el arte, la religión, la filosofía y la literatura. En la sección 0.1 subrayamos que el criterio de demarcación a adoptar no debería implicar menosprecio alguno de aquellas esferas de la vida, intereses y actividades que están fuera de la ciencia; ciertamente, esas facetas de la vida son de la mayor importancia para la existencia humana. Si negamos que haya “conocimiento” en esas esferas, estamos proponiendo restringir la palabra “conocimiento” a *episteme*, el conocimiento empírico, cuya más alta forma es el conocimiento científico. Como mera definición estipulativa esto no tendría consecuencias teoréticas. Pero es plausible que en la práctica una tal definición funcionara de manera persuasiva, es decir, llevaría implícita la sugerencia de que sólo la *episteme* merecería el honor de ser llamada “conocimiento”. Quizá las experiencias fundamentales y acontecimientos decisivos de la vida tales como la muerte, el nacimiento y el amor no tengan tanto el carácter de cuestiones que deban ser contestadas como el de temas perennes (esta fue la postura adoptada por el primer Wittgenstein y también por Arne Naess), “temas existenciales” sobre los cuales la gente puede reflexionar y reflexiona de hecho. Ya sea que tales reflexiones tengan o no carácter de interrogantes, es obvio que caen fuera del ámbito de la ciencia. Esta parte de los límites excluyentes es tan manifiesta que es imposible dejar de reconocerla.

¿Coincide este límite con los límites entre *ciencia* y *filosofía*? Desde el punto de vista de la historia intelectual parece apropiado hablar de *feedback* más que de límites. La filosofía puede ser considerada como “la ciencia madre” de la cual surgieron las diversas disciplinas científicas, en progreso expansivo como las ramas de un árbol.¹⁵ Estas disciplinas dieron a su vez origen a problemas me-

todológicos y filosóficos. Desde el punto de vista de una única empresa investigadora se nos muestra otro aspecto de la interdependencia entre ciencia y filosofía: cada empresa de investigación tiene sus preconcepciones y suposiciones muy generales, algunas de ellas "metafísicas" (lo que Max Jammer ha llamado "*input* filosófico"¹⁶). Este *input* puede ser fructífero o puede ser un impedimento para el progreso científico. Por otra parte, los resultados de la investigación (las "conclusiones de *output* filosófico" de Jammer), al menos si tales resultados poseen la magnitud de una "revolución científica", tienen repercusiones al nivel de hipótesis de la imagen del mundo y de la imagen del hombre. Este tipo de "output" es importante en la medida en que produce cambios, en particular eliminando de nuestra concepción del mundo suposiciones de las que se reconoce que están equivocadas. En general, tales resultados científicos son el material bruto con el que la cosmología y la antropología filosóficas han de construir y reconfigurar continuamente nuestra imagen del mundo y del hombre. Las hipótesis de la imagen del mundo son por definición parte de la ciencia misma; pero el criterio de demarcación funciona aquí no sólo para aislar la no-ciencia, en este caso la "metafísica", de la ciencia. Puede también funcionar como un criterio de admisión: ciertas hipótesis de la imagen del mundo pueden llegar a ser tan ricas en contenido empírico que se conviertan eventualmente en criticables empíricamente de un modo más directo que por las "repercusiones" arriba indicadas. En suma, *es necesario un claro reconocimiento de los límites excluyentes al objeto de evitar una totalización que eventualmente sería auto-destructora.*

2.2. Límites terminales.

2.20. La toma de posición sobre la cuestión de si la ciencia tiene límites terminales y, de ser así, de qué tipo sean y dónde residen exactamente esos límites, envuelve una combinación de un *ideal* general de la ciencia y una *imagen* o visión de la ciencia actual. Nosotros nos proponemos abordar este problema mediante un breve contraste entre la opinión que mantiene que hay, o es de esperar que haya, límites terminales en los cuales la ciencia puede alcanzar un estado final, y la opinión opuesta que sostiene que la ciencia es en principio una búsqueda sin término, un proceso auto-perpe-

tuante. Por debajo de estas dos opiniones metacientíficas subyacen dos concepciones del conocimiento humano: la concepción “inductivista-verificacionista/probabilista” y la concepción “conjeturalista” del conocimiento humano.

2.21. *La imagen utópica, cerrada, de “finalización” de la ciencia y su correspondiente ideal de ciencia.* Los empiristas lógicos han articulado un *ideal* de ciencia que da la más alta prioridad al desideratum de certeza. Dicho someramente, una proposición cuenta como “científica” —es admisible en el sistema de las proposiciones que constituyen la Ciencia Ideal—, si y sólo si es verdadera y ha sido mostrada como verdadera. Esta es la idea clave del verificacionismo, ya sea que se trate de la versión absoluta o la probabilística del mismo. (De acuerdo con el verificacionismo probabilista, una proposición es aceptable si y sólo si ha sido probabilísticamente aceptada con un grado “suficientemente” alto en función de la evidencia disponible (idealmente, “toda” la evidencia relevante). Aquí la experiencia juega un papel positivo (de ahí que la etiqueta de “positivismo” no sea injustificada); la experiencia establece los credenciales de una proposición. Este ideal proyecta un estado final asimismo ideal: cuando se posea “toda” la evidencia, el grado de confirmación de las proposiciones fundamentales de la ciencia habrá alcanzado idealmente la certeza, o al menos se habrá aproximado asintóticamente a ella. En este esquema, el concepto de “mérito científico” es primariamente cualitativo: es una cuestión de aceptación o de no aceptación y el concepto de progreso debe ser explicado en términos del grado en que las teorías científicas actuales se aproximen al ideal articulado.¹⁷

¿Qué imagen de la ciencia actual se corresponde con este ideal? Si uno no piensa que cabe esperar que la ciencia que conocemos, la ciencia que nos ha sido dada históricamente, se aproxime al estado que este ideal proyecta como algo que merece el esfuerzo, entonces dicho ideal parecería utópico y no se le consideraría capaz de proporcionar siquiera una idea regulativa de ciencia. Y recíprocamente, aquellos que se sienten comprometidos en ese ideal tenderán a ver a la ciencia actual como algo que crece acumulativamente, conservando lo que ya ha sido establecido (de una vez para siempre) y añadiendo nuevos contenidos. Si la ciencia crece acumulativamente, entonces es realista esperar que a la larga nues-

tra ciencia alcanzará o se aproximará al estado final previsto por el ideal. Como N. Rescher ha señalado, este modo de concebir la ciencia parece estar basado en una “analogía con el curso de la exploración de la tierra después de la Edad Media”;¹⁸ una progresiva captura de un dominio esencialmente finito.

