

## *La medición del avance científico en América Latina*

*Joseph Hodara\**

### INTRODUCCIÓN

Estudios generales sobre la acumulación científica latinoamericana,<sup>1</sup> sobre las políticas para la ciencia<sup>2</sup> y la tecnología,<sup>3</sup> sobre los marcos que la condicionan,<sup>4</sup> y sobre algunos aspectos parti-

\* Catedrático de la Universidad de Bar Ilan, Israel; Investigador Asociado a El Colegio de México.

<sup>1</sup> Véase por ejemplo M. Roche, *Descubriendo a Prometeo*, Monte Ávila Editores, Caracas, 1975; J. Sábato (ed.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Paidós, 1975; M. Roche, "Apuntes para una historia de la ciencia en Venezuela", en M. Aguilera y otros (ed.) *La participación de la comunidad científica frente a las alternativas del desarrollo*, Asovac, Caracas, 1982.

<sup>2</sup> Entre otros: V. L. Urquidí, A. Lajous, *Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México*, El Colegio de México, 1969; M. S. Wionzcek, "Obstáculos de una ciencia nacional", *Nexos*, 4, abril 1978; J. Hodara, *Bases para un Programa Nacional de Investigadores en Costa Rica*, Ministro de Planificación, San José, Costa Rica, 1982.

<sup>3</sup> Véase F. Sagasti, *Tecnología, planeación y desarrollo*, IEP, Lima, Perú, 1977; R. Zeida, *Bases para la identificación funcional explícita de las asignaciones para la tecnología en el presupuesto fiscal de Costa Rica*, Ministerio de Planificación, San José, Costa Rica, 1982; y en forma más particular, N. Choucri, "Energía y desarrollo tecnológico en América Latina", en M. S. Wionzcek (ed.) *Capacidad tecnológica interna y sector energético en los países en desarrollo*, El Colegio de México, México, 1982.

<sup>4</sup> J. Leites López, *La ciencia y el dilema de América Latina: dependencia o liberación*, Siglo XXI, México, 3a. edición, 1978; H. Vessuri, *Consideraciones acerca del estudio social de la ciencia* (mimeo.), Guanajuato, México, 1982.

culares como la productividad,<sup>5</sup> suministran marcos de referencia y datos básicos que abren paso a los métodos cuantitativos. A pesar de que los alcances de este despliegue en la "ciencia de la ciencia" han sido modestos hasta el presente, sería imprudente e injusto ignorar los progresos conceptuales y empíricos que en estos campos se han logrado en la región en las dos últimas décadas. Es cierto que en muchos casos nacionales no se ha llegado a un "sistema de ciencia y tecnología"<sup>6</sup> y que en algunos se han verificado retrocesos en relación con aspiraciones gubernamentales en favor de circuitos de innovación autónomos que conduzcan a superar la posición "periférica" de América Latina.<sup>7</sup> Sin embargo, no es menos cierto que el trasfondo conceptual e histórico de la evolución de las disciplinas ha ganado mayor claridad merced a empeños locales y de organismos internacionales.<sup>8</sup> Una vez que ya se han efectuado trabajos sobre "el potencial científico y tecnológico" y sobre los "instrumentos de política", el escenario parece estar preparado para una cuantificación ordenada de algunas dimensiones de la acumulación científica.

Este ensayo tiene tres propósitos fundamentales: *a)* hacer un repaso de las categorías, variables e indicadores que comprenden la "métrica de la ciencia";<sup>9</sup> *b)* señalar los supuestos que presiden a esta métrica y la medida en que se ajustan a las realidades latinoamericanas; *c)* sugerir ajustes metodológicos a fin de que la cuantificación sea factible y productiva en el marco restrictivo de las realidades regionales.

La discusión seguirá la secuencia dictada por estos propósitos.

### *La métrica de la ciencia*

¿Es posible medir los contenidos cognitivos y sociales inherentes a la acumulación científica? ¿En qué consisten las relaciones

<sup>5</sup> J. Hodara, *La productividad científica: criterios e indicadores*, UNAM, México, 1970; M. Roche-Y. Freitas, "Productividad e información científica en América Latina", *Interciencia*, septiembre-octubre, 1982.

<sup>6</sup> Véanse los inteligentes recuentos de J. Velasco sobre la situación de la política científica en varios países de América Latina, *Interciencia*, 1981 y 1982.

<sup>7</sup> Como habría acontecido recientemente en Argentina que, paradójicamente, desempeñó un papel pionero en la legislación nacionalista sobre ciencia y tecnología. Véase la nota de J. Sabato, *Interciencia*, noviembre-diciembre, 1982.

<sup>8</sup> Algunos de ellos han sido caracterizados por J. Hodara, "Políticas latinoamericanas para la ciencia y la tecnología", *Comercio Exterior*, vol. 33, núm. 1, enero, 1983.

