

Este documento es una versión digitalizada de la *Revista de Filosofía* de la Universidad de Costa Rica, N. 59, Vol. XXIV, Julio 1986, San José, Costa Rica.

Por su relevancia para la Historia de las Ciencias y la Tecnología en Costa Rica, se coloca ahora a disposición de los investigadores.

La paginación que tiene no corresponde a la del original.

Puede referenciarse como:

Universidad de Costa Rica (2013). *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica. N. 59, Vol. XXIV, Julio 1986, versión digitalizada*. Costa Rica: autor.

Número monográfico

**HISTORIA Y FILOSOFIA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA
EN NUESTROS DIAS**

**Ponencias presentadas en el 1 Seminario Centroamericano
de Historia de la Ciencia y de la Tecnología**

Universidad de Costa Rica, 10 al 14 de junio de 1985

Contenido

PRESENTACION.....	7
USO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN FILOSOFIA DE LA CIENCIA	9
CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO Y CONTEXTO DE DEMOSTRACION:.....	16
LAS PROPUESTAS DE NEUMANN Y DE WIENER EN EL	16
DESARROLLO DE LA FISICA DEL SIGLO XX.....	16
1. Ciencias de las leyes y ciencias de los procesos:.....	16
II. La lógica del azar	21
III. El azar como reflejo del caos.....	23
IV. ¿Quién decide qué debe ser la física?	25
V. El proceso de convalidación de las proposiciones innovadoras.....	29
CONSIDERACIONES HISTORICO-FILOSOFICAS SOBRE LA TECNOLOGIA	33
HECHOS Y NORMAS	42
1. Propósito.....	43
2. Confusión y Estancamiento	44
3. Saber, Deber y Poder	52
EL SISTEMA DE RACIONALIDAD EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA MODERNAS	56
Perspectiva histórica de la problemática: la necesidad de la enseñanza de la Historia de la Ciencia y de la Historia de la Tecnología	60
La explicitación filosófica—categorial del trasfondo científico—tecnológico moderno	65
Recomendaciones teórico-prácticas	68
OBSERVACIONES AL PARADIGMA ECOLOGICO	70
1. La formalización de las nuevas observaciones rectoras.....	72
2. La reformulación de las observaciones tradicionales.....	78
TESIS PARA LA HISTORIA SOCIAL DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA.....	82
1. El porqué y el cómo de la historia social de las ciencias.....	83
2. Enumeración de temas que deben ser abordados.....	86
3. Análisis de un caso de problema histórico: el proceso de profesionalización de la actividad científica.....	87
PSICOGENESIS Y SOCIOGENESIS	90
A. La Historia de la Física en la Enseñanza de la Física y como Laboratorio de Epistemología	90
B. Justificación Piagetiana	92
C. Sociogénesis y Psicogénesis	93
D. Análisis Histórico Crítico	95
I. Etapa: Enfoque antropomorfo	95
II Etapa: Primer intento de cuantificación	96
III. Parte: Cuantificación, siglos XVII y XVIII.	96
III Etapa: Siglo XIX formalización termodinámica.....	97

E. Psicogénesis	98
I Fase	98
2 Fase Proceso de Calentamiento	99
3 Fase: Circunstancias normativas del proceso.....	99
4 Fase	99
LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS CON UN ENFASIS HISTORICO.....	102
LA MEDICINA ABORIGEN AMERICANA	107
TECNICAS Y PRODUCCION AGRICOLA EN COSTA RICA	114
EN LA EPOCA COLONIAL	114
1. Las técnicas en la producción agrícola precolombina.....	114
II. Las técnicas y el cultivo de los productos agrícolas básicos: maíz y trigo.	115
Las técnicas en los productos agrícolas de carácter esencialmente comercial: cacao, tabaco y azúcar.....	118
HISTORIA DE LA SISMOLOGIA EN COSTA RICA	124
ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE CLODOMIRO PICADO TWIGHT	141
Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS.....	141
MÉDICAS Y NATURALES DE COSTA RICA	141
Los años de formación:.....	142
Su producción científica:.....	143
Más allá de los aportes académicos particulares, la gestación de un modelo de científico integral humanista:.....	144
La dicotomía entre el avance “en profundidad” y el avance “en superficie”:.....	145
Ciencia básica y ciencia aplicada:	146
El humanismo de Clodomiro Picado:.....	146
TRAPICHES HIDRAULICOS EN COSTA RICA	149
Recolección de datos	151
Resultados.....	152
Evolución de los trapiches.....	155
Causas de la desaparición de los trapiches hidráulicos	156
CENTENARIO DE LA ELECTRICIDAD EN COSTA RICA	158
DESARROLLO DE LA ATENCION MÉDICA EN COSTA RICA	160
La atención médica durante la conquista y la colonia	161
La atención médica en la República.....	163
1941—1948: Una coyuntura histórica	166
El modelo actual de atención médica	169
LA TECNOLOGIA EN ROMA	172
BREVE RESEÑA HISTORICA DE LOS MICROSCOPIOS ELECTRONICOS	178
Principios de los microscopios electrónicos.	179
La unidad de microscopía electrónica de la Universidad de Costa Rica:.....	180

LIBROS DE COMERCIANTES Y CAMPESINOS DEL VALLE CENTRAL	181
DE COSTA RICA (1821—1824).....	181
II. La literatura que circulaba en la época de la independencia en el Valle Central de Costa Rica (1821—1824).....	182
I SEMINARIO CENTROAMERICANO DE HISTORIA DE LA CIENCIA	202
Y DE LA TECNOLOGIA.....	202

PRESENTACION

Cuando la Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia (ACOHIFICI) empezó a planear la celebración de un evento centroamericano dedicado a ese tema estaba lejos de imaginar que pudiera despertar tanto interés. La idea nació a finales de 1983, poco después de la fundación de ACOHIFICI, y si bien los miembros de la Asociación teníamos algunas ideas claras sobre la importancia de la historia de la ciencia y sobre su posible vinculación con problemas socio-económico-políticos de nuestros países en la época actual, suponíamos sin embargo que la mayoría de la gente percibiría la historia de la ciencia como un asunto de especialistas, como algo de lo que solo unos pocos se interesan. Al principio se pensó en un taller con sesiones dedicadas a la exposición sistemática de la historia de la ciencia en cada una de sus grandes ramas (física, química, biología, etc.); esto hubiera convertido el evento en una actividad básicamente didáctica y a los participantes en alumnos. Así se creía subsanar la supuesta falta de interés del gran público; un remedio para un mal que no existía. Afortunadamente se descartó la idea, en favor de promover la presentación libre de ponencias. También fue un gran acierto la inclusión de la tecnología al lado de la historia de la ciencia y decimos "al lado" en forma muy inexacta, porque aún el lenguaje no recoge el hecho de que se vuelve cada vez más difícil separar la ciencia de la tecnología, de modo que en vez de "ciencia y tecnología" deberíamos hablar hoy de ciencia-tecnología. Así se sitúa mejor el fenómeno de la ciencia dentro del contexto socio-económico en que se desenvuelve en forma característica en nuestro siglo. Al incluir a la tecnología en el temario, ACOHIFICI se colocaba dentro de una corriente global, notable por ejemplo en el desarrollo de los congresos mundiales de historia de la ciencia; desde hace aproximadamente treinta años hay una tendencia creciente a enfocar la ciencia dentro de su vinculación con la situación social en que se desenvuelve y, en particular, con la forma específica en que una sociedad trata de satisfacer las necesidades humanas básicas mediante la técnica y la tecnología. Es lo que se conoce con el nombre un poco confuso e impreciso de "historia social de la ciencia". Un ejemplo nos ilustrará la diferencia: mientras hace unos treinta años la historia de la ciencia era ante todo un análisis de las ideas principales de autores individuales famosos (en particular los grandes innovadores de la Revolución Científica), hoy predominan, en cambio, los estudios que buscan la vinculación de teorías científicas con hechos sociales en lugares y tiempos determinados, y todo ello dentro del contexto tecnológico. Por otra parte, mientras hace treinta años la filosofía de la ciencia se limitaba a análisis lógicos de proposiciones sobre todo de la física, hoy el panorama es sumamente complejo con las constantes aportaciones y discusiones suscitadas por las obras de autores como Popper, Kuhn, Stegmüller, Lakatos, Feyerabend, Bernal, Needham, etc. En aquel entonces la historia de la tecnología estaba empezando a dar sus primeros pasos y la filosofía de la tecnología no se había separado de lo que podría llamarse, en autores como Dessauer, una teología de la tecnología, o, entre los existencialistas, una colección de pensamientos individuales e individualistas sobre el tema. Hoy, en cambio, una y otra se han desarrollado en forma sistemática y se han beneficiado del contacto con otras tradiciones filosóficas.