Esta imagen de la ciencia ha sido muy popular, no sólo entre filósofos tales como Ernst Haeckel en tanto que especulador científico o C.S. Peirce en cuanto metodólogo, sino también entre historiadores de la ciencia tales como F. Sarton¹⁹ y entre famosos científicos. No hay más que recordar la célebre tesis de Galileo de que a través de la ciencia seríamos capaces de alcanzar un conocimiento sobre la realidad que en un campo limitado podría ser tan perfecto y absoluto como el conocimiento divino (que se distingue del nuestro por ser omni-comprensivo), o la tesis de Laplace de que el progreso científico consiste en una gradual aproximación a la “omnisciencia” de la Mente Suprema. Ellos, como la mayoría de los científicos, pensaron que el ideal de la ciencia como conocimiento absoluto, vale decir, cierto y perfecto, no era utópico. Muchos científicos piensan así en la actualidad.²⁰ Más aún, hoy ciertos sociólogos de la ciencia proponen una teoría que concibe el curso de la ciencia como un proceso a través de tres fases modelo: una fase “preteórica”, luego una “guiada-por-paradigma”, y eventualmente una fase de “finalización” —de aquí que a esta teoría se le haya adjudicado la etiqueta de “teoría de la finalización”.²¹ En la segunda fase, “el campo alcanza una especie de compleción, esto es, una teoría fundamental por la cual todos los problemas en el área respectiva de investigación son resueltos ‘en principio’ ”.²² Lo cual presupone claramente que los problemas fundamentales de una disciplina científica son en principio finitos (recuérdese la referencia de Rescher a la analogía con la exploración de la tierra después de la Edad Media). Böhme *et.al.* llegan a afirmar que “las teorías fundamentales contienen ya la estructura básica de su materia”.²³ Cuando este feliz estado ha sido alcanzado, cuando “una disciplina ha sido completada en principio [*sic. GR*], en este momento los posteriores problemas teóricos, y por lo tanto las finalizaciones, dependerán de la emergencia de los problemas prácticos”.²⁴ Esto significa que puede llegarse a un punto en que todos los problemas fundamentales de una disciplina hayan sido resueltos, y “una vez que se ha alcanzado ese punto, una meta ajena a la inves-

tigación [es decir, un problema práctico o social, GR] puede convertirse en reguladora de las circunstancias e intensidad con que la teoría haya de desarrollarse posteriormente".²⁵ En esta tercera fase, la fase de "finalización" (que al parecer toda disciplina alcanza por necesidad histórica), sucede algo extraño: "la conversión de la ciencia natural en ciencia normativa"²⁶ ocurre cuando "... las normas sociales [son] incorporadas dentro de los conceptos de las ciencias naturales".²⁷ En este ideal, el estado final —que, innecesario es decirlo, sólo puede ser realizado cuando la sociedad burguesa haya sido reemplazada por una sociedad socialista, v.gr.: en la sociedad marxista— "donde la ciencia natural es normativa, el punto de referencia de la generalidad científica sería la universalidad en la sociedad, no en la naturaleza. Así la generalidad en forma de reproducibilidad ilimitada llevaría a la generalidad del consenso social".²⁸ La teoría de la "finalización" es tan patentemente falsa, por no decir absurda, que ni siquiera valdría la pena criticarla. Sin embargo, con su tesis del estado "final" de las disciplinas aporta una legitimación políticamente viable para cierta política científica, una política extremadamente miope. En nombre de la "relevancia social de la ciencia" —una causa justificable, que esos pensadores han totalizado— los políticos pueden con buena conciencia recortar drásticamente o anular los fondos destinados a la investigación básica: no hay más que dirigirse a los teóricos de la "finalización" que, *le case écheant*, asegurarán al político y al público que esta o aquella disciplina ha alcanzado el esperado estado de hallarse "finalizada". Esto significa que ahora sus problemas le llegan exclusivamente del exterior, están definidos por "el pueblo" o por los auto-elegidos emancipadores que proclaman ejecutar la voluntad de las aún no plenamente conscientes masas. En suma, teorías tales como las teorías de la "finalización" deben, pese a su endeblez, ser criticadas²⁹ porque los políticos de tendencia izquierdista pueden utilizarlas para sus propios propósitos —como ha sucedido en algunos casos en Alemania Occidental (especialmente en el estado de Hessen) y en Austria. Además, al tratar de reemplazar la noción de verdad como correspondencia (*Wahrheit im Darstellungssinn*) y la idea de indicadores objetivos (falibles) de verdad por una concepción de la verdad como consenso, allanan el camino al dogmatismo de partido. Que la imagen de finalización de la ciencia como descripción es históricamente falsa, es algo am-

pliamente reconocido, gracias no en poco al trabajo de T.S. Kuhn; que el ideal de ciencia a ella subyacente es utópico en el sentido negativo, es algo que puede verse mejor examinando la crítica del conocimiento científico finalizado llevada a cabo por Popper y sus seguidores.

2.22. *La imagen no-clausurada de la ciencia y el ideal de ciencia subyacente a la metodología popperiana.* La metodología popperiana nació de la crítica a la metodología del positivismo lógico del Círculo de Viena y al ideal de ciencia subyacente a esa metodología. El *ideal* de ciencia que subyace a la metodología popperiana difiere drásticamente del que alienta en el empirismo lógico. La certeza, el desideratum de prioridad suprema en el ideal de ciencia del empirismo lógico, es rechazada por ser no sólo irrealizable en principio, sino además por ser incluso contraproducente como idea reguladora, y, por encima de todo, por ser un impedimento para cobrar conciencia de aquellas aspiraciones que son razonables en nuestras ideas intuitivas de la ciencia y del progreso cognitivo. La verdad y la idea de una representación más o menos exacta (*mehr oder weniger zutreffende Darstellung*) son aquí la idea reguladora, idea que es presentada como perfectamente compatible con el falibilismo, y así un concepto *comparativo* de mérito científico, el progreso científico, se convierte en el centro del interés. (De aquí que la metodología se interese más por formular y ofrecer buenas razones en favor de las reglas de preferencia que de las reglas de aceptación/rechazo).