<sup>9</sup> Como aproximaciones al tema véase Y. Elkana (ed.) *Towards a Metrics of*

funcionales y/o causales entre estos contenidos y los “acumuladores”? ¿Cuáles son las curvas que traducen con precisión el crecimiento de las disciplinas? ¿En qué grado mensurable influyen los insumos externos en ese crecimiento? ¿Qué nexos se presentan entre estructura (por ejemplo, la estratificación de los hombres de ciencia) y dinámica (por ejemplo, la productividad relativa de los mismos)? ¿Existen correlaciones significativas entre agregados económicos (por ejemplo, el producto nacional) y agregados científicos y tecnológicos (por ejemplo, la sumatoria de premios internacionales recibidos por investigadores nacionales o la situación de la balanza de pagos tecnológica)?

Estas son algunas de las interrogantes que norman las indagaciones en la métrica de la ciencia.<sup>10</sup> Se trata de una actitud metodológica —y con toda probabilidad ya posee visos de una disciplina en sólida formación— que es multidisciplinaria en un doble sentido: por una parte, toma conceptos (como el “efecto Mateo”) e indicadores (como el sugerido por Lotka) que fueron propuestos en diversos campos y les imprime una configuración particular dirigida a la cuantificación; por la otra, los aplica al conjunto de disciplinas y/o grupos de investigadores, sin considerar los propósitos intrínsecos de cada disciplina sino las etapas diferenciales de crecimiento.<sup>11</sup>

Por este motivo, la inspiración intelectual de la métrica de la ciencia no se apoya solamente en las valiosas contribuciones de Derek, de Solla Price y de R. Merton.<sup>12</sup> La teoría de las organi-

---

*Science*, J. Wiley, New York, 1978; E. Garfield, *Citation Indexing: Theory and Applications in Science, Technology and Humanities*, J. Wiley, New York, 1979; y el recuento de R. Hahn, *A Bibliography of Quantitative Studies on Science and its History*, Berkeley, *Papers in the History of Science III*, 1980.

<sup>10</sup> Aparte de las referencias de la nota anterior, véase F. M. Andrews (ed.), *Scientific Productivity*, Cambridge University Press/UNESCO, 1978; P. D. Allison, “Inequality and Scientific Productivity”, *Social Studies of Science*, 10, 2, mayo, 1980; Y. Rabkin, “Science and Technology: Can one find a Measurable Relationship”, *Fundamenta Scientiae*, 2(3/4), 1981; D. de Solla Price, *Role of Science Indicators in Science Policy Formulation*, Primer Seminario Panamericano sobre Métodos Cuantitativos en Políticas de las Ciencias y en Prospección Tecnológica, Universidad de Montreal-CONACIT, Costa Rica, febrero, 1983.

<sup>11</sup> Véase una ilustración en D. O. Edge-M. Mukay, *Astronomy Transformed*, J. Wiley, New York, 1976.

<sup>12</sup> D. de Solla Price, “Quantitative Measures of the Development of Science”, *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 14, 1951; y su libro seminal *Science Since Babylon*, Yale University Press, 1965; para los aspectos conceptuales véase R. Merton, *Sociology of Science*, Chicago University Press, 1973.

zaciones, los criterios en la toma de decisiones en situación de incertidumbre, las normas de estratificación, los mecanismos de legitimación social y de negociación intergrupales ofrecen generalizaciones y hallazgos que han contribuido también el esfuerzo cuantificador.

Estas vertientes confluyen en demostrar que la acumulación científica no es aleatoria; que los diferenciales en la productividad no son accidentales, y que los procesos de negociación y trueque siguen una lógica particular.<sup>13</sup>

Piénsese en la aceleración del crecimiento científico medido por el número de investigadores y de revistas especializadas. Se postula que el acervo de conocimientos se expande en forma exponencial,<sup>14</sup> aunque algunas disciplinas puedan llegar a un *plateau* para reiniciar, como una curva envolvente, su crecimiento.<sup>15</sup> De ordinario, esta expansión ha sido acompañada por una diferenciación cognitiva, social y de insumos externos. Vale decir, nuevas especialidades han cristalizado con el objeto de atender un conjunto organizado de interrogantes; al mismo tiempo, los científicos han constituido grupos coherentes para favorecer el intercambio y la comunicación. Por último, tanto los estímulos externos como el régimen de compensaciones “inventado” por las instituciones científicas han variado conforme a la utilidad relativa (cognitiva y pública) de cada disciplina.<sup>16</sup>

Esta diferenciación se pone de manifiesto en las “migraciones” de recursos y de conceptos que se verifica en las disciplinas. En efecto, constantemente se crean nuevas redes que pueden ser cuantitativamente pequeñas debido a la información afinada que se requiere y a los costos de una extensa comunicación e investigación. Sin embargo, los programas que presiden estas redes tienen un significado cualitativo perceptible. Pueden determinar —entre otras consecuencias— revoluciones científicas y choques generacionales.<sup>17</sup>

<sup>13</sup> Sin embargo, algunos autores han expuesto reparos a estas generalizaciones empíricas. Por ejemplo: D. Edge, “Quantitative Measures of Communication in Science: A Critical Review”, *History of Science*, 27, 1979.

<sup>14</sup> L. J. Anthony, “The Growth of Literature of Physics”, *Reports on the Progress of Physics*, 31, 1969.

<sup>15</sup> D. Crane, *Invisible Colleges*, The University of Chicago Press, 1982.