Fue dentro de este ambiente como se llegó a concretar la idea del 1 Seminario Centroamericano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, que tuvo lugar en la Biblioteca de Letras de la Universidad de Costa Rica del 10 al 14 de junio de 1985, gracias a la colaboración de numerosas instituciones y personas. Las ponencias en él presentadas, y que aquí se publican, incluyen un gran número de temas. De

conformidad con la tendencia arriba expuesta, predomina la preocupación por los aspectos locales; incluso algunos trabajos de carácter más abstracto se mueven dentro de una motivación que no es academicista (aunque sí académica) ni puramente pragmatista (aunque sí pragmática).

La proximidad de nuestro I Seminario Centroamericano con el 1 Congreso Latinoamericano de Historia de la Ciencia (21-25 julio, La Habana) y el XVII Congreso Internacional de Historia de la Ciencia (31 de julio al 8 de agosto, Berkeley), no sólo reforzó el interés local en el tema al vincularlo a eventos regionales y globales, sino que además nos permite ahora hacer algunas comparaciones: mientras en nuestro 1 Seminario se inscribieron 94 personas y se presentaron 25 ponencias procedentes de 7 países, de las cuales más del 52% se podrían clasificar dentro de la historia social de la ciencia, las cifras correspondientes para el i Congreso Latinoamericano son de 350 participantes, con 242 ponencias y conferencias procedentes de 15 países, de las cuales casi todos versan sobre historia social de la ciencia. Y en el XVII Congreso

Internacionalmente los números se vuelven de otro orden de magnitud: más de 1000 participantes procedentes de 54 países, con un total de 725 ponencias. Pero nuevamente aquí la misma tendencia: sólo un 20% de estos trabajos versan sobre los autores clásicos de la tradicional historia de las ideas científicas.

Al preparar la edición de las ponencias presentadas ante el 1 Seminario Centroamericano, los organizadores y la Dirección de la Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica llegamos al convencimiento de que lo mejor era publicar un solo volumen, con todas dichas ponencias (por más variados que fuesen los temas) y únicamente con ellas. Así se facilitará al lector el acceso a estos trabajos, aún cuando muchos de ellos no parecen tener ninguna vinculación con la temática habitual de nuestra Revista de Filosofía.

ACOHIFICI aprovecha la ocasión para dejar constancia de su gratitud a la Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica y, en particular, a su Director Dr. Rafael A. Herra, por la oportunidad de publicar las ponencias del I Seminario en tan prestigioso órgano de discusión e información, uno de los más antiguos de América Latina.

Los Organizadores

Luis A. Camacho

USO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN FILOSOFIA DE LA CIENCIA

O como unir cuatro cosas en un solo tema

Summary: *The tendency to avoid high-level abstractions and to correlate scientific development with social facts has led to another unwanted consequence: the reduction of science either to an input in the productive process or to a by-product of socio-economic factor. Although it seems necessary to unite the philosophy of science to the history of science, and both with the history and philosophy of technology, this unification can be adequately done (1, e., without destroying what is to be unified) only if the differentiating features of each discipline are taken into account. There is a form of alienation in the attitude of forgetting that science has to do with the satisfaction of basic human needs, but there is another form in the externalist and immediatist position of reductionism. After a careful distinction is established between philosophy and history of science, on one hand, and philosophy and history of technology on the other hand, the idea is hereby proposed that a synthesis can be obtained through the topic of the relation between science, technology and socio-economic development.*

Resumen: *El deseo de evitar abstracciones exageradas y de relacionar la ciencia con hechos sociales ha llevado al extremo contrario de reducir la ciencia a un insumo de la producción o a un simple efecto de condicionamientos socio-económicos. Si bien es necesario unificar la filosofía de la ciencia con la historia de ésta, y ambas con la filosofía y la historia de la tecnología, solo se pueden unificar adecuadamente estas disciplinas —es decir, sin hacerlas desaparecer— si antes se han logrado distinguir bien las características de cada una. Hay una forma de alienación en olvidar que la ciencia tiene que ver con la satisfacción histórica de necesidades básicas; hay otra forma de alienación en el inmediatismo y externalismo de la posición reduccionista contraria. Después de distinguir las características de las dos parejas mencionadas: historia y filosofía de la ciencia, historia y filosofía de la tecnología, se propone aquí una unificación de sus puntos centrales en torno al problema vital de la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo.*

Si bien la vieja consigna para derrotar al enemigo, divide y vencerás", aún sirve para atacar un problema, la del filósofo que hace distinciones pero no quiere perderse en ellas coincide con el título de un libro de Jacques Maritain del cual pocos se acuerdan hoy día, distinguir para unir.

La cuidadosa distinción de campos variados no solo responde a la evolución histórica de distintas disciplinas, sino que también se ajusta a las exigencias de la enseñanza. De esta forma, en el mejor de los casos, al estudiante se le enseña algo de historia de la ciencia y algo de filosofía de la ciencia. Con lo primero se espera que adquiera una visión más integral del desarrollo de su campo de conocimiento y acción profesional. Con lo segundo se espera que ejercite sus capacidades deductivas al rastrear los razonamientos que han seguido los científicos en la formulación de sus

teorías e hipótesis; se espera también que examine la ciencia desde adentro, como actividad máximamente racional en sus afirmaciones y sumamente lógica en sus deducciones.

Por otra parte, es elemento importante del discurso ordinario sobre el desarrollo y el sub-desarrollo la mención obligada a la ciencia y a la tecnología como insumos del desarrollo, así como a la planificación de una y otra como condición necesaria para la obtención de aquél. El planteamiento del tema suele hacerse con motivo de la toma de conciencia de los problemas que nos aquejan y que constituyen la forma como el sub-desarrollo se nos presenta en forma cotidiana.

Llegamos así enseguida a otra constatación importante: la de la alienación que consiste en la falta de percepción de la conexión entre una pluralidad de realidades de las cuales hemos mencionado algunas: ciencia, tecnología, historia de la ciencia, historia de la tecnología, filosofía de la ciencia, filosofía de la tecnología, desarrollo, sub-desarrollo, planificación. Por una parte la Historia de la Ciencia se nos presenta a veces como un relato de hechos de otros, como la gloriosa genialidad de unos pocos superdotados en países y lugares lejanos. La filosofía de la ciencia se ofrece frecuentemente como un conjunto de elucubraciones esotéricas al alcance de unos pocos iniciados y que tienen que ver con soluciones que otros dan a problemas de otros. Simultáneamente, el desarrollo socio-económico aparece como la etapa avanzada que unos países han logrado y otros no, casi por designio superior para unos y fatal para el resto.

La superación de la alienación en este campo particular pide como condición necesaria la eliminación de estas separaciones. Mientras la conexión no se realice, la posibilidad de acción disminuye proporcionalmente a la alienación aumentada.

Pero es muy fácil irse al otro extremo. La tentación inmediata consiste entonces en caer en la posición simplista de unificar tanto y tan apresuradamente que finalmente desaparecen aquellas cosas que se querían unificar. Esta posición simplista, opuesta a la total separación pero que elimina lo separado al querer unificarlo demasiado, se puede describir con las siguientes características:

(1) Inmediatismo: la atención se concentra exclusivamente en los problemas inmediatos más graves, cuya solución se busca en la acción instantánea aún cuando no se tenga claro cómo resolverlos por ausencia de una teoría adecuada para su comprensión y de una estrategia bien pensada para su solución. De ahí se sigue la paradoja de alcanzar una situación peor que la anterior, a consecuencia de intentar inadecuadamente mejorar una situación que no se comprendió bien.

(2) Externalismo: la ignorancia de la especificidad de cada campo lleva al reduccionismo de explicar, interpretar y valorar toda teoría, todo descubrimiento y todo evento en historia de la ciencia y de la tecnología, como resultado y efecto de condicionamientos socio-económicos, sin reconocer ningún criterio interno de verdad, validez, o coherencia. Este enfoque conduce a lo que Imre Lakatos caricaturiza al decir que según John Bernal la verdad o falsedad de una teoría depende de la clase social a la que pertenece quien la propone o defiende.

Es, pues, necesario distinguir primero para luego unir. Al distinguir se reconocen los aspectos diferentes que no se deben violentar porque al hacerlo se destruyen las cosas que quisiéramos unir. Justamente lo que se pretende es que el conjunto resultante sea más rico e integrado.

Nos interesa distinguir las siguientes disciplinas:

- Historia de la Ciencia
- Filosofía de la Ciencia
- Historia de la Tecnología
- Filosofía de la Tecnología

La distinción la podemos hacer desde varias perspectivas, de las cuales nos interesan aquí las siguientes: objeto, método, criterios, exposición.