Los desiderata del ideal popperiano de la ciencia son más o menos los siguientes. Primero, es una marca de progreso el que una hipótesis sucesora represente más correctamente ciertos aspectos de la realidad que su predecesora. Dicho toscamente, esto significa que el tamaño relativo de su contenido de verdad (o mejor: el contenido corroborado de información empírica) comparado con su contenido de falsedad (o mejor: el contenido no-corroborado) es mayor que en el caso de la hipótesis predecesora. La experiencia juega aquí el papel negativo de suministrar la crítica de las hipótesis, no el de confirmarlas o el de establecer su verdad (*begründend*), como sucede en todas las formas de verificacionismo. Puesto que el posible grado de corroboración es función del contenido de información empírica, una segunda marca de progre-

so es el aumento de contenido: una teoría T' es mejor en este respecto que T si T' supera a T en contenido empírico. Puesto que un gran aumento de contenido, particularmente un aumento en contenido corroborado (un desideratum aplicable a las teorías *después* de su contrastación empírica) puede sólo ocurrir junto con un aumento en "profundidad",³⁰ la "profundidad" de las explicaciones, de las teorías, y sobre todo de los problemas, es otro desideratum. La forma de la ciencia ideal es totalmente deductiva, esto es, una forma que sólo admite transformaciones no amplificadoras. La retransmisión de la falsedad desde una conclusión falsada hasta, al menos, una de las premisas es un movimiento válido, mientras que la retransmisión de la verdad desde conclusiones confirmadas o corroboradas (en general, desde conclusiones asumidas como verdaderas) a las premisas es un movimiento inválido. Esta forma deductiva (un importante desideratum) quedó abandonada en el verificacionismo probabilístico; este fue el precio que hubo que pagar por la vana búsqueda de la certeza. En suma, el centro de la idea de progreso es éste: "... la ciencia debería ser contemplada como un progreso de problemas a problemas —a problemas de profundidad siempre creciente".³¹

La imagen de la ciencia actual que concuerda con este ideal es la de una ciencia no-clausurada. Común tanto al ideal como a la imagen descriptiva es la tesis básica, que podría ser llamada "*la tesis de Kant-Popper de la propagación de problemas*", de que cada problema solucionado genera nuevos problemas,³² de que "no puede haber explicación alguna que no esté necesitada de una explicación ulterior". Una medida del grado de progreso es la "profundidad" que exhiben los nuevos problemas surgidos.³³ Al parecer, el que uno acentúe problemas y cuestiones o respuestas y teorías no es sino una cuestión de énfasis. Ambas actitudes están interrelacionadas, como sugiere la fórmula de H.G. Gadamer "la hermenéutica de la cuestión". No hay cuestiones sin presuposiciones, que limitan el ámbito de las cuestiones formulables; y las presuposiciones son el resultado de respuestas a cuestiones previas. Cuando las presuposiciones cambian, ciertas cuestiones pueden perder su sentido.³⁴ Por ejemplo, una nueva teoría puede mostrar que algunas de las cuestiones formuladas bajo una antigua teoría no requieren una respuesta, ya que descansaban sobre presuposiciones falsas. Este género de cambio en las presuposiciones suele estar conectado con la

ocurrencia de cambios cognitivos importantes, puesto que la teoría sucesora contradirá a su predecesora, como, por ejemplo, la teoría de Einstein contradice a la de Newton.³⁵

La historia de la ciencia es ilustrativa al respecto: la colección de resultados de la investigación constituye un cuerpo de conocimiento que no es acumulativo, sino que más bien crece orgánicamente. Algunas partes quedan retenidas (normalmente tras sufrir una revisión, como las ya mencionadas hipótesis subsiguientes de mejora, que se deducen de una nueva teoría que explica por qué las antiguas hipótesis daban cuenta de su contenido), mientras que otros componentes son nuevos, y vienen a reemplazar a elementos a eliminar (que solamente pueden continuar existiendo en el apartado de historia de las curiosidades). Este proceso de crecimiento puede ser también contemplado en el conjunto de cuestiones que rodean el cuerpo de tesis y conclusiones aceptadas en diversos momentos del tiempo. En el proceso de reemplazar algunos componentes del cuerpo de conocimiento por otros pueden ser falsadas las presuposiciones de algunos problemas antiguos, los cuales serán, por lo tanto, eliminados, mientras se plantean otros nuevos sobre la base de las nuevas presuposiciones. En un momento particular, el conjunto de tesis fundamentales aceptadas por la comunidad científica será finito, como también lo será el conjunto de consecuencias deducidas de ellas, mientras que el número de consecuencias deducibles es infinito. El conjunto de tesis aceptadas crece orgánicamente, no es acumulativo sino cambiante. Y, como Kant subrayó en 1783, *no hay límites terminales. La ciencia es en principio un proceso infinito que no tiene un comienzo definido* (puesto que cada cuestión tiene sus presuposiciones, y cada tesis usada como presuposición es ella misma una respuesta a una cuestión anterior) *ni un final definido*, puesto que los problemas resueltos dan siempre origen a otros nuevos. Cada elemento del cuerpo de conocimiento que tenga contenido empírico es *falible en principio*. Pero sin embargo puede haber progreso, y ciertamente tenemos ejemplos de progreso cognitivo —tales son los ejemplos paradigmáticos de lo que nosotros significamos por “progreso”. Quizá la ciencia sea la única área del empeño humano en la que la existencia de progreso esté más allá de cualquier duda razonable (*pace* P. Feyerabend y todos los “relativistas”, incluyendo con reservas a T.S. Kuhn).³⁶ Esto, como Popper siempre ha subrayado, no aporta garantía algu-

na de progreso futuro, sino sólo una razonable esperanza en él. Por otra parte, la esperanza de un estado final perfecto es utópica, y si se la toma en serio malograría el progreso futuro real, puesto que introduciría un fatal espíritu dogmático en la empresa de la ciencia.

3. *Limites de la tecnología.*

3.0. La tesis de que hay límites excluyentes en la ciencia prepara el escenario para la consideración de los límites excluyentes de la tecnología. La cuestión de si la tecnología tiene límites terminales está, para al menos una interpretación de límite, implícitamente contestada por la tesis de que no hay un estado final en la ciencia. Pero surgen problemas especiales en conexión con la cuestión de la practicabilidad real de ciertas tecnologías —cuestión esta que es esencial en la consideración de la tecnología—, y esos problemas nos retrotraen a la cuestión de los límites excluyentes de la tecnología *per se*.