<sup>16</sup> Consúltese J. Gaston, *The Reward System in British and American Science*, J. Wiley, New York, 1978.

<sup>17</sup> Th. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (hay versión en español

¿Qué forma tiene la curva de este crecimiento por agregados, disciplinas y redes? Al parecer, una curva del género "S" describe claramente esta expansión.<sup>18</sup> Al principio, el tema es definido con vaguedad y los grupos que desean promoverlo están dispersos y desorganizados. Las discusiones irradian más calor que luz; los contactos entre investigadores son mínimos y no se ajustan a un *locus* temático definido. Es la etapa de la exploración teórica y de los primeros intercambios sociales. Al incrementarse los insumos, el desplazamiento de conceptos entre disciplinas y la delimitación de áreas, aparecen líderes intelectuales que tienen la aptitud de ordenar los temas y movilizar los recursos indispensables. La disciplina —o la nueva red— alcanza así un mayor grado de unificación y de legitimidad social. En la tercera etapa despuntan signos de agotamiento teórico que abren paso ya sea a una red más joven y mejor equipada para encarar problemas emergentes, ya sea a un conjunto de aplicaciones tecnológicas e ingenieriles que llevan a los científicos a otras esferas institucionales (el mercado, por ejemplo). Nótese que estas etapas no tienen lugar necesariamente; tampoco los períodos que las separan son semejantes. Mucho depende del apoyo socioeconómico que se les concede y de la morfología particular de los investigadores.<sup>19</sup> Sin embargo, la curva "S" tiene implicaciones de interés.

*Una*, que la estratificación de los hombres de ciencia es perceptiblemente desigual;<sup>20</sup> pocos investigadores, en efecto, crean amplios márgenes de conocimiento. El recurso creativo y empresarial en la ciencia está ampliamente concentrado (como en las artes). El fenómeno fue descrito por la Ley de Lotka, conforme a la cual por cada 100 investigadores que producen un trabajo científico, existen 25 que producen dos, 11 que paren tres, etc. En definitiva, sólo un número pequeño de investigadores goza de las prendas científicas indispensables, produce un cúmulo apreciable de trabajos, y adquiere así "primacía bibliométrica".<sup>21</sup>

---

publicada por el FCE, México) enlarged edition, University of Chicago Press, 1970.

<sup>18</sup> N. Mullins, "The Development of a Scientific Specialty", *Minerva*, 10, 1972.

<sup>19</sup> Al respecto véase L. L. Hargens, "Research Areas and Stratification Processes in Science", *Social Studies of Science*, 10, 1, febrero 1980.

<sup>20</sup> Ciertamente, la estructura social de la ciencia es un caso interesante de universalismo generoso y desigualdad despiadada. Véanse fundamentos empíricos en J. Cole-S. Cole, *Social Stratification in Science*, University of Chicago Press, 1973.

<sup>21</sup> La "ley" de Lotka fue publicada en 1926, en el *Journal of The Washington Academy of Science*, 16, junio.

Son referencias obligadas en el nacimiento y evolución de cada disciplina.

*Dos*, que esta estratificación desigual es aceptada como legítima por los propios hombres de ciencia; por añadidura, es reforzada por un sistema de compensaciones que comprende tanto la eponimia (el acto de acuñar a un hallazgo el nombre de su creador) como el reparto de premios y de reconocimientos científicos.<sup>22</sup>

*Tres*, que la “colonización” de nuevas áreas es hecha por líderes reconocidos que gozan de una ventaja acumulativa y que irradian efectos carismáticos sobre las pequeñas redes. Constituyen el “otro significativo” de los jóvenes investigadores.<sup>23</sup>

*Cuatro*, que esta segregación de los grupos de investigadores conforme a sus respectivos programas no excluye la fricción y la competencia; antes al contrario, el conflicto intergrupual puede llegar a límites “anti-normativos” que, sin embargo, refuerzan en última instancia la creación científica.<sup>24</sup>

*Cinco*, que la concentración del conocimiento está determinada por la dinámica desigual del *propio* crecimiento científico tal como se desenvuelve en la cultura occidental-industrial, si bien variables externas pueden acentuar esta concentración.

*Seis*, que existe una correlación entre la productividad individual, el acceso a los recursos, y la recepción de compensaciones. De aquí sigue que la “edad profesional” de investigador y su posición jerárquica en las organizaciones científicas suelen explicar el carácter sobresaliente que tienen en sus respectivas disciplinas.

*Siete*, que en los campos abiertos a la “colonización” los jóvenes tienen ventajas comparativas y pueden superar los escollos inherentes a la falta de “edad profesional”, de poder jerárquico, y de prestigio en la universidad de origen. Ciertamente, estas ventajas no emanan de la edad *per se* sino de las prendas científicas.

<sup>22</sup> De esta forma nos aproximamos a la “sociología del regalo”, sugerida por Mauss. Véase también H. Zuckerman, *Scientific Elite: Nobel Laurates in the United States*, The Free Press, New York, 1977.