La Historia de la Ciencia es un estudio empírico sobre el avance del conocimiento humano; más en concreto, su objeto es la evolución de teorías e hipótesis sobre la realidad que nos rodea y de la que somos, parte, evolución marcada por sucesivos éxitos y fracasos en el intento de dar explicaciones unificadas de campos cada vez más vastos de la realidad. Sobre el alcance de la noción de "ciencia" no hay, lamentablemente, consenso. Sin embargo, podemos establecer las siguientes afirmaciones: mientras nadie dudaría de que los descubrimientos de Galileo constituyen objeto de estudio de la Historia de la Ciencia, y mientras casi todos dudarían de que el conjunto detallado de las afirmaciones de Heráclito o Parménides forman parte de esta disciplina, la mayoría sin embargo podría estar de acuerdo en que el enfoque naturalista de los jónicos constituye condición necesaria para la ciencia y de que en autores como Hipócrates este enfoque empieza a dar frutos que podamos llamar científicos.

La Filosofía de la Ciencia es una reflexión sistemática sobre la forma como procede la ciencia, de manera que podamos explícitamente rastrear los pasos lógicos y metodológicos que han hecho posible a los científicos conseguir progreso en sus respectivas ciencias. La mayor parte del tiempo los filósofos de la ciencia se ocupan de tratar de reducir el fenómeno histórico llamado ciencia a algún esquema lógico preciso: cánones inductivos, sistemas formalizados, modus tollens, etc., aún cuando no queda claro si en realidad los científicos han procedido de esa forma. Y mientras la Historia de la Ciencia se aproxima más a la Historia, la Filosofía de la Ciencia tiene más relaciones con la Lógica. Una y otra, sin embargo, deberían converger más al tratar de explicar en qué consiste la ciencia, no como esquema lógico, sino como fenómeno empírico. La Filosofía de la Ciencia a menudo adquiere rasgos más bien prescriptivos y normativos, a diferencia de la Historia de la Ciencia que tiende a ser más indiferente. También hay diferencias notables en criterios: mientras en Historia de la Ciencia la abundancia de documentos es muy importante, en Filosofía de la Ciencia la discusión es mucho más abstracta y menos dependiente de la cantidad de documentación que se pueda recopilar. Una y otra, sin embargo, deben ser fieles a los hechos: las explicaciones que en Historia de la Ciencia introducen hipótesis de las cuales se siguen consecuencias que no corresponden a la realidad histórica suelen volverse sospechosas enseguida, y modelos de Filosofía de la Ciencia que no corresponden con lo que de hecho ha ocurrido en la historia pueden tomarse como prescripciones de lo que debería hacerse, pero no como descripciones de lo que ocurre.

De ahí el vigor de la polémica entre los partidarios de criterios internos y externos en Historia de la Ciencia. Mientras la insistencia excesiva en factores puramente internos hace justicia a los aspectos lógicos de la ciencia, se olvida en cambio del origen y del hecho de que la explicación genética por lo menos ayuda a comprender, si no los criterios de verificación y falsación, por lo menos los de interpretación e intelección. El partidario de factores externos, por el contrario, insiste

justamente en estos aspectos en demasía y, al olvidar los criterios lógicos internos de la ciencia cae en el reduccionismo de explicar la verdad o falsedad de una proposición (teoría, hipótesis, etc.) por relación al origen.

El conflicto entre las dos divisiones ha sido expuesto con gran claridad por Wolfgang Stegmüller al comienzo de un artículo muy interesante titulado "Accidental ('Non-Substantial') Theory Change and Theory Dislodgment". Dice así:

"La filosofía de la ciencia tal como fue iniciada y desarrollada en este siglo sobre todo por los empiristas tuvo una orientación puramentesistemática. Una atención mayor a la historia de la ciencia y a los aspectos sociológicos y psicológicos de la práctica debería haber sido un elemento adicional bienvenido en la lógica que las ciencias, y uno podría haber esperado que así sucediese. Quienquiera que tuviese tales esperanzas caería luego en una amarga frustración. En particular, con la aparición de la obra del Profesor Kuhn sobre las revoluciones científicas resultó terriblemente claro que los resultados obtenidos en las diferentes ramas ni siquiera proporcionaban una pintura consistente total de la ciencia. Parece que el estudiante que se inicia en filosofía de la ciencia se ve obligado a escoger entre dos paradigmas incompatibles: el lógico o el histórico-psicológico"¹

Y podemos comentar: si escoge el paradigma lógico encontrará grandes dificultades en relacionar la ciencia con la planificación de la investigación científico-tecnológica para el desarrollo. Más aún: ni siquiera será posible plantear el tema de la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo dentro de su enfoque. Por otra parte, este problema será mucho más fácil de tratar para el que escoja el segundo paradigma, pero entonces la ciencia de que se habla tiene poco que ver con la ciencia que se estudia desde el punto de vista lógico, más capaz éste de dar cuenta del proceder interno.

Y, como si fuera poco, los otros dos temas que intentamos unificar también presentan problemas, mucho antes de que podamos ver alguna conexión válida entre ellos. Esos otros dos temas son la Historia de la Tecnología y la Filosofía de la Tecnología.

La Historia de la Tecnología es una disciplina mucho más reciente y los autores que tratan de ella caen en frecuentes y enconadas controversias no solo sobre los datos fácticos sino también sobre la terminología, métodos y conclusiones. Baste con citar las controversias en torno a la obra de Mumford, *Technics and Civilization*, las cuales tienen que ver no solo con las ideas centrales del autor (algunas de ellas, como la de la mecanización de la sociedad, muy discutibles) sino que incluso se extienden al título mismo; Mumford acuñó el término "technics" justamente con la idea de superar la distinción entre techniques y technology y poder así englobar una y otra en una sola palabra, y sin embargo esta notable adición al vocabulario fue objeto de violentos rechazos. Y es que aquí encontramos justamente uno de los problemas más interesantes en este nuevo campo de estudio: no se puede separar totalmente la

¹ Wolfgang Stegmüller "Accidental ('Non-Substantial') Theory Change and Theory Dislodgment" en Robert E. Butts y Jaakko Hintikka, editores, *Historical and Philosophical Dimensions of Logic, Methodology and Philosophy of Science. Part Four of the Proceedings of the Fifth International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science, Canada 1975.* (Dordrecht, Holland/Boston, USA: D. Reidel Publishing Co. 1977).

historia de la tecnología de la historia de la técnica, en el supuesto de que tengamos una clara distinción entre los dos términos, pero por otra parte no se pueden unificar tanto que desaparezca entonces la especificidad de la tecnología contemporánea, con sus leyes de invención y difusión, con sus vinculaciones especiales a la ciencia, y otras características que hacen de ella un fenómeno histórico diferente y único. La controversia entre internalistas y externalistas en Historia y Filosofía de la Ciencia tiene analogía con la discusión entre partidarios de una noción estrecha y partidarios de una noción amplia de tecnología: los primeros pueden explicar muy bien las características propias del fenómeno histórico reciente, pero a costa de colocar una separación tajante que hace olvidar los orígenes de la tecnología. Este aspecto es más fácil de incorporar en los estudios de quienes manejan una noción muy amplia de tecnología², pero entonces muchos de los temas que tiene sentido plantear en el primer enfoque pierden claridad en el segundo.

Mientras para algunos "tecnología" tiene un significado tan amplio que es casi coextensiva con actividad muscular, para otros sólo cabría dentro de la extensión de este término el conjunto de teorías, modelos, acciones, productos y aplicaciones que tienen como condición necesaria la ciencia moderna, es decir, posterior a la Revolución Científica³. Esta última definición, mucho más precisa que las primeras, tiene el inconveniente de establecer una distinción tajante entre procesos que más bien muestran una gran continuidad. En efecto, muchos de los procesos y productos posteriores a la Revolución Científica y típicos de la Revolución Industrial tienen más en común con procesos y productos medievales que con las teorías científicas de los siglos XVII y XVIII. Entre la rueda hidráulica ampliamente usada en la Edad Media y la máquina de vapor no hay tanta diferencia como para colocar la primera en un compartimiento totalmente separado de otro dentro del cual colocamos a la segunda.

De ahí que la Historia de la Tecnología se convierta a veces en una historia de las técnicas, y la conexión con la ciencia moderna solo se ve ocasionalmente. Los resultados inconvenientes de este enfoque ya los hemos señalado.