3.1. *Límites excluyentes de la tecnología.* En el ámbito del pensamiento, del “conocer” en sentido amplio —en el *bios theoretikos*—, la religión, el arte y la reflexión filosófica sobre temas existenciales están en principio fuera del campo de la ciencia. En la esfera de la *acción*, de la dirección de la vida, la *vita activa*, se da una clara contrapartida a esto: conseguir ciertos valores, decidir sobre objetivos últimos, en particular sobre objetivos en la esfera existencial-personal, elegir el modo de vida cuando *mediante nuestra acción* damos respuesta a la pregunta: ¿cómo viviré? —estas situaciones caen en principio fuera del campo de la acción dirigible por la tecnología. Por supuesto, reflexionar sobre la situación e interpretarla por una parte, y tomar decisiones y actuar por la otra, están ligadas conjuntamente en un círculo hermenéutico. La interpretación y la deliberación deben preceder a una toma de decisión razonable y responsable, mientras que sin imperativos afectivos no habría motivos para tal reflexión y esfuerzo interpretativo. En cualquier situación concreta, las dos facetas de la vida son inseparables. Pero a la hora de analizar deben ser distinguidas al objeto de ver cómo están interrelacionadas. La tradición filosófica distingue cla-

ramente dentro del ámbito de la acción entre acción técnica o pragmática (el concepto kantiano de *Klugheit*) y acción moral o ética (tratar a cada individuo como un fin en sí mismo), entre racionalidad de objetivos (*zweckrationales Handeln* de Max Weber) y sabiduría. La idea de basar la dirección de la vida en la ciencia, la “*wissenschaftliche exakte Lebensführung*”, es un aspecto del cientifismo, la contrapartida del cientifismo epistemológico en la dirección de la vida. Ello lleva a “el hombre sin atributos” —el héroe y el antihéroe de la novela de Robert Musil—, a un relativismo histórico que pierde totalmente el problema normativo y que en última instancia debe dejar las decisiones a merced de los impulsos, el azar, y las fuerzas exteriores.

El marxismo es cientifista tanto en teoría como en práctica.³⁷ Aquí (como se indicó en el § 0) el criterio de demarcación resulta indispensable para desenmascarar las falsas pretensiones de “cientificidad”; aquí, la metodología aplicada puede prestar un servicio a la discusión política. El marxismo clásico estaba impregnado de cientifismo,³⁸ la negación de límites excluyentes de la ciencia, y esto le predispuso hacia un cientifismo “práctico”, la idea de que con ayuda de la ciencia podemos conseguir tecnologías que eventualmente nos capaciten para resolver todos los problemas prácticos, o sea, la negación de los *límites excluyentes de la tecnología*. Por supuesto que en este concepto de ciencia en el sentido amplio de *Wissenschaft*, o *nauka*, las ciencias sociales y la historia (*Geschichtswissenschaft*) ocupan el centro del interés y son vistas como fundamentalmente no distintas de las ciencias naturales.

Los “neo-marxistas” de occidente o “*Emanzipatoren*” revisionistas, p.ej., los llamados Teóricos Críticos de la Escuela de Frankfurt, han intentado un enfoque totalmente distinto. Ellos distinguen netamente entre ciencia natural y ciencias humanas, afirman que las ciencias naturales están gobernadas sólo por el “interés técnico” (el *technisches Erkenntnisinteresse* de Habermas), y amplían el concepto de ciencia (*Wissenschaft*) de suerte que incluya las llamadas “*kritisch engagierten Sozialwissenschaften*”, esto es, las ciencias sociales y la filosofía social comprometidas en una evaluación crítica de la sociedad capitalista. Por ejemplo, en el volumen colectivo *La Disputa del Positivismo en la Sociología Alemana*,³⁹ el objeto no es en absoluto el positivismo, sino dar una definición persuasiva de “ciencia” que la haga relevante

para *legitimar* soluciones totales de los problemas de una sociedad entera (*gesamtgesellschaftliche Problemlösungen*). La palabra-etiqueta “positivismo” es, pues, empleada para desacreditar cualquier crítica metodológica a su persuasiva definición de “ciencia”. Con este fin las “*kritisch engagierte Sozialwissenschaften*” (las ciencias sociales críticamente comprometidas) se tornan eventualmente en (*sit venia verbo*) la tecnología para la emancipación. Y de este modo su crítica del cientifismo desemboca en un absurdo concepto de ciencia —como el que hemos visto en “las teorías de la finalización”— y su crítica de la tecnocracia en un concepto totalizado de tecnología.

3.2. *Límites terminales de la tecnología*. Si la ciencia nunca alcanza un estado final, entonces la tecnología basada en la ciencia tampoco tendrá límites terminales en este sentido. Pero la ciencia predice ciertas limitaciones: nos dice lo que es imposible. Hay diferentes tipos de posibilidades. La matemática (y aquí las investigaciones y estudios que trabajan con lenguajes formales son concebidos como parte de la matemática) puede probar, por ejemplo, que es lógicamente imposible construir una máquina de Turing capaz de computar ciertas funciones. De las teorías aceptadas de la ciencia empírica se sigue que ciertos logros técnicos son *empíricamente imposibles* (p.ej., la velocidad en la tierra no puede exceder de 16.000 millas por hora, porque cualquier objeto que se desplazase a mayor velocidad escaparía del campo gravitatorio de la tierra). Tales predicciones son en principio falibles y demandan exactamente el mismo grado de confianza que el que colocamos en las teorías de las cuales se siguen las predicciones.

Lo que intriga no es tanto la posibilidad o imposibilidad empírica como la cuestión de qué es lo que *dentro* del ámbito de lo empíricamente posible (es decir, de lo que no es excluido por el conocimiento científico aceptado) puede ser efectivamente “realizable” o no realizable. Una primera interpretación de “realizable”: se predice que la teoría científica básica sobre la cual la tecnología en consideración debería estar basada “se tomará posible” dentro del futuro previsible. Una condición necesaria de este “tomarse posible” es que sea en principio posible la producción de conocimiento relevante. Esto implica la predicción del futuro desarrollo posible de una o más disciplinas científicas: haciendo equilibrios entre

la apuesta racional y la ciencia ficción (la cual, hay que admitirlo, en algunas ocasiones ha sido profética).⁴⁰ El ejemplo anterior de la velocidad terrestre es trivial porque estamos seguros de su imposibilidad empírica, pero no es difícil dar otros de mayor interés, como el que suministran las tecnologías del hombre *cyborg*.⁴¹ Mirando el problema desde el extremo opuesto, llegamos a la llamada predicción tecnológica. Aquí el espectro oscila desde los esfuerzos para idear posibles nuevas aplicaciones tecnológicas de teorías existentes de ciencia básica, hasta el juego de fortuna. Las predicciones de este tipo son, por supuesto, constitutivamente arriesgadas. Las extrapolaciones de la tecnología existente no pueden ni siquiera a corto plazo incluir los resultados de las "rupturas tecnológicas".⁴² Ciertamente, la imposibilidad de predecir, ni aun renunciando a detalles, qué partes de la actual investigación básica puedan ofrecer en el futuro fructíferos dividendos en nuevas e inesperadas tecnologías, juntamente con la frecuencia histórica con que se dan tales imprevisibles beneficios, constituyen el argumento más efectivo para justificar la destinación de fondos públicos a tareas de investigación básica.