<sup>23</sup> Al respecto véanse los trabajos empíricos de K. Korr y otros, “Individual Publication Productivity as a Social Position Effect in Academic and Industrial Research Units”, en F. M. Andrews (ed.) *op. cit.*

<sup>24</sup> Como encontró J. Mittroff, “Norms and Counter-Norms in a Select Group of the Apollo Moon Scientists”, *American Sociological Review*, 39, 1974.

ficas que poseen *ex ante*. La creatividad implica la combinación original de conocimientos preexistentes.

*Finalmente*, la conducta de la curva no sólo depende de la precisión cognitiva y de los lazos sociométricos entre investigadores sino del "entorno". Este comprende tanto la organización general de la ciencia como la disponibilidad y el monto de recursos para ella.

Estas implicaciones explican en parte por qué los indicadores propuestos se refieren en particular a la "productividad científica" y a sus determinantes intrínsecos (que pertenecen a la organización científica) y extrínsecos (que emanan de la riqueza relativa de un país o "tamaño económico"). Así, por ejemplo, la productividad es medida por el volumen de trabajos científicos publicados y/o la primacía bibliométrica, vale decir, en qué medida un autor es citado por diversas monografías. Por supuesto, este indicador ha provocado reservas: la cantidad no siempre traduce calidad; un autor puede ser citado más por sus errores que por sus aciertos; y la "primacía" puede estar determinada más por una centralidad organizacional que por méritos intelectuales. Estas reservas tienen bases empíricas, mas no cancelan en términos agregados la bondad del indicador.<sup>25</sup>

También se ha tratado de establecer si el tamaño económico (medido por el PNB y por el producto por habitante) determina la excelencia científica en campos escogidos.<sup>26</sup> No hay duda que esta variable exógena es muy importante y puede explicar los desplazamientos geográficos de grupos de investigadores; pero no es suficiente. Los "estilos de negociación" entre las élites pueden ampliar o reducir el alcance determinante de esta variable.<sup>27</sup>

### *Comunes denominadores*

Antes de examinar las aplicaciones de la métrica de la ciencia en América Latina es importante hacer explícitos los supuestos que

<sup>25</sup> Esta es la dirección general de los trabajos que la revista especializada *Scientometrics* (se edita en Hungría y ve luz en Holanda) viene publicado desde 1978.

<sup>26</sup> D. de Solla Price, "Measuring the Size of Science", *Proceedings of the Israel Academy of Science and Humanities*, 4, 6, 1969; y J. Davidson Frame, "National Economic Resources and the Production of Research in Lesser Developed Countries", *Social Studies of Science*, 9, 2, mayo, 1979.

<sup>27</sup> Sobre "estilos de negociación" en ciencia véase M. Blisset, *Politics in Science*, Little Brown, Boston, 1972.

la presiden. Este análisis aportará elementos para dilucidar más tarde los ajustes que se deben hacer de manera necesaria a la métrica convencional.

Uno de los supuestos comunes es la existencia de una dotación de investigadores que pueden crear y/o transferir "masa crítica" a un campo científico. La masa crítica no puede ser establecida numéricamente para todas las disciplinas. Depende de la etapa interna del crecimiento científico, de la naturaleza de los intercambios sociométricos, de las cualidades personales de los investigadores y del apoyo que concede el entorno. Así, en algunos casos un líder científico con una periferia relativamente pequeña de investigadores y asistentes pueden constituir el punto de arranque necesario y suficiente de una nueva disciplina o rama; pero en otros se necesitará una estructura mucho más diversificada. De todos modos, sin esta infraestructura inicial es inútil postular una métrica de la ciencia, simplemente porque no existe el sujeto de la medición.

El segundo supuesto es la presencia de un régimen satisfactorio de recompensas científicas de modo que el investigador tenga el aliciente intelectual y social como para continuar su vocación, o bien escogerla. Las compensaciones son materiales y simbólicas, y se combinan de una manera desigual por país y por disciplina. Pero en cualquier caso deben ser significativas para el sujeto, es decir, guiar en términos reales su conducta. Ello implica una internalización profunda del *ethos* científico. El sujeto negocia las compensaciones en el marco de esta internalización. Si ésta no se produce, el hombre de ciencia abandona a la investigación, ya sea porque es atraído por otras ocupaciones mejor remuneradas, ya sea porque no puede tolerar la desigualdad y la competencia inherentes a la organización de la ciencia. La "defunción" de los científicos reconoce varias causas.

El tercer supuesto de la métrica consiste en la legitimidad social de la ciencia. Los investigadores pueden cobijarse en un "nicho ecológico" que guarda su especificidad cultural, pero el aislamiento deliberado debe ser auspiciado, o al menos tolerado, por la sociedad en general. Las estadísticas sobre el empeño científico suponen esta legitimidad pues han florecido en regímenes industriales que dependen en última instancia de la creación y de la asimilación de productos científicos. En algunos casos, los gobiernos han promovido "complejos científicos" (ruta 128,

por ejemplo) o “acciones concertadas” en áreas estratégicas, sin lesionar la autonomía esencial de los creadores de conocimiento. Es asunto de controversia si por esta vía han estimulado o no la productividad de los investigadores, mas no cabe duda de que la legitimidad social básica ha actuado en favor del quehacer científico y de la institucionalización de las normas del trabajo científico. La apertura de un “nicho” no implica necesariamente indiferencia social o elitismo pertinaz.