Si bien la Historia de la Tecnología tiene vínculos obvios con la Historia de la Ciencia, su relación con la planificación del desarrollo es mayor que la que pueda tener la Historia de la Ciencia como relato de hazañas ajenas, así también hay una alienación cuando la Historia de la Tecnología se limita a hablar de productos inventados y comercializados en otros países, sin establecer relación con lo hecho y lo que se hace localmente. Pero, por otra parte, como la relación de la Historia de la Tecnología con la planificación del desarrollo es más estrecha que la que pueda tener con dicho tema la Historia de la Ciencia, así también la alienación respecto de la tecnología es más grave que la alienación con relación a la ciencia. El olvido de la tecnología local es también la pérdida de seguridad propia frente a la mercantilización patentada de lo ajeno. La recuperación de la Historia de la Tecnología propia es uno de los primeros pasos de la política de planificación del desarrollo. "Propio" y "ajeno" son, por supuestos, términos relativos, no solo en el sentido de que se exigen mutuamente, sino también en cuanto que admiten grados. La carreta de bueyes es propia, pero también lo es la máquina

²) Véase, por ejemplo, la definición de tecnología como transformación de materiales mediante aplicación de energía guiándose por la información, dada por Francisco F. Papa Blanco en su *Tecnología y Desarrollo* (Costa Rica: Editorial Tecnológica, 1979), p. 32.

³ Véase Hugo Padilla "Los objetos tecnológicos: su base gnoseológica" en *Varios Autores La filosofía y la ciencia en nuestros días* (México: Editorial Grijalbo, 1976), pp. 371-382.

que, inicialmente importada, se adapta a las necesidades locales de modo que su utilización sea eficiente, integrada culturalmente y poco destructiva del medio.

En el caso de nuestro país el olvido de la tecnología local es alarmante y ha llevado a la idea de que nuestra inserción en el mundo tecnológico ha ocurrido únicamente con las últimas máquinas importadas. Nada más inexacto, y el hecho de que la mayor parte de la población ignore la mayor parte de lo que hay en nuestra historia, reflejada con frecuencia en restos ignorados, es parte de la alienación general de que venimos hablando según la cual el desarrollo es propiedad de otros que a su vez tienen ciencia y tecnología mientras nosotros carecemos de todo ello y solo podremos alcanzar el desarrollo si otros nos lo dan. (Todo esto supone que existe una noción única de desarrollo: otro error). Las investigaciones recientes en el campo de tecnología local en nuestro país han empezado a recuperar una parte muy importante de nuestra cultura. Es necesario mencionar personas, aún corriendo el riesgo de olvidar a alguien. Orlando Morales, profesor de la Universidad de Costa Rica, ha llevado a cabo proliferas e interesantísimas investigaciones sobre trapiches hidráulicos. Los profesores Guillermo Coronado, Roy Ramírez y Mario Alfaro, de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica, han contribuido también con su gran interés en estudiar distintas aplicaciones de energía hidráulica. En la región de influencia del Centro Regional de Occidente de la Universidad de Costa Rica, el profesor de dicho Centro Manuel Argüello lleva años tratando de recuperar la tecnología empleada en las minas de oro de la región, muchas de ellas abandonadas. En la zona Atlántica, otro profesor de un centro regional, Juan José Rossi, ha impulsado por años la preservación del patrimonio tecnológico de la zona, sobre todo en lo relativo a la instalación del ferrocarril. Y ACOHIFICI tiene en mente la lucha por una ley de preservación del patrimonio tecnológico que permita rescatar mucho de lo que se está rápidamente perdiendo.

Supongamos que se pueda llegar a una síntesis entre internalistas y externalistas en Historia de la Ciencia, entre partidarios del enfoque lógico y proponentes del enfoque histórico-psicológico en Filosofía de la Ciencia y entre quienes hacen Historia de la Tecnología con una noción estrecha y quienes la hacen con una definición amplia. Supongamos, además, que se supera la alienación de ver la ciencia y la tecnología como algo de otros. Es mucho suponer, pero si se lograra, entonces se podría llegar a una forma muy auténtica y enriquecedora de hacer lo que constituye el último elemento y el más tambaleante de la tetralogía inicialmente mencionada: la Filosofía de la Tecnología. Apenas admitida como huésped tardío en congresos y seminarios, la Filosofía de la Tecnología goza de las ventajas y padece de las ambigüedades de la noción de tecnología. La principal ventaja es el carácter central: así como la noción de tecnología es el punto de confluencia de las nociones de ciencia y desarrollo, así también la Filosofía de la Tecnología es el lugar donde se juntan la Historia de la Ciencia, la Filosofía de la Ciencia, los análisis de la noción de desarrollo y de las políticas de planificación. Quizá la novela *Erewhon* de Samuel Butler fue el primer ensayo de Filosofía de la Tecnología; otra novela, *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance*, por Robert Pirsig, constituye ciertamente uno de los productos mejor logrados hasta ahora de esta disciplina incipiente.

La tríada ciencia-tecnología-desarrollo unifica una gran diversidad de temas y es el lugar apropiado para iniciar políticas prácticas. Es esa tríada la que nos permite integrar en un solo conjunto armónico la Historia de la Ciencia, la Filosofía de la Ciencia, la Historia de la Tecnología y la Filosofía de la Tecnología, de tal modo que las lecciones aprendidas nos permitan planificar un futuro mejor.

Ahora podemos enunciar una serie de tesis, que permanecerán de momento como postulados para desarrollos futuros y conclusiones de consideraciones anteriores:

- (1) Sin una visión adecuada de la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo, la planificación del desarrollo no conseguirá sus propósitos.
- (2) Sin Historia y Filosofía de la Ciencia, e Historia y Filosofía de la Tecnología, no se puede tener una visión adecuada de la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo.
- (3) Sin la historia de sus técnicas y tecnologías, la cultura de un pueblo carece de un elemento muy importante.
- (4) Sin la Historia de la Ciencia, la tecnología contemporánea resulta incomprensible.
- (5) Sin un estudio de técnicas y tecnologías que en gran medida han hecho posible el avance de la ciencia, la Historia de la Ciencia es incompleta.
- (6) Sin su historia, la ciencia es miope.
- (7) Sin su filosofía, la ciencia es inconsistente.

**CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO Y CONTEXTO DE DEMOSTRACION:
LAS PROPUESTAS DE NEUMANN Y DE WIENER EN EL
DESARROLLO DE LA FISICA DEL SIGLO XX**

Summary: *A distinction is made between two types of Science: nomological (objective and rigorous) and evolutionary (less rigorous). This distinction turns out to be less than clear when the role and acceptance in the scientific community of Wiener and von Neumann are analyzed. This is explained by the power of acceptance and rejection that the particular scientific communities show toward innovative proposals by individual scientists which is applied through implicit criteria shared by the majority of the members of each scientific community.*

Resumen: *El autor distingue entre ciencia de leyes (objetiva, rigurosa) y ciencia evolutiva (menos estricta). Esta distinción se torna poco clara al analizar la diferente aceptación que tuvieron los trabajos complementarios que Wiener y von Neumann. Esto se explica por el poder de aceptación o rechazo que pueden ejercer las comunidades científicas respecto a las propuestas innovadoras y que se ejercita mediante criterios tácitos compartidos por la mayoría de la comunidad científica respectiva.*

1. Ciencias de las leyes y ciencias de los procesos:

Es costumbre distinguir las ciencias naturales en ciencias normativas, por una parte, caracterizadas por la investigación y enunciado de leyes de la naturaleza, necesarias y universales y por lo tanto capaces de previsiones rigurosas, y ciencias evolutivas, por la otra, consideradas incapaces de llegar a la esfera de la universalidad por dedicarse a la investigación de procesos irrepetibles y en grado de dar, a lo más, una reconstrucción hipotética de sucesión de eventos en el interior de un contexto que no puede modificarse. A esta distinción corresponde una sustancial diferencia de status epistemológico. Las primeras (ciencias de las leyes o del por qué) basadas sobre la repetibilidad del experimento, sobre la modificabilidad de las condiciones externas iniciales, sobre la posibilidad de eliminar factores considerados secundarios, son, en general, consideradas ciencias de pleno derecho ya que son verificables o falsables (según los puntos de vista) al confrontarlas con la naturaleza. Las segundas (ciencias del proceso o del cómo) a menudo son consideradas por los epistemólogos como ciencias de segunda clase, deudoras, en relación con las primeras de aquellas leyes generales que serían capaces de dar las únicas explicaciones convincentes de la concatenación de eventos que ellas se limitan a describir como plausibles.

Solamente la complejidad del contexto, la multiplicidad de los factores que allí intervienen, lo incompleto de la documentación relacionada con los hechos sucedidos justificaría, según la conciencia dominante, el recurso a estos remedos de ciencia, los cuales no poseen un status epistemológico autónomo.