Las facetas que aquí entran en juego son, esquemáticamente, las siguientes: (i) las *predicciones* sobre qué tipos de resultados científicos cabe racionalmente esperar (como en una apuesta racional). En algunos casos tales predicciones globales pueden, dentro de un campo limitado, ser posibles; predicciones más detalladas serán factibles sólo en la medida en que el proyecto de investigación en cuestión sea de investigación aplicada. (ii) Las *predicciones* acerca de las posibilidades de las aplicaciones tecnológicas de tales resultados. "La previsión tecnológica" comprende estas dos facetas, pero especialmente la última. (iii) Las *predicciones* acerca de las consecuencias sociales que probablemente se derivarían si se hicieran ciertos usos de esas tecnologías. (iv) *Valoración* de anticipadas consecuencias sociales de tales usos desde el punto de vista de ciertas normas político-sociales ("valoración de la tecnología"). Obviamente esta valoración moral es una tarea totalmente diferente de la tarea científica de hacer predicciones.

Hasta qué punto es importante hacer estas distinciones, sobre todo distinguir entre la investigación y la aplicación de tecnologías basadas en los resultados de la investigación, y distinguir también entre ciencia básica y aplicada, lo revela el conocido debate en

la investigación de la recombinación del ADN. La recombinación del ADN es una recién desarrollada técnica de laboratorio aclamada como una ruptura en la comprensión de la genética humana. Los críticos han pedido la limitación de tal investigación, y de entre los errores en los cuales se basan sus argumentos se cuenta la confusión de las facetas anteriores. He aquí un breve inventario de los argumentos críticos. (a) Indican que hay peligro de efectos colaterales negativos en tal investigación, por ejemplo en forma de nuevos genes patógenos. Este argumento se obvia indicando que el llamado control biológico es llevado a cabo meticulosamente: se experimenta sólo con organismos que no pueden sobrevivir fuera del laboratorio (por ejemplo, porque necesitan cierto gas que no se encuentra en el ambiente natural). De ahí que este tipo de argumento no tenga mayor alcance. (b) Los críticos dicen que hay especiales barreras en este campo, por ejemplo, que no se debe interferir el desarrollo biológico. Pero esto o bien es una variación de (a) o bien una expresión cualquiera del moderno oscurantismo en tanto implica que cierto género de conocimiento nuevo debe ser considerado como perjudicial. (c) Los críticos dicen que la ingeniería genética conjura visiones del Mundo Feliz. Esto es, su principal argumento está claramente dirigido contra la *aplicación* del conocimiento y no contra el conocimiento y la investigación en cuanto tales. Con todo, los críticos insisten en que *habría que poner ciertas limitaciones a un tipo particular de investigación*, y la única razón con la cual pueden sostener tal solicitud es que la *aplicación* de ciertas tecnologías posibilitadas por tal investigación llevaría a consecuencias indeseables. En cualquier caso, prevenir ciertos *usos* del conocimiento es un tema político y no exclusivamente asunto de política de investigación. Sólo si se confunde la aplicación y la investigación, al igual que la investigación básica y la aplicada, se puede usar este tipo de argumento para solicitar una moratoria, por ejemplo para la *investigación* de la recombinación del ADN. Por lo tanto el argumento puede ser contrarrestado indicando que nace de una particular confusión conceptual, y además que su aceptación no sería racional y llevaría a una política peligrosa.

Si se considera que el conocimiento básico requerido para cierta tecnología es en principio posible de alcanzar, queda todavía la cuestión de si la inversión requerida en la investigación básica especial y en la investigación y desarrollo aplicados de que se trate es

económicamente factible. Y la cuestión de si es factible aplicar la tecnología en consideración en la situación presente pone el énfasis todavía con mayor fuerza en el aspecto de *costos-beneficios*. Este es un límite nada fácil de saltar. El que una tecnología sea efectivamente realizable es una función no sólo del estado de la ciencia básica y el arte tecnológica, sino también de los costos relativos, comparados con los costos de otras modalidades tecnológicas alternativas.⁴⁵ En un análisis de costos-beneficios hay que tener en cuenta todo tipo de costos, políticos, sociales, etc., sean o no monetarios. Todos ellos limitan la posibilidad de las tecnologías. Un importante tipo de costos es el de los efectos colaterales (*cf.* § 0). Aquí encontramos un *límite* definido a la tecnología, o mejor, *a nuestro uso de la tecnología como tal*. El proceso del control colectivo de la naturaleza alcanza límites externos, puesto que los efectos colaterales del proceso no pueden ser compensados indefinidamente por nuevas y más profundas contramedidas. La capacidad de la naturaleza para neutralizar y absorber tales efectos colaterales es, como la naturaleza misma, limitada. Si las especies intentan cambiar la relación de simbiosis controlada en una relación unilateral de remodelamiento, entonces puede ser que proliferen en exceso. Tal programa encuentra cierta vigencia en el marxismo, aunque no solamente en él.⁴⁶ De acuerdo con esta teoría marxista, el objetivo del proceso histórico es la fusión de toda subjetividad, de toda identidad personal, en un proceso homogéneo de dominio colectivo de la naturaleza por el hombre no individualizado como "naturaleza con necesidades" ("*Bedürfnisnatur*"). El slogan general de emancipación radical, la idea de una sociedad basada en "una naturaleza con necesidades" emancipada (el hombre como *Bedürfnisnatur*), tal y como es propuesto, p.ej., por la New Left, o en Alemania por los Teóricos Críticos y escuelas afiliadas, tiene una tendencia inmanente hacia el totalitarismo,⁴⁷ al igual que la idea de unas necesidades "objetivas" situadas más allá y por encima de toda necesidad biológica. La elite de los emancipadores estará dispuesta a decir al pueblo cuáles son sus necesidades objetivas y cuáles deberían ser.