El cuarto supuesto entraña que la ciencia, ya sea en forma directa, ya sea con el auxilio de intermediarios institucionales, tiene usos tangibles en la estructura productiva, social y cultural. La ciencia estimula y posibilita —con retardos que dependen de varios factores— el crecimiento económico (los agroquímicos, por ejemplo); mejora el capital humano (reducción de la mortalidad y de la morbilidad); incrementa la plasticidad y las defensas de un sistema (detección temprana de tendencias, usos paramilitares); y enriquece el repertorio cultural. Este supuesto explica el crecimiento exponencial de la ciencia contemporánea, crecimiento determinado por la convergencia de varias demandas.

Finalmente, la métrica supone la existencia permitida e institucionalizada de intercambios tanto locales como transnacionales. Comunicación fluida, que una politización exagerada o una competencia anómica pueden lesionar. Los nexos socio-métricos se establecen sin tomar en cuenta solidaridades políticas o nacionales estrechas. Existe una división del trabajo científico a través de los países, especialmente entre aquellos donde se concentran los núcleos de excelencia científica. Cuando el apremio de la propiedad intelectual es muy fuerte (como en el caso de gobiernos preocupados por temas sensibles para la seguridad o de corporaciones cuya dinámica depende de productos competitivos) la métrica sólo puede aplicarse retrospectivamente una vez que la información pertinente sale a la luz pública.

Estos cinco supuestos no excluyen otros que también norman los ensayos de cuantificar la acumulación científica. Son señalados aquí por las implicaciones que encierran para la organización latinoamericana de la ciencia y su puesto en la sociedad. El asunto será tocado enseguida.

*Restricciones en la organización de la ciencia en América Latina*

El trasfondo, la evolución y la fisonomía de las políticas latinoamericanas para la ciencia y la tecnología han merecido amplia atención.<sup>28</sup> Los análisis en boga tienen carácter generalmente cualitativo y emplean un marco de referencia —con frecuencia excesivamente mecanicista— suministrado por adaptaciones de las teorías de la dependencia.<sup>29</sup> Sólo en tiempos recientes se han abordado dimensiones cuantitativas, ya sea a consecuencia de los estudios sobre el “potencial científico nacional”, ya sea porque trabajos en español de autores latinoamericanos principian a ser considerados en índices internacionales y se convierten en insumos para “cálculos de productividad”. Sin embargo, la información es todavía fragmentaria y casi no existen series históricas que permitan evaluar la conducta de una variable (como la productividad individual o el gasto público) a través del tiempo. Ya se verá que estos vacíos no son accidentales.

Algunas estimaciones generales<sup>30</sup> indican que la cifra de “investigadores equivalentes a tiempo completo” latinoamericanos no supera los 15 000 (quince mil). El número de investigadores *activos* que trabaja en uno o dos proyectos es probablemente menor. La estimación anotada resulta de la suma de “tiempos parciales” que los científicos ocupan en diversas instituciones. Cuando los tiempos completan ocho horas se tiene un día/investigador. Es obvio, sin embargo, que este método de estimación es imperfecto pues no toma en cuenta el “desempleo friccional” diario del científico, esto es, el tiempo que ocupa en tareas vacías de contenido científico. Por lo demás, el hecho de que se hable con holgura de “investigadores equivalentes” ya da una primera idea sobre el carácter de la organización científica lati-

<sup>28</sup> Por ejemplo A. Herrera, “Social Determinants of Science Policy in Latin America: Explicit Science Policy”, en *J. of Development Studies*, 9, 1, 1972; y J. Hodara, *Science and Technology Policies in Latin America: Five Case Studies*, Tel Aviv University, 1979.

<sup>29</sup> Un ejemplo elocuente de este mecanismo es B.C. Tunnermann, “Ciencia, técnica, sociedad y universidad”, *Deslinde*, 105, UNAM, México, septiembre, 1978. No es el único. Esta tendencia es hilo común en muchos “diagnósticos nacionales” sobre el estado de la ciencia.

<sup>30</sup> Véanse las estimaciones de UNESCO en la serie *La política científica en América Latina*, especialmente 2, núm. 29, París, 1971.

noamericana y la falta de claridad sobre los requerimientos funcionales de la investigación.

En términos internacionales, este volumen es sumamente pequeño en relación con el número de habitantes de la región y al tamaño económico de los países mayores (Brasil, México, Argentina). Por ejemplo, es inferior el acervo humano con que cuentan países de dimensión media en Europa (como Holanda, Noruega, Suecia) o Israel. El carácter pequeño de la comunidad científica latinoamericana es un dato que arroja implicaciones restrictivas en varios aspectos de la acumulación científica, como la angosta diversificación interna, la débil visibilidad y la autonomía constantemente cuestionada.

Por subregiones, las cifras son algo más fiables. Por ejemplo, una encuesta efectuada en Centroamérica<sup>31</sup> reveló que esta área tenía unos 3 000 (tres mil) científicos *y técnicos*, de los cuales el 60% se autodefinieron como “científicos”; sólo el 3% anunció que hacía “investigación básica”. La dispersión por países estaba relativamente correlacionada con el tamaño económico y la diferenciación industrial.