Si quisiéramos resumir, con base en esta dicotomía, las características que definen a las primeras y las diferencian de las segundas, podríamos hacer un elenco cualitativo de este tipo:

ciencias normativas

generalidad
 necesidad
 abstracción
 reversibilidad
 repetibilidad
 simplicidad
 reduccionismo
 inmutabilidad
 tautología
 determinismo
 logicidad
 orden

ciencias evolutivas

calidad
 especificidad
 contingencia
 irreversibilidad
 irrepertibilidad
 complejidad
 holismo
 mutabilidad
 novedad
 casualidad
 caos
 desorden

El elenco no es ni completo ni sistemático, pero difícilmente podría serlo. Ante todo, algunas de estas características se refieren a la (supuesta) naturaleza de los fenómenos que son el objeto de las respectivas disciplinas (ej. reversibilidad—irreversibilidad) o de su estructura (simple—compleja), además de los criterios interpretativos (reduccionismo-holismo) o de la naturaleza de las relaciones encontradas (inmutabilidad—mutabilidad). Por último, las alternativas determinismo—casualidad, lógica—caos, orden—desorden, que constituían un criterio distintivo para separar la ciencia normativa por excelencia, la mecánica newtoniana de las otras, se convirtieron en diferentes medidas, desde fines del siglo XIX en adelante, más bien en aspectos controversiales que se encontraban en muchas disciplinas, aunque con diferentes matices.

Inmediatamente surgen algunas preguntas:

¿Qué es lo que fija los criterios de definición de las diferentes disciplinas colocándolas de un lado o del otro? ¿Hasta qué punto éstas provienen de la naturaleza del objeto, es decir de la colección de fenómenos y hechos que forman el conjunto (aproximadamente cerrado) que se requiere interpretar o explicar? Y, ¿cuándo dependen de la escogencia de los científicos que seleccionan los datos y la experiencia a fin de construir su ciencia, colocándola de un lado o del otro? Se considera, sin embargo, que es el objeto de la investigación el que determina el carácter de ciencia del por qué o ciencia del cómo de la disciplina que lo estudia, mientras que el científico se limita a tomar nota de aquello que está frente a él. Sin embargo, realmente, esta diferenciación es mucho menos subjetiva de lo que pueda pensarse. El caso de los recientes desarrollos de la biología lo demuestra en forma elocuente.

Hasta mediados de los años 70 esta “ciencia de las personalidades esquizofrénicas” (como la define M. Ageno en un trabajo reciente) se presenta bajo dos semblantes muy diferentes. Por una parte la biología funcional, de carácter esencialmente reduccionista, se dedica al estudio analítico de cada organismo, determinando la estructura y los procesos internos hasta en sus mínimos detalles. En esa forma tiende a llevar la explicación de todos los fenómenos biológicos a eventos que se verifican en este último nivel y, en definitiva reduce la biología a la química y la física de la molécula. Por otra parte la biología evolutiva considera los organismos vivos como entidades indivisibles, cuyas características peculiares emergen solamente

en el nivel de la totalidad y no son deducibles más que parcialmente del análisis de las subunidades constituyentes⁴.

A estas dos caras corresponden dos concepciones ideológicas opuestas que caracterizan las respectivas comunidades científicas. Los biólogos moleculares, en efecto, han logrado llevar su reduccionismo hasta afirmar que cuando "se conozcan en todos sus detalles todos los pasos químicos que se producen en la célula durante el ciclo celular no habrá nada más que saber sobre la célula misma y el mecanismo de su vida estará completamente descifrado"⁵.

Por otra parte los cultores de la biología evolutiva rechazan esta posición, que pretende reconducir la explicación total de los fenómenos vitales al conocimiento de la estructura y a las interacciones de los átomos y moléculas que constituyen el organismo, atrincherándose en una ideología integralista de tipo holístico que se puede resumir en el eslogan, más bien genérico y vacío "lo entero es más que la suma de sus partes". Dos biología, pues: la primera se coloca en el grupo de las ciencias de las leyes o de los por qué, la segunda en el grupo de las ciencias de los procesos o del cómo. Sin embargo, la revolución de los últimos años provocada por el descubrimiento de propiedades inesperadas del ADN eucariótico, cambia este cuadro en forma radical.

A este respecto escribe Ageno: "Se imaginaba (el ADN) como una especie de archivo del patrimonio hereditario del organismo, celosamente protegido de todos aquellos agentes externos que pudieran causar alteraciones. Se creía que la mutabilidad era mantenida por el control genético justo en el nivel necesario para el adecuamiento a las condiciones ambientales más o menos rápidamente variables. Este dibujo tan claro y neto parece ahora completamente cambiado. Lejos de ser algo invariante, que esencialmente se conserva en el cuadro de la dinámica del organismo, el ADN aparece involucrado en una dinámica propia e incesante, dominada en gran parte por eventos casuales y tal que aquella sustancial conservación del fenotipo se vuelve problemática, conservación que es lo que, dentro de ciertos límites, se observa empíricamente... Frente a la enorme variedad de soluciones organizativas, reguladoras y de adaptación que resultan (de esta dinámica) el biólogo molecular se ve ahora, poco a poco, obligado a cambiar el tipo de preguntas que, en el cuadro de su investigación sobre la funcionalidad del organismo solía hacer. El se orientaba hacia una minuciosa descripción de los procesos observados en el nivel molecular, dejando sobrentendido que su causa tenía, obviamente, que buscarse siempre en la estructura de las moléculas involucradas y en sus interacciones. Pero ahora, frente a la multiplicidad de las soluciones que son a priori equivalentes, la investigación de las causas, las preguntas de los por qué, se revelan en forma sorprendente como no decisivas, irrelevantes y el biólogo molecular se ve llevado, cada vez más a preguntarse cómo cada una de las soluciones se afirma, a través de qué cadena de eventos y en cuáles condiciones ambientales generales.

En esta forma, ciencia natural y biología funcional están, de hecho, encontrándose con una raíz común en la teoría de la evolución biológica. No existen, para los fenómenos biológicos más explicaciones posibles que las evolutivas".

⁴ M. Ageno. Importanza della concezione darwiniana nella biologia odierna (inédito).

⁵ F. Crick, "Of Molecules and Men" - University of Washington Press, Seattle 1966 - trad. it. "Uomini e Molecole", Zanichelli, Bologna 1970.

Estos sucesos de la biología indican, pues, que la demarcación tradicional, por lo menos en este caso, pareciera haber sido construida más por las escogencias de los científicos que por las propiedades de los objetos estudiados. Estas muestran, en efecto, que la comunidad de los biólogos moleculares, con objeto de mantener, para su propia disciplina, el carácter de ciencia normativa que la caracterizaba programáticamente desde sus orígenes, ha eliminado del campo disciplinario, mientras fue posible, todos aquellos fenómenos que, no pudiendo ser colocados dentro, habían comprometido esta imagen. En forma correspondiente la biología evolutiva, al aceptar esta división de esferas de competencia, continuó consolidando, hasta que esta división entró en crisis, su naturaleza original de ciencia de los procesos irreversibles e irrepetibles.

Surge en este punto la duda de que si este modo de proceder, que consiste en el seleccionar los objetivos de la investigación y sus categorías interpretativas correspondientes en forma tal que se asegure la coherencia entre el desarrollo de la disciplina y el status epistemológico atribuido a la misma, por definición no sea típico sólo de la biología sino que pueda ser considerado como praxis común adoptada por las diversas comunidades científicas para definir su propia identidad. Que lo anterior suceda en las ciencias humanas no es, probablemente, sorprendente⁶. Pero que se dé en el interior de la física, considerada desde su origen como la ciencia de las leyes por excelencia, puede parecer una afirmación difícil de sostener.

Me propongo demostrar que las cosas sucedieron en esa forma, por lo menos en un período histórico reciente.

Veremos en efecto que la historia de la física del siglo XX adquiere una nueva dimensión interpretativa si se la ve como resultado de un empeño coherente, por parte de la comunidad científica, de mantener para esta disciplina los caracteres propios de ciencia de las leyes", empujando fuera de ella, en cuanto fuera posible, todos los fenómenos y sus interpretaciones que habrían podido introducir en ella algunas de las características de las ciencias "de los procesos".

Es desde este punto de vista como se comprende, por ejemplo, que los desarrollos sensacionales que se han producido en los últimos tiempos en el campo de la dinámica de los sistemas complejos⁷ hayan tardado cincuenta años en producirse, respecto a la aparición de los trabajos pioneros de Poincaré (que sustancialmente ponen las bases) y no obstante que estos últimos estuvieran disponibles desde finales del siglo pasado.

Y resulta también comprensible que estos desarrollos se hayan realizado en sectores disciplinarios ya autónomos respecto al campo que los físicos definen como física.

La victoria de la mecánica cuántica a fines de los años 20 representa, según esa óptica, el éxito de esta operación de afirmación de la física como ciencia de las leyes (aunque a costa de la renuncia al determinismo en sentido estrecho) empujando hacia el borde, o poniendo afuera de sus fronteras, todo lo que tiene que ver con la imprevisibilidad, la irreversibilidad, la aleatoriedad que son características de

⁶ Un ejemplo reciente lo constituye el de la comunicación humana. Por ejemplo, cfr. *La nouvelle communication*, ed. Yves Winkin. Seuil - Paris 1981.