La actitud de "remodelación total" (*des totalen Machens*), la creencia de que la tecnología como tal no tiene por naturaleza otros límites que lo empíricamente posible, está basada, como acaba de ser mencionado, en la falsa asunción de que la naturaleza tie-

ne una capacidad ilimitada de neutralizar todos los efectos colaterales. Pero aparte de estas consideraciones empíricas, dicha posición no puede ser justificada en la dimensión de los objetivos. Puesto que no hay un objetivo colectivo para la humanidad, con referencia al cual *todos* los otros efectos podrían ser relegados a la clase de "efectos colaterales".⁴⁸ La ideología de la remodelación total, la postura progresista hacia la naturaleza que ve a ésta como *materia prima* a moldear de acuerdo con cualquier objetivo, es entonces reaplicable a los seres humanos mismos, en la creencia de que "el hombre nuevo" podría ser planificado (tal vez en parte a través de manipulaciones genéticas y en parte a través de ingeniería social). La dificultad es la misma: puesto que no hay objetivo colectivo de dominio de la naturaleza por la humanidad, un objetivo que degradase todos los demás efectos al status de costos soportables, tampoco puede decirse cómo el Hombre Nuevo debería ser constituido, dado que para contestar esta pregunta, que concierne a valores y objetivos, deberíamos saber cuál es la función del ser humano.⁴⁹ Por esta razón yo pediría que la carga de la prueba caiga sobre aquellos que advocan tales manipulaciones expansionistas de la naturaleza y de la naturaleza humana. Análogamente, tampoco el óptimo social, o el máximo y mínimo, de cualquier función, resultado y circunstancia (tales como el balance de igualdades y desigualdades en la sociedad) puede ser definido por referencia a la sociedad misma, porque un sistema social no es un fin en sí. Lo que un óptimo sea no puede ser definido sin un elemento de la ley natural, p.ej. sin una concepción del subsistema "hombre" como algo que es "por naturaleza", de tal modo que los objetivos de la vida humana y los óptimos del sistema social puedan ser derivados de este concepto de "naturaleza humana".⁵⁰ En suma, estos límites particulares de la tecnología como tal sólo pueden ser reconocidos en un mundo que esté fuera de los límites excluyentes de la ciencia-cum-tecnología, sólo en la ética en su sentido amplio de dirección de la vida (*Lebensführung*), una "teoría" normativa acerca de cómo dirigir la propia vida. Que un elemento de la ley natural pueda ser conocido es similarmente una cuestión de antropología filosófica o una cuestión a la cual ofrecen respuesta las religiones. Ni siquiera la concepción de que cada individuo debería estar garantizado y asegurado de la mayor libertad posible para decidir su propio interés puede contar con un consentimiento universal. Los

apóstoles de la emancipación, por ejemplo, querrían forzar a los individuos a cumplir el rol de "ser emancipados" —en nombre, innecesario decirlo, de la utopía. Parece no haber líneas de orientación que fueran razonables para todos, excepto la regla más pertinente para la cuestión de la tecnología, si bien no sólo para ella: esa vieja regla de la ética griega que dice: "Moderación en todas las cosas".

NOTAS

* Deseo expresar mi gratitud al profesor Max Jammer y al Sr. Micheal Warder por haberme sugerido el tema de este ensayo.

¹ El crecimiento asintótico es sólo una alternativa teórica —y no sería una perspectiva demasiado inspirada. El marxismo es una forma de progresismo, que se concibe a sí mismo como un ejecutor más eficiente que el capitalismo de la revolución baconiana: de la concepción utilitarista de la ciencia, que pretende orientar el conocimiento al dominio de la naturaleza *sin tener en cuenta los límites*. Véase (Jonas, 1976), p.86 y (Radnitzky, 1977), p.792.

² Véase (Hayek, 1952), Parte II, esp. pp.105-116.

³ Véase (Manuel, 1965), p.97.

⁴ Para un análisis penetrante de su origen y carácter, y para una crítica amplia, véase (Jaki, 1966), esp. pp.481-500, véase también (Radnitzky, 1976a).

⁵ Véase, p.ej., (Radnitzky, 1968/1970), I: pp.112-145.

⁶ Véase (Popper, 1934), p.9, en la versión inglesa (1959), p.34, donde escribe: "De estos dos problemas (el problema de la inducción y el problema de la demarcación) —la fuente de casi todos los demás problemas de la teoría del conocimiento— el problema de la demarcación es, pienso, el más fundamental" (véase pág. 34 de la traducción castellana).

⁷ En (Popper, 1972), p.29, puede leerse: "Sólo después de haber resuelto el problema de la inducción consideré el problema de la demarcación como objetivamente importante, pues había sospechado que no pasaba de dar una mera definición de ciencia. Me parecía de dudosa significación (debido quizá a mi actitud negativa hacia las definiciones), aun a pesar de haberlo encontrado muy útil para clarificar mi actitud con respecto a la ciencia y a la pseudociencia".

⁸ Véase (Andersson, 1975), p.32.

⁹ Véase (Andersson, 1975), pp.20ss.

¹⁰ Véase (Andersson, 1975), p.32.

¹¹ Véase, p.ej., (Radnitzky, 1976c).

¹² Una prometedora estrategia para mejorar la tecnología de la elección social se encuentra en el trabajo de G. Tullock. Para una visión panorámica, véase (Tiedeman y Tullock, 1976).

¹³ Véase (Kant, 1783), § 57, en la edición (Kant, 1911), p.352. Kant escribe: "En matemática y en filosofía natural (esto es, en la ciencia), la razón humana admite barreras ("límites excluyentes") pero no confines ("límites terminales"); a saber, admite que ciertamente cae fuera de ella algo, a lo cual nunca se puede llegar, pero no que encontrará en punto alguno la plenitud de su progreso interno" ("*In der Mathematik und Naturwissenschaft erkennt die menschliche Vernunft zwar Schranken, aber keine Grenzen, d.i. zwar dass etwas ausser ihr liege, ... aber nicht, dass sie selbst in ihrem inneren Fortgang irgendwo vollendet sein werde. Die Erweiterung ... geht ins Unendliche*").

¹⁴ Véase (Rescher, 1978).

¹⁵ Esto puede verse en títulos de libros tales como *Philosophiae naturalis principia mathematica auctore Isaaco Newtono*, 1687.