Los balances por países son todavía algo más pormenorizados. Costa Rica, por ejemplo, cuenta con 219 “investigadores equivalentes”. Este acervo está altamente concentrado en entidades del sector público (como en otros países de América Latina): en las universidades se lleva a cabo el 45% de las investigaciones; el 20% se concentra en el Ministerio de Agricultura y Ganadería; y el 19%, en la Caja Costarricense del Seguro Social. Cabe añadir que menos de la tercera parte de este volumen hace ciencia básica.<sup>32</sup>

De aquí otro dato para una configuración cuantitativa de la ciencia latinoamericana: los recursos modestos se localizan en las universidades, con vigorosa atención a la docencia, y en algunos ministerios gubernamentales que efectúan investigaciones. Es obvio que la organización de la ciencia no es semejante en ambos marcos; un investigador colocado en una oficina pública encara muchos “ruidos” y perturbaciones, y muy pronto se inserta en

<sup>31</sup> J. Arias, *Recursos destinados a actividades científicas y tecnológicas en América Central*, OEA, Washington D.C., 1975.

<sup>32</sup> Véase CONICIT-OFIPLAN, *Costa Rica - El estado actual y las tendencias en el campo de las políticas científicas y tecnológicas*, UNESCO, La Paz, octubre, 1981.

un proceso de desprofesionalización que encierra otras gratificaciones.

En cuanto al gasto en ciencia poco se puede decir. No se tienen series uniformes; las categorías cambian a través del tiempo; y la inflación encubre las tendencias verdaderas. Por ejemplo, el gasto público mexicano en ciencia y tecnología parece incrementarse (salvo en los dos últimos años) a precios corrientes; pero a precios constantes el cuadro es completamente desalentador.<sup>33</sup> Las conclusiones habrían sido todavía más deprimentes si las cifras en pesos hubieran sido traducidas a dólares.

Se han hecho algunos ensayos heroicos para medir la productividad por medio de trabajos publicados.<sup>34</sup> Los resultados revelan la marginalidad de la ciencia regional, aunque es probable que escritos en idioma español no sean recogidos por índices internacionales y así llevan a una subestimación sistemática.

De todos modos, la pequeñez del acervo, las fluctuaciones del gasto y su modesto alcance, aparte de la reducida diferenciación disciplinaria, constituyen “desventajas acumulativas” o una suerte de “efecto Mateo invertido”. Como se sabe, el “efecto Mateo” fue propuesto por Merton<sup>35</sup> para indicar los beneficios iniciales y crecientes que un hombre de ciencia adquiere a través de una buena formación científica en universidades de prestigio, o por medio del acceso a redes sociométricas dominantes, o merced a un liderazgo que tiene raíz en la reputación que se le recuerda y en las fuentes de financiamiento que movilizan. De este modo, el científico goza de varios “círculos virtuosos” que le permiten una visibilidad internacional que no siempre guarda proporción con los méritos intrínsecos y presentes. Estos beneficios iniciales y acumulativos no afectan al científico de la periferia; todo parece estar en contra de su vocación. A este conjunto de restricciones estructurales denominamos “efecto Mateo invertido”.

En cualquier caso, ejercicios en la métrica de la ciencia pintan un cuadro realista aunque penoso. La región no cuenta con la infraestructura indispensable para crear ciclos de acumulación

<sup>33</sup> Véase J. Velasco, “Algunos hechos y muchas impresiones sobre ciencia y tecnología en México”, *Interciencia*, diciembre, 1981.

<sup>34</sup> M. Roche-Y. Freitas, “La información científica en América Latina”, *Interciencia*, septiembre-octubre, 1982.

<sup>35</sup> R. Merton, *op. cit.*

científica, o participar constructivamente en ellos, salvo algunas excepciones individuales. Todo avance suele abortar por múltiples motivos. Por ejemplo, quien lea las memorias de Wiener sobre la ciencia mexicana<sup>36</sup> podría recoger la impresión de que este espacio intelectual ya descansaba sobre bases sólidas en los años cuarenta y que la dinámica de la acumulación conduciría a superar su carácter periférico. No fue así. La ciencia en México aún encara problemas de acumulación, comunicación y delimitación de “programas de investigación” que sean cognitivamente coherentes, aparte de trabas ambientales.

Esta situación es desafortunada no sólo por el hecho sabido de que la industrialización moderna precisa de innovaciones constantes que tienen raíz en la creación-absorción-difusión de las ciencias. Hay una restricción adicional que no ha suscitado la atención necesaria. Se trata de la producción de materias primas (como carne, trigo, petróleo) en la que América Latina no tiene ventajas absolutas y, sin investigaciones, habrá de perder las relativas. Por ejemplo, en el primer renglón por lo menos cuatro países superan a Brasil y Argentina; en trigo, once naciones son más productivas que Argentina; y en petróleo, por lo menos dos países superan a México y seis a Venezuela.<sup>37</sup> De aquí que el peligro real de América Latina no es tanto “la nueva división internacional del trabajo” sino la marginalidad irreversible ocasionada por la pequeñez y la concentración no selecta de los recursos científicos y tecnológicos.<sup>38</sup>

¿Significan estos comentarios que la métrica de la ciencia es un artefacto metodológico innecesario en América Latina? La respuesta: es un quehacer útil e indispensable y, *con los debidos ajustes*, puede llevar a un cambio de rumbo en la acumulación científica. Conviene explicar.