⁷ V. por ejemplo: *Dynamical Systems, Theory and Applications*. Springer Verlag, Berlín 1975. Cfr. *Dynamical Systems and Cliaos*, Springer V. Berlín 1983.

fenómenos como la turbulencia, la inestabilidad dinámica, los procesos estocásticos, la dinámica no lineal, la termodinámica de los procesos irreversibles, etc.

Este punto de vista explica también el por qué la física mantuvo y protegió su imagen de ciencia de lo simple, excluyendo en lo posible la complejidad como categoría característica de la realidad escogida como objeto de sus propias investigaciones.

De allí el dominio absoluto de la ideología reduccionista, con prioridades dadas a la investigación de los constituyentes "elementales" de las partículas, que aún hoy constituye la esencia de la física de más prestigio.

Esta operación gira alrededor de una figura clave, la de von Neumann que es el gran ganador. Es él el que transforma la retirada que la física tuvo que hacer con la renuncia al determinismo clásico, en una reafirmación de su supremacía, logrando reconducir el azar a las leyes de la lógica.

A esa figura se contraponen, como aparece claramente en la reconstrucción que Steve Heins⁸ hace de ambos personajes en un conocido libro, la de Norbert Wiener.

Pero no en el entendido que éste último haya presentado en forma sistemática un programa alternativo en directa competencia con el del primero, sobre su mismo tercero. La figura de Wiener se contraponen a la de von Neumann porque propone una estrategia que debería desarrollarse en un terreno diferente, y que consiste en síntesis en alargar las fronteras de la física a todos los fenómenos aleatorios que, lejos de limitarse al ámbito cuántico, representarían la regla también para otros campos de esta disciplina y en cuyo interior el determinismo reversible de la mecánica newtoniana sería la excepción.

Esta reconstrucción que enfoca la lucha entre dos posibles estrategias por escoger me parece mucho más satisfactoria que la tradicional que ve el choque (Congreso Solway 27) entre los partidarios de una visión clásica determinista de la física (Schrödinger, Einstein: dios no juega a los dados) y los forjadores de una concepción basada en el indeterminismo⁹. Este choque, ciertamente tuvo lugar en las fases precedentes a la victoria de la mecánica cuántica. Pero lo fulminante de esta victoria nos muestra que lo que allí sucedió fue más una batalla de retroguardia que un debate real entre perspectivas del desarrollo alternativo, potencialmente fecundas. Así mismo la reconstrucción de Paul Forman¹⁰, aunque cuidadosa y aguda en cuanto al clima cultural e ideológico de la Alemania de Weimar en la cual se afirmó la mecánica cuántica, nos aparece como de poco peso si se la asume como principal explicación de la rápida conversión hacia la nueva teoría por parte de la comunidad de físicos alemanes, desde el momento en que la hipotética fidelidad a una concepción determinista no habría podido traducirse en una alternativa científicamente válida. Se vuelve, sin embargo, muy convincente si se la mira como telón de fondo de un compromiso que salva el carácter fundamental de científicidad de la disciplina (su ser fuente indiscutida de legalidad lógica y empírica), más que como justificación de un

⁸ S. Heins, John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the technologies of Life and Death MIT Press 1981.

⁹ Vid, por ejemplo: Max Jammer, The conceptual Development of Quantum Mechanics. McGraw Hill, New York 1966.

¹⁰ P. Forman, "Weimar culture, causality and quantum theory", Historical studies Physical Sciences 3, 1 (1971).

rendirse oportunista a la irracionalidad imperante. En esta forma, entre paréntesis, se resuelve la aparente contradicción que Forman no explica en forma convincente, entre la proclamada adhesión a las tesis del Círculo de Viena por parte de muchos de los fundadores de la nueva física, y la tendencia, ciertamente presente, del adaptarse de la comunidad a una presión ejercida por el ambiente ideológico cultural dominante. Y se explica a la vez cómo Dirac, el cual, contrariamente a Heisenberg, ve la mecánica cuántica más como un desarrollo lógico que como una ruptura con la mecánica clásica¹¹, haya encontrado inmediatamente un lugar entre los padres de la nueva teoría, junto a los físicos alemanes.

Veremos con más detalle la reconstrucción de este choque.

II. La lógica del azar

Tuve ya la ocasión de referirme¹² al papel de von Neumann al codificar bajo forma de verdaderas prohibiciones, formuladas en lenguaje científico, los dos puntales ideológicos de la escuela de Güttingen-Copenhagen:

- a) el carácter último y definitivo de la mecánica cuántica
- b) la imposibilidad de una descripción objetiva de la realidad causada por el papel ineliminable del observador.

Ambas afirmaciones de carácter meta-teórico son transformadas por von Neumann en proposiciones pertenecientes a la propia teoría. Este punto merece subrayarse pues es justamente aquí donde está la prueba de que la axiomatización de la mecánica cuántica es una operación de definición de los límites de la disciplina, cuya integridad la comunidad debe garantizar. Es ciertamente significativo que esta axiomatización la cumpla von Neumann en los mismos años en los cuales él mismo, por inspiración de Hilbert, se afanaba en demostrar la consistencia interna y la completitud de la matemática, convencido de que el objetivo era alcanzable. Es conocido que no fue sino hasta 1931 cuando Gódel demostró que no lo era.

Conviene abrir un breve paréntesis. Gdel llegó a demostrar la imposibilidad de este objetivo haciendo ver que la traducción de una proposición matemática ("este teorema no es demostrable") en la forma de una proposición matemática (es decir de un teorema del sistema formal considerado) lleva a una paradoja (análogo a la paradoja de Epiménides, el cretense que afirmaba "todos los cretenses mienten") que puede ser resuelto solamente admitiendo que la aritmética (y a mayor razón las teorías de la matemática más complejas) si no es contradictoria es incompleta. Queda claro entonces que los dos teoremas de von Neumann, en cuanto que son proposiciones de la teoría, si no conducen directamente a conclusiones paradójicas, como en el caso de la prueba de Gódel, violan aquella jerarquía de tipos lógicos introducida por Russell, que, como tendré ocasión de decir en las conclusiones, es uno de los puntos sólidos de una epistemología que no quiera incurrir en infortunios imprevisibles. Que no se trata de exceso de sofisticación lo demuestra el hecho de que muchos años después ambos teoremas demostraron ser inadecuados para alcanzar el objetivo propuesto, por no decir para el desarrollo de líneas de investigación que se revelaron fructuosas. En efecto, el primero, el que afirma la imposibilidad de la

¹¹ M. De Maria, F. La Teana, *Fundamenta Scientiae* 3, 129 (1982).

¹² M. Cmi, *Nota Interna IFU Roma* n. 797/1982. Ponencia en el 3cr. Congreso de Historia de la Física, Palermo 1982.

existencia de teorías con variables ocultas equivalente a la mecánica cuántica fue contradicho por la formulación de modelos bien definidos que lo violan¹³. El segundo — el que afirma la imposibilidad de explicar el proceso de medida de las propiedades de un sistema cuántico sin atribuir, en último análisis el poder de determinar el resultado final al observador— lo contradice la reciente formulación, por parte de nuestro grupo de investigación sobre los fundamentos de la mecánica cuántica, de una teoría de la medida que toma en cuenta en forma exclusiva la interacción física entre micro sistema cuántico e instrumento de medida¹⁴.

Cerrado este breve paréntesis, podemos en este punto preguntarnos si no es posible relacionar los objetivos del programa de von Neumann y sus resultados con algunas características de su personalidad y que van desde su estilo de trabajo a sus dotes intelectuales, de su visión del mundo a su concepción de la ciencia. Podemos, en otras palabras, examinar lo que se acostumbra llamar contexto del descubrimiento. No obstante que una reconstrucción de este tipo pueda contener, por lo general amplios márgenes de arbitrariedad, en este caso los testimonios sobre la figura de von Neumann son tan precisos y concuerdan en tal forma que proporcionan un sistema de referencia bastante seguro.

En Göttingen, cuando tenía poco más de veinte años, von Neumann era considerado “la mente más veloz que se hubiera visto nunca”. Algunos decenios después un colega de Princeton decía:

“von Neumann lograba en forma casi instantánea comprender el punto central de cualquier dificultad matemática e individuar la forma de demostrar el teorema en cuestión, o, si era conveniente, sustituirlo por otro correcto”¹⁵. Podríamos continuar en esta tónica pero no es necesario. Vale la pena más bien citar a Heins quien observa:¹⁶ “Este dominio de la lógica no puede haber dejado de influir su forma de ver y concebir el mundo. Era característico de su estilo lógico y científico llevar el uso de la lógica formal y de la matemática al límite extremo, aún en campos que otros hubieran considerado más allá de su competencia. Parecía considerar el mundo empírico y probablemente también la vida y la mente, como posibles de comprender como estructuras formales abstractas...