¹⁶ Véase (Jammer, 1977).

¹⁷ El programa principal del empirismo lógico puede ser considerado como la tarea de articular, con el máximo de precisión y claridad, este ideal de ciencia. Esta es la tesis principal de la Parte I de (Radnitzky, 1968/1970).

¹⁸ Véase (Rescher, 1978).

¹⁹ Véase (Sarton, 1931), esp. pp.10s., y (Sarton, 1936), p.5.

²⁰ N. Rescher en (Rescher, 1978) da un llamativo ejemplo tomado de (Bromley *et al.*, eds., 1976), p.26.

²¹ Véase (Böhme *et al.*, 1976 (1973)).

²² Véase (Böhme, 1976), p.314.

²³ *Loc. cit.* p.317. Cualquiera que sea lo que signifique "contenido" en este contexto, se trata claramente de un fundacionalismo basado en certeza, y los autores reconocen explícitamente que su teoría es "contraria a las suposiciones del falibilismo" (Popper, ...), *loc. cit.*, p.316.

²⁴ *Loc. cit.* p.319.

²⁵ *Loc. cit.* p.315.

²⁶ *Loc. cit.* p.321.

²⁷ *Loc. cit.* p.324. Un fenómeno que, como los autores correctamente señalan, "no es accesible a la filosofía analítica" —para captarlo se debe estar en posesión de su método "dialéctico" y haber reconocido, como todos los marxistas lo hacen, que "es precisamente la restrictividad de la sociedad burguesa la que limita asimismo la universalidad de la ciencia". *Loc. cit.* p.325.

²⁸ *Loc. cit.* p.325.

²⁹ Véase (Andersson, 1976), (Radnitzky, 1976c), esp. pp.398ss., (Radnitzky, 1976a), § 3.1, pp.28-31, y (Andersson, 1977).

³⁰ Véase (Popper, 1963), p.202, (Radnitzky, 1978), § 4.3. Para indicar lo que aquí significa "profundidad", podemos dar un ejemplo sencillo. La explicación del eclipse solar por medio de las leyes del movimiento planetario de Kepler está a un cierto nivel de "profundidad". La explicación newtoniana de las leyes de Kepler (o mejor, su derivación de hipótesis sucesoras mejoradas con respecto a las cuales las leyes de Kepler pueden ser consideradas como una aproximación) está a un nivel más "profundo". La teoría newtoniana corrige las leyes hipotéticas originales en el proceso de su explicación. Este es un signo seguro de que la nueva teoría es más profunda. Una más profunda explicación de Newton es posible por la introducción de nuevos conceptos, conceptos causales, que no estén contenidos en las leyes hipotéticas de Kepler. La teoría de Einstein es más profunda que la de Newton y hace posibles nuevas perspectivas y la mejora de nuestras hipótesis de cosmovisión sobre la causalidad, etc. ... En la transición de Newton a Einstein, la "profundidad" es incluso más prominente que el aumento de contenido, puesto que la teoría general de la relatividad (que contradice a la teoría newtoniana) encuentra ciertas corroboraciones que la hacen superior a la teoría de Newton (la precisión del perihelio de Mercurio, la curvatura de la luz, la desviación del rojo).

³¹ Véase (Popper, 1963), p.222.

³² Véase (Kant, 1783), § 57, en la ed. de 1911, p.352. "... cada respuesta dada a los principios de la experiencia plantea una nueva cuestión, que de igual modo requiere su respuesta..." ("*...da..., eine jede nach Erfahrungsgroundsätzen gegebene Antwort immer eine neue Frage gebiert, die ebensowohl beantwortet sein will...*"); véase también (Popper, 1963) p.195.

³³ Véase (Popper, 1963), p.222, (Rescher, 1978), § 3.

³⁴ (Rescher, 1978), § 3.

³⁵ (Popper, 1972), pp.16, 205; (Popper, 1975), p.97; (Radnitzky, 1976b), pp.533s.

³⁶ Véase (Radnitzky, 1976b), § 1 y (Radnitzky, 1978), § 6.

³⁷ La concepción de Lenin (expresada en *¿Qué hacer?*) era, como es bien sabido, que el Partido debe educar primero al proletariado, que no es capaz por sí mismo de encontrar su camino hacia una conciencia de clase científicamente fundada.

³⁸ Véase, p.ej., (Radnitzky, 1976a), § 2.

³⁹ Véase (Adorno *et al.*, 1975 (1969)).

⁴⁰ Véase (Radnitzky, 1976a), pp.31s., comentando una ingenua ley promulgada por el Gobierno Socialista del Estado de Hessen en la República Federal de Alemania que exige que los científicos informen a las autoridades de cualquier investigación en ciencia básica (!) que pudiera dar origen a tecnologías "peligrosas" o "no deseadas". Allí se ofrecen también ejemplos históricos de la imprevisibilidad de esa posible relevancia tecnológica futura.

⁴¹ La tecnología médica ha aumentado el número de personas que alcanzan la vejez, pero no ha aumentado nuestra máxima duración vital. Se considera que "Todos los hombres son mortales" (a menos que se la tome como una característica definitoria) es sintética pero "infalsable". Pero esta concepción malinterpreta la "falsabilidad" como falsabilidad definida: la hipótesis está altamente corroborada y soportada por teorías asimismo muy corroboradas sobre la vida por encima del nivel unicelular. Ninguna teoría existente pretendería que fuese empíricamente imposible para la mente humana vivir por un período indefinido de tiempo soportada por un cuerpo protético, un sistema artificial (y fácilmente reemplazable) superior al cuerpo humano, que sirviese de soporte al cerebro. ¿Será posible desarrollar la tecnología requerida para actualizar al hombre *cyborg*? Y de ser así, ¿es deseable el hombre *cyborg*? Esto lleva de nuevo a las reflexiones filosóficas sobre la muerte (más allá de la ciencia) y a la valoración de juicios sobre los últimos objetivos (más allá de la tecnología). La duración de la vida de las especies seguiría siendo finita, aunque sólo fuera porque la duración del sistema solar es finita.

⁴² Por ejemplo, el transistor no pudo ser "previsto" cuando no existía "ciencia material". De aquí que durante los años 40 y posteriormente hubiera sido imposible predecir la revolución tecnológica de la miniaturización. Y las profecías de los años 50 relativas a que la automatización y la cibernética crearían una sociedad de sobreabundancia se mostraron falsas.