Se dice que es un quehacer indispensable puesto que los ensayos de medición ponen al descubierto los supuestos y premisas de la progresión científica regional, supuestos que —como se verá— se oponen a los aceptados por la métrica convencional. Por

<sup>36</sup> N. Wiener, “Mis días en México”, *Ensayos*, CONACYT, México, 1978.

<sup>37</sup> M. Sadosky, “Mito y realidad de la producción nacional”, *Beta*, 1, 2, noviembre, 1980.

<sup>38</sup> J. Hodara, “Science and Technology Policies in Latin America: Against a Holistic Approach”, en M. S. Wionczek-B. Thomas (eds.), *Science, Technology and Development*, Pergamon Press, Nueva York, 1979.

añadida, el ejercicio permite discernir los ajustes que deben hacerse y la "estrategia óptima" para una métrica latinoamericana de la ciencia. En otras palabras, el empeño cuantificador a escala internacional indica en qué magnitud la ciencia en América Latina se "desvía" o está por debajo de las pautas dominantes en países centrales. También puede esclarecer por qué estas desviaciones se producen. Por otra parte, si se adaptan los indicadores a la organización específica de la ciencia en América Latina los balances serían algo más equilibrados.

#### *Algunos rasgos específicos*

A uno ya se aludió: el modesto volumen y la homogeneidad relativa de la infraestructura. En muy pocos campos y casos se cuenta con "masa crítica" y con un líder que fomente los lazos cognitivos y sociométricos de las disciplinas. La falta de masa crítica entorpece los desplazamientos interdisciplinarios, la continuidad de las investigaciones, y el sostenimiento de un fértil sistema de comunicación científica. Ciertamente, hay que apuntar excepciones, como los dos Premios Nobel de Argentina y la actuación singular de Arturo Rosenbluth en México. Pero es precisamente materia de estudio cómo estos casos se revelaron a pesar de las restricciones internas de la organización científica y de la hostilidad ambiental.

En segundo lugar, la brecha cuantitativa que se percibe entre el número de estudiantes universitarios (que fácilmente supera el millón) y el acervo restringido de investigadores activos demuestra que el sistema social de compensaciones y alicientes es altamente insatisfactorio. La docencia no lleva a la investigación, y los graduados tienden a dirigirse hacia carreras no científicas. Es difícil saber si el problema real consiste en que las recompensas no han llegado a un nivel mínimo con respecto a otras ocupaciones, o bien que la formación científica (la internacionalización del *ethos*) es insuficiente, como para resistir a estímulos competitivos, o que los castigos sociales gravitan pesadamente sobre el investigador.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Acaso en esta hipótesis se encuentre la explicación de la discontinuidad relativa que se ha verificado en la evolución de la ciencia en América Latina entre los iniciadores de una especialidad (generalmente extranjeros y/o educados en los centros formativos de la disciplina) y los continuadores, más sensibles a los estímulos conflictivos del entorno. Véanse ejemplos en M. Roche, *op. cit.*

Tercero, la legitimidad social de la ciencia es frágil. Este hecho se manifiesta no sólo en la conducta caprichosa del gasto público en ciencia sino en actitudes escépticas —de diverso origen— respecto a la utilidad de los investigadores. En algunos casos, la falta de legitimidad justifica —o al menos no desalienta— la persecución, expulsión o eliminación de científicos y organismos de enseñanza superior. Ninguna fuerza organizada parece contraponerse a esta tendencia autodestructiva. La prueba de ello se encuentra en datos cuantitativos fragmentarios que indican que la dotación de científicos por país y por disciplina no crece o se diferencia intensamente con el tiempo, sino que se comporta como un “helicóptero”, con subidas y bajadas más o menos azarosas. El ascenso exponencial parece constituir, por lo tanto, un rasgo de los centros de la ciencia.

Cuatro, las ciencias en la región no están acopladas con sistemas tecnoindustriales ni cuentan con retroalimentación de usuarios reales o potenciales. Pertenecen más al consumo cultural que a la estructura productiva o a concepciones estratégicas. De esta manera la ciencia en América Latina tiende a deslizarse al peor de los mundos posibles: el aislamiento estéril y parroquial, acompañado de desventajas iniciales. Por esta razón, el monto de capital humano y las curvas de aprendizaje tecnológico muy poco pueden decirnos sobre la creatividad científica. Por otra parte, ésta no alcanza niveles autosostenidos que puedan apoyar la legitimidad social de este quehacer.

Finalmente, los intercambios científicos en la periferia no son ni tan intensos ni tan frecuentes ni tan productivos como las comunicaciones en los centros de excelencia. Hay bases para suponer que la insuficiencia de recursos financieros, el conocimiento modesto de los idiomas en que se manifiesta la ciencia moderna, la insatisfactoria formación científica, y hasta versiones impertinentes del nacionalismo entorpecen la comunicación transnacional. Con frecuencia suelen constituirse redes incestuosas más preocupadas por el apoyo social mutuo que por el crecimiento científico. Para excusar esta situación algunas teorías de la “dependencia científica” son reformuladas a fin de probar la “fatalidad estructural” del atraso. En realidad, los escollos estructurales se derivan de la pequeñez de la infraestructura científica, de la lentitud de la comunicación y de la debilidad de los nexos orgánicos con el aparato productivo. El hecho de que el

propio sector público prefiera, por la vía de las compras estatales, las técnicas producidas en el exterior acentúa el relieve de estos obstáculos. Esta propensión a su vez está determinada por un sistema distorsionado de precios y por apremios coyunturales.

En suma, la aplicación limitada de la métrica de la ciencia en el contexto latinoamericano demuestra que ésta es presidida por otros supuestos, desiguales a los que se conocen en países industriales. Podría argüirse que el cotejo cuantitativo poco agrega a lo que se corrobora por métodos históricos y cualitativos. Sólo es así en una primera aproximación. Si la métrica alcanza mayor desarrollo, aparecerán probablemente nuevas variables que arrojarán luz sobre las pautas del rezago y de la acumulación en la región.

#### *Ajustes necesarios*

Si el entorno de la organización científica latinoamericana exhibe rasgos particulares y si las variables ambientales o externas alteran las pautas de crecimiento, comunicación y recompensa en las actividades científicas, entonces parece indispensable imaginar y articular una estrategia de ajustes a fin de que la métrica revele nuevos aspectos en la dinámica de esas actividades. El desplazamiento metodológico no puede ser mecánico. Los contextos son desiguales. ¿Cuáles podrían ser los lineamientos generales de esa estrategia?

a) Las cifras sobre el potencial científico deben ser corregidas. Por ejemplo, el concepto de "investigador equivalente" tiene valor limitado, debido a las diferencias de clima organizacional de cada "tiempo parcial" y al "desempleo friccional" que las ocupaciones segmentarias entrañan. Es probable que por esta vía se llegue a una cifra menor que la aceptada, pero será mucho más realista. Esta estimación reflejará con rigor el potencial disponible.

b) La productividad de los investigadores no puede medirse conforme a los cánones convencionales (número de publicaciones, evaluaciones de colegas, "edad profesional", liderazgo bibliométrico). En primer lugar, porque los trabajos publicados en idioma español son recogidos parcialmente por los índices internacionales conocidos, de suerte que se produce una subestima-

ción sistemática de estas contribuciones. En segundo lugar —y como se señaló— la labor científica en América Latina se verifica en condiciones singulares que engendran un efecto Mateo inverso (insuficiencia de recursos, falta de liquidez, trabas en la comunicación, compensaciones competitivas, ausencia de equipos y de servicios de apoyo), de modo que es injusto calibrar la productividad con supuestos similares. Finalmente, el científico medio latinoamericano invierte mucho tiempo en tareas no científicas (administración, promoción, divulgación); así, su “presupuesto personal” para la ciencia sale lastimado. Por otra parte, la docencia desempeña en este contexto un papel significativo que debería recibir ponderación adecuada.

En suma, ejercicios en la métrica deben tener presentes estas restricciones y sugerir nuevas categorías e indicadores.

*c)* La hostilidad del entorno es otro rasgo que ha sido poco estudiado, aunque incide sustancialmente en la conducta y la productividad del científico. Es excesivamente simplista explicar esta hostilidad arguyendo “la ignorancia de los gobiernos”, “la represión interna y externa”, “la dependencia” o la “índole subversiva” de los científicos. El problema es mucho más complejo. Es probable que se necesite un “pacto social” que reconozca efectiva y extensamente el valor de la ciencia; de momento la institucionalización de las disciplinas sigue trayectorias discontinuas y erráticas.

*d)* Series históricas sobre el gasto público y privado en investigaciones deben ser construidas con más esmero, a precios constantes. Estas series indican el compromiso real y constante de las autoridades gubernamentales con respecto a los organismos científicos. También indican en qué medida el ciclo vital de un proyecto científico (que es generalmente largo) empieza a superar al ciclo político (que es generalmente corto). La composición del gasto debe ser desagregada por sectores y programas, con el fin de descubrir los factores internos y externos que acicatean la acumulación científica.

*e)* Las diferencias de tamaño económico que se perciben entre los países latinoamericanos permiten determinar en qué medida esta variable gravita en el progreso científico. Si la correlación es alta, las distancias en la acumulación entre países grandes y pequeños pueden ser compensadas por la vía de la selectividad y la cooperación regional. Si es baja, el énfasis debe ser puesto

en la reorganización interna de la actividad científica. En cualquier caso, el descubrimiento de nuevas correlaciones llevaría a "una estrategia de sobrevivencia" de la ciencia que hoy apremia.

Estos enunciados sólo pretenden invitar a un debate sobre pautas óptimas para construir una métrica latinoamericana de la ciencia, considerando los ambientes regionales. Ni agotan el tema ni postulan una posición definitiva. Es un desafío intelectual a fin de que "la ciencia de la ciencia" en América Latina no entre, en los ochenta, en un callejón sin salida como tantos otros temas vinculados con el desarrollo nacional y regional.