No sólo adoptaba los más altos niveles de abstracción para su trabajo sobre los fundamentos de las matemáticas, sino que utilizaba estructuras formales abstractas para la formulación de teorías empíricas (teoría de juegos, teoría cuántica, teoría de calculadores). En este sentido se conecta con aquella tradición del pensamiento occidental según la cual una ley rigurosa es capaz de expresar las verdades atemporales que gobiernan todas las cosas”. He aquí la esencia de los programas que von Neumann lleva adelante con el vigor que se originaba en su inquebrantable fe. “La característica fundamental que guía el trabajo de von Neumann —prosigue Heins— es el esfuerzo para desarrollar, en lo posible, y aún más allá de lo posible, una estructura formal o matemática que pueda contener los misterios y la complejidad de la vida.

¹³ Para una discusión de los contra ejemplos del teorema de von Neumann, J. Bell TH 3315 CERN (1982). Otro ejemplo lo constituye la Mecánica Estocástica: E. Nelson, Phys. Rev. 150 (1966) 1079.

¹⁴ M. Cini, M. De Maria. G. Mattioli, F. Nicoló, Foundations of Physics 9, 479 (1979). M. Cini, N. Cimento 73B, 27 (1983).

¹⁵ N. Goldstine, The computer from Pascal to von Neumann, Princeton University Press 1972, p. 171.

¹⁶ S. Heins, op. cit., p. 129.

Es una fe ingenua y optimista en la máquina de la matemática. El alargar siempre más los límites de lo que puede ser reducido al razonamiento lógico”.

En esta forma, también el azar puede insertarse dentro de un esquema puramente lógico y visto como manifestación de leyes definidas, generales y atemporales. En la teoría de von Neumann el tiempo desaparece¹⁷. La matemática describe completamente el estado del sistema observado y del instrumento de medida, y la variación que éste experimenta como consecuencia de la observación es fruto de la toma de conciencia por parte del observador de su resultado. Todo lo que pertenece, pues, al mundo físico es introducido en la esfera de la legalidad lógico-matemática.

Sólo la conciencia queda fuera. Y con ésta el caos, el desorden, la imprevisibilidad son expulsadas de la ciencia, la cual reconquista su pureza incontaminada.

Una confirmación muy significativa del horror de von Neumann a todo aquello que es casual en la naturaleza nos la da él mismo en una carta (1955) a Georges Gamov, el cual había formulado una teoría sobre la formación de las proteínas basada en procesos aleatorios. “Me dan escalofríos escribe— al pensar que elementos de un sistema altamente organizado, como son las proteínas, tan eficiente desde el punto de vista de la finalidad que persigue, puedan tener origen en un proceso aleatorio”¹⁸.

Al subrayar este horror, no hay que olvidar, que, aún en el campo de la economía teórica von Neumann se empeña en llevar adelante, pocos años después, un programa de axiomatización lógico-formal fundamentado en el uso de las estructuras algebraicas, con rigurosa exclusión de cualquier evolución temporal ligada al manifestar- se de factores que poseen un carácter estadístico-probabilístico.

En los límites de este trabajo, no es posible seguir adelante. Me falta sin embargo subrayar, aunque a esto volveremos luego, que von Neumann puede considerarse como el exponente más representativo de la gran mayoría de la comunidad científica de los físicos teóricos contemporáneos. “Su total adicción a los instrumentos de la razón concluye Heims— y su habilidad para usarlos, junto con su aparente desinterés por las cuestiones filosóficas, lo volvieron el modelo paradigmático del científico-matemático de inicios del siglo XX¹⁹.”

III. El azar como reflejo del caos

Dirijamos ahora nuestra atención a la figura de Norbert Wiener, figura que expresa coherentemente en el nivel de un programa de investigación o en el nivel epistemológico— una concepción del mundo y de la ciencia opuesta a la que acabamos de discutir.

Dos años después de la muerte de Wiener²⁰ escribía Mikac (1966) lo siguiente: “En retrospectiva no se puede dejar de admirar la longitud de miras que mostró Wiener cuando, hace casi medio siglo, escogió el movimiento browniano como tema de estudio desde el punto de vista de la teoría de la integración. El prever, en aquella

¹⁷S. Jammer. *The Philosophy of Quantum Mechanics*, Wiley, New York 1974, p. 471.

¹⁸S. Heims, *op. cit.*, p. 154.

¹⁹S. Heims, *op. cit.*, p. 140.

²⁰M. Koc, *Bulletin of American Mathematical Society* 72, n. 1, p. 68 (1.966).

época, que un edificio imponente podría edificarse sobre ese rincón esotérico de la matemática fue un milagro de intuición del cual difícilmente existen otros ejemplos...

Nos dio no sólo un nuevo modo de abordar los problemas, sino, más aún, un nuevo modo de pensar en ellos". Pero no se trataba simplemente de una intuición matemática. Wiener había escogido su trabajo en el terreno límite entre física y matemática porque, escribía más tarde, "este tipo de trabajo se armoniza con un aspecto fundamental de mi personalidad". Otra vez más, encontramos una estrecha correspondencia entre carácter, modo de ver las cosas, intereses culturales y filosóficos, estilo de trabajo de un científico, y la problemática, los métodos, los fines de su investigación.

"Fue en el MIT —escribe Wiener en su autobiografía²¹— donde mi interés creciente por los aspectos físicos de la matemática comenzó a tomar una forma definida. Los edificios de los institutos dan al río Charles y desde sus ventanas el paisaje se extiende bajo un horizonte cambiante de rara belleza. El humor de las aguas del río era siempre un espectáculo fascinador. Para mí tenían otro significado, como matemático y como físico.

A veces las ondas corrían altas, manchadas de espuma, otras veces sus rizos eran apenas visibles. A veces su longitud llegaba a pocos centímetros, otras a metros. ¿Qué lenguaje descriptivo habría podido usar para representar estos hechos claramente visibles, sin ser arrastrado en la intrincada complejidad de una completa descripción de la superficie de las aguas? Este problema de las ondas estaba ligado a problemas de medias y de estadística, y por lo tanto estrechamente ligado con los integrales de Lebesgue que estaba entonces estudiando.

Me di cuenta entonces que el instrumento matemático que era objeto de mi investigación era también adecuado para la descripción de la naturaleza, y me convencí de que era en la naturaleza misma donde debería buscar el lenguaje y los problemas de mi investigación matemática".

Sería demasiado largo ilustrar en detalle los múltiples aspectos de la personalidad de Wiener que se reflejan en su forma concreta de trabajo como científico.

Me limitaré a subrayar tres puntos de su concepción del mundo que son de particular importancia. A los diez años Wiener escribió un ensayo titulado "La teoría de la ignorancia" en el cual daba "una demostración filosófica de lo incompleto de cualquier forma de conocimiento". (Recordamos la aspiración de von Neumann por demostrar la completitud del conocimiento). Este tema fue convicción constante durante toda su vida: lo limitado del conocimiento y por ende, de la capacidad de controlar los eventos como destino ineludible del hombre, pero así mismo como estímulo perenne a su insaciable sed de conocimiento. Y es precisamente este tema el que encontramos en sus conocimientos científicos. La escogencia del movimiento browniano como problema de fondo de su principal línea de investigación es, justamente, la escogencia de un problema en el cual lo incompleto de la información y la ignorancia parciales juegan un papel esencial. El objetivo que Wiener se propuso fue, en efecto, el de dar una forma matemática rigurosa a la descripción de una secuencia de eventos aún cuando éstos fueran el producto de acciones caóticas. En cierto sentido el problema matemático tiene estrecha analogía con el problema que él

²¹N. Wiener, *I am a Mathematician*, MIT Press, Cambridge 1964 p. 33.

consideraba su deber como ser humano. Y éste consistía para él en la búsqueda de regularidades y orden en el mundo que lo rodeaba, no obstante la ignorancia parcial de la naturaleza de las cosas y de las fuerzas que éstas ejercen sobre nosotros o en el interior mismo de nuestro inconsciente. Escogiendo el movimiento browniano escogió un problema en el cual la teoría de los integrales de Lebesgue se usaba para tratar probabilidades e incertidumbres, fundando así una rama de la matemática, la de los procesos estocásticos, en la cual una multiplicidad de sucesiones de eventos aleatorios forman la base para la definición de magnitudes previsible en promedio, y para el cálculo de las fluctuaciones de estas magnitudes alrededor de estos valores promedios.

El segundo punto fundamental de su visión de la realidad consiste en el carácter ineliminable del tiempo en cualquier descripción válida de los fenómenos. Así si von Neumann sigue la tradición de Parménides, Wiener pertenece a la de Heráclito. Para Wiener la "ciencia es explicación de procesos que suceden en el tiempo"²². Cada problema científico, para él, tendría que ser formulado según procesos estadísticos variables en el tiempo. Como físico era escéptico, frente a cualquier explicación de los fenómenos formulados según estructuras algebraicas inmutables o de procesos lógico—deductivos abstractos. Como matemático prefería el método constructivo respecto al axiomático.

El tercer punto se refiere a su concepción holística de la realidad: cada cosa está conectada con el resto. Y ésta es la base de otra contribución fundamental de Wiener a la ciencia del siglo XX: la cibernética. "Control y comunicación en el animal y en la máquina" es el subtítulo de su libro²³. Control y comunicación implican un comportamiento con un fin. En este sentido Wiener trae nuevamente al interior del pensamiento científico un concepto desacreditado: la causa final aristotélica.

Ese adquiere relevancia científica en cuanto se identifica con el mecanismo de autorregulación de un sistema mediante feed-back (retroalimentación). La forma matemática de tratar este mecanismo, omnipresente en los aspectos más variados y recónditos del mundo que lo rodea hace posible, según Wiener, la extensión de la física del dominio de la materia y la energía al de las comunicaciones y la información. Y éste no sólo en física. Los nuevos conceptos de mensaje, control, feed-back, pueden dar, prevé Wiener en 1948, los instrumentos para una comprensión científica de los fenómenos de la vida y de la muerte.

¿Cuál fue la acogida de la comunidad científica de los físicos a las ideas de Wiener? Muy diferente a la reservada con von Neumann. Así como éste último era considerado "el modelo paradigmático del científico matemático" así el primero era considerado como un matemático excéntrico y fuera del mundo.

Los interlocutores de Wiener, y no obstante sus esfuerzos, no serán los físicos sino la estrecha comunidad de matemáticos que lo reconocen como fundador de un sector disciplinario, los ingenieros de sistemas, los mecánicos aplicados que se ocupan de turbulencia, los médicos que se ocupan de tecnologías biomédicas y hasta psiquiatras y psicólogos que se ocupan del comportamiento.

Debemos ahora tratar de comprender las razones de estas diferencias.

IV. ¿Quién decide qué debe ser la física?

²²S. Heims, op. cit., p. 151.

²³N. Wiener, *Cybernetics* Wiley, New York 1948.

Sostuve en la introducción de tesis de que la comunidad de los físicos, con la escogencia que hizo a fines del segundo decenio de este siglo, quiso restituir a la física el carácter de ciencia de las leyes generales e inmutables, ciencia galileica fundada en la convicción de que el gran libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas”, carácter éste que la crisis de los primeros decenios del siglo había puesto en duda. El elemento esencial de esta reafirmación fue el reconducir los aspectos casuales, probabilísticos, de la nueva mecánica, a las reglas de un algoritmo lógico-abstracto mediante la eliminación de su carácter temporal. Desde este punto de vista la nueva mecánica se sitúa más como legítima heredera de la mecánica newtoniana que como antagonista. En ambas teorías, en efecto, las ecuaciones del movimiento son deterministas y reversibles y la evolución temporal de las magnitudes que representan el estado de un sistema no es más que el despliegue de una sucesión de cambios que no contienen nada nuevo, en cuando que están contenidos potencialmente en cualquiera de los estados pasados o futuros de la sucesión, escogido arbitrariamente.

Me propongo corroborar esta tesis, mostrando cómo la salida escogida no era para nada obligada y cómo esto implicó el hacer a un lado toda una serie de problemas fundamentales que la crisis de la física clásica había levantado, posponiendo su consideración durante varios decenios. Quede claro que no pretendo sostener que la comunidad de los físicos pudiera, costara lo que costara, buscar una formulación alternativa a la mecánica cuántica usando, por ejemplo, las técnicas elaboradas por Wiener desde inicios de los años 20. Sería necesario el negar que la mecánica cuántica presentó desde sus inicios ventajas en cuanto a simplicidad y flexibilidad desde el punto de vista de aplicaciones prácticas que no habrían dejado de atraer el interés y el entusiasmo de la mayor parte de los físicos activos. Quisiera más bien subrayar la hostilidad ideológica que durante largo tiempo impidió cualquier intento de explorar las posibilidades existentes en otras direcciones.

En efecto, no fue hasta los años 60, por ejemplo y después de haberse demostrado la irrelevancia del teorema de von Neumann cuando comienza el primer intento serio²⁴ de formular una teoría equivalente a la mecánica cuántica utilizando la teoría de los procesos estocásticos. Pero sobre todo deseo mostrar cómo la escogencia de la mecánica cuántica en la forma codificada por von Neumann implicó la expulsión de la física de todos los problemas que una reflexión atenta sobre las perspectivas aún abiertas del desarrollo de la mecánica clásica habría podido abrir. Veremos con detalle de lo que se trata.

El primer hecho que mueve a reflexión es la desaparición de la física del concepto de irreversibilidad, desde fines del siglo pasado hasta casi nuestros días. Es de sobra conocido que Boltzman primero y luego Planck sostenían que el segundo principio de la termodinámica era una ley absoluta de la naturaleza. Y como tal tenía para ellos un papel central en la ciencia física. No puedo detenerme en las vicisitudes, bien conocidas, del teorema II y de la polémica entre Boltzman, Lorschmidt y Zermelo. Recuerdo solamente que el programa de Planck, que luego lo condujo inesperadamente a la ley del cuerpo negro y a su interpretación en términos cuánticos, tenía por objeto inicial el demostrar que el campo electromagnético contenido en una cavidad había alcanzado irreversiblemente un estado de equilibrio a una dada temperatura, y gracias únicamente a las ecuaciones del movimiento²⁵. Sólo cuando

²⁴S. Heims, op. cit.,

²⁵T. S. Kuhn, *Black Body Theory and the Quantum discontinuity*, Clarendon. Oxford 1978.

este objetivo se demostró inalcanzable (debido a la reversibilidad de las mismas ecuaciones) Planck abandonó la descripción según la evolución temporal, para adoptar la descripción estadística según la probabilidad de los estados, que Boltzman había a su vez adoptado después de haberse topado con igual dificultad.

Desde entonces la cuestión de la irreversibilidad permaneció limitada al interior de la comunidad de los físico-químicos para quienes la termodinámica es un instrumento esencial y sobre todo en la escuela holandesa. No se sabe por qué. Sería interesante estudiar el papel de la investigación de las bajas temperaturas de Kamerlingh Onnes y de los laboratorios de la Phillips.

Desde el trabajo de Onsager en 1931²⁶ hasta los trabajos de la escuela de Prigogine²⁷ esta línea permanece al margen de la física, tan es así que a Prigogine le fue otorgado el Premio Nobel de Química.

El tiempo desaparece, pues, de la física en el sentido de que la evolución de un conjunto estadístico hacia el equilibrio cesa de ser un problema digno de interés: la mecánica estadística se reduce al cálculo de las funciones de partición en el equilibrio. Y es precisamente este punto en el que se basa la introducción de la discontinuidad, que será la semilla de la cual nacerá la mecánica cuántica. Como ya lo demostró Kuhn, sólo varios años después de la introducción de la constante de Planck en 1900, cuando Lorentz se convenció de lo inevitable de la hipótesis de la discontinuidad en la energía de los osciladores en equilibrio con la radiación, la comunidad de los físicos acepta la necesidad de los cuantos. Pero esta inevitabilidad es consecuencia directa de la aceptación tácita y general de la hipótesis de que cada sistema "razonable" sea ergódico. Incluso Poincaré, como lo han hecho ver recientemente Ciccotti y Ferrari²⁸ en su extremo y fallido intento de encontrar una vía de salvación para la mecánica clásica, rehúsa considerar la eventualidad de que existan sistemas dinámicos no ergódicos como alternativa a la introducción del cuanto.

No fue sino hasta 1954, con el teorema de Kolmogorov²⁹ (en la jerga física-matemática, teorema KAM) cuando se descubrió lo poco obvia que es la propiedad de ergodicidad en los sistemas complejos. El problema, pues, vuelve a abrirse, pero ya la historia ha avanzado por un curso propio.

Este problema se convierte en problema de investigación por parte de otra comunidad, otras revistas, otros congresos, otras cátedras. Quien se pregunte cómo hubiera sido la física si el teorema KAM hubiera sido conocido en 1900 es mirado como un excéntrico³⁰.

Otro cambio tiene lugar gracias a otra temática nacida en el seno de la mecánica clásica a finales del siglo pasado, con la famosa memoria de Poincaré sobre el problema de tres cuerpos, y es el de la inestabilidad dinámica. Temática que abre a su vez una falla inesperada en el determinismo laplaciano que parece ser una consecuencia necesaria de la mecánica newtoniana. Desarrollada particularmente por

²⁶L. Onsager, Phys. Rev. SZ 405 (1931).

²⁷I. Prigogine e L. Nicolis, Self Organization in Non equilibrium Systems, Wiley, New York 1977.

²⁸