⁴³ Véase, p.ej., (Radnitzky, 1976a) y (Andersson, 1976b).

⁴⁴ Esto se detalla, p.ej., en (Radnitzky, 1976c).

⁴⁵ P.ej., si la distribución electrónica de documentos puede entrar en competencia con el correo o con las tarjetas de crédito es primariamente una cuestión de efectividad de costos.

⁴⁶ Véase, p.ej., (Radnitzky, 1976c), p.379, (Radnitzky, 1977) § 1.2.

⁴⁷ Véase, p.ej., (Spaemann, 1977), esp. pp.187s.

⁴⁸ Véase (Spaemann, 1977), p.182.

⁴⁹ Podemos saber, p.ej., que un buey seguiría siendo lo que es si lo criamos con el único fin de comérmolo. Pero ¿qué sería del ser humano? Incluso los textos religiosos no ofrecen aquí mucha orientación. Por ejemplo, la Biblia cristiana dice que el hombre está hecho a semejanza de su Padre Celestial —pero esto no nos ayuda a formular objetivos para un programa de crianza (R. Spaemann).

⁵⁰ Véase (Spaemann, 1977), p.192.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adorno *et al.* (ed. por Frisby) *The positivism dispute in German sociology*, Londres: Heinemann, 1975, original alemán 1969.
- Andersson, G., *Forskningens nytta och frihet. En vetenskapsteoretisk debattanalys*, Göteborg: Göteborgs Universitet, 1975.
- Andersson, G., "Motivation for public support of scientific research: Analysis of a debate", *Proc. of the IVth Intern. Conference on the Unity of the Sciences*, (Nueva York 1975), Tarrytown, N.Y.: International Cultural Foundation, 1976, vol. II, pp. 681-690 (1976a).
- Andersson, G., "Freiheit oder Finalisierung der Forschung", en (Hübner *et al.*, 1976), pp. 66-76, (1976b).
- Andersson, G., "Praxisbezug und Erkenntnisfortschritt. Zur Kritik der Idee einer emanzipatorischen Alternative in der Wissenschaft", en (Hubig, 1977).
- Böhme, G., *et al.*, "Finalization in science", *Social Science Information* 15: 307-330 (1976), original alemán en 1973 (*Zeits. für Soziologie*, 2: 128-144).
- Bromley, D., *et al.*, *Physics in perspective: Student edition*, Washington, D.C.: National Research Council/National Academy of Science Publ., 1976.
- Cohen, R., Feyerabend, P., Wartofsky, M. (eds.), *Essays in Memory of Imre Lakatos. Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 39, 1976.
- Harré, R. (ed.), *Problems of scientific revolution. Progress and*

- obstacle to progress in the sciences*, Oxford: Clarendon Press, 1975.
- Hayek, F., *The counter-revolution of science. Studies on the abuse of reason*, Glencoe: Free Press, 1952.
- Hubig, C. (ed.), *Konsequenzen kritischer Wissenschaftstheorie*, Berlín: de Gruyter, 1977.
- Hübner, K., Lobkowitz, N., Lübke, H., y Radnitzky, G. (eds.), *Die politische Herausforderung der Wissenschaft. Gegen eine ideologisch verplante Forschung*, Hamburgo: Hoffmann und Campe, 1976.
- Jaki, S., *The relevance of physics*, Chicago: University of Chicago Press, 1966.
- Jammer, M., "A consideration of the philosophical implications of the new physics", *Proc. of the Vth Intern. Conference on the Unity of the Sciences* (New York 1976), Tarrytown, N.Y.: International Cultural Foundation, 1977.
- Jonas, H., "Responsibility today: The ethics of an endangered future", *Social Research* 43: 77-97 (1976).
- Kant, I., *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*, 1783, impreso en *Kants Gesammelte Schriften*, Berlin: Reimer, 1911, Bd.4.
- Manuel, F., *Shapes of philosophical history*, Stanford: Stanford University Press, 1965.
- Popper, K., *Logik der Forschung*, Wien: Springer, 1934, 4ª ed. rev., Tübingen: Mohr, 1971ss.
- Popper, K., *The logic of scientific discovery*, London: Hutchinson, 1959 (original alemán *Logik der Forschung* en 1934).
- Popper, K., *Objective knowledge. An evolutionary approach*, London: Oxford Univ. Press, 1972.
- Popper, K., "The rationality of scientific revolutions", en (Harré, 1975), pp. 72-101.
- Radnitzky, G. *Contemporary Schools of Metascience*, Göteborg: Esselte Studium y Nueva York: Humanities, 1968, 1970, enl. paper ed. Chicago: Regnery, 1973.
- Radnitzky, G., "Dogmatik und Skepsis: Folgen der Aufgabe der Wahrheitsidee für Wissenschaft und Politik", en (Hübner *et al.*, 1976). (1976a).

- Radnitzky, G., "Popperian philosophy of science as an antidote against relativism", en (Cohen *et al.*, 1976), pp. 505-546 (1976b).
- Radnitzky, G., "Prinzipielle Problemstellungen der Forschungspolitik", *Zeits. für Allgemeine Wissenschaftstheorie*, 7:367-403 (1976). (1976c).
- Radnitzky, G., "Science and values: The cultural importance of the Is/Ought distinction", en *The Search for Absolute Values: Harmony among the Sciences*, (Proceedings of the Vth ICUS, Washington, D.C., Nov. 1976), Nueva York, N.Y.: International Cultural Foundation Press, 1977, pp. 789-805.
- Radnitzky, G., "Philosophie und Wissenschaftstheorie zwischen Wittgenstein und Popper", en (Zelger, 1978).
- Radnitzky, G. y Andersson, G. (eds.), *The structure and development of science*, Nueva York: Greenwood Press, 1978.
- Rescher, N., "Some issues regarding the completeness of science and the limits of scientific knowledge", en (Radnitzky y Andersson, 1978).
- Sarton, G., *The History of science and the New Humanism*, Nueva York: Holton, 1931.
- Sarton, G., *The Study of the history of science*, Cambridge (Mass.) Harvard University Press, 1936.
- Spaemann, R., *Zur Kritik der politischen Utopie*, Stuttgart: Klett, 1977.
- Tideman, T. y Tullock, G., "A new and superior process for making social choices", *Journal of Political Economy* 84: 1145-1159 (1976).
- Zelger, R. (ed.), *Oesterreichische Philosophie und Einfluss auf das analytische Denken der Gegenwart*, Innsbruck: Conceptus Verlag, 1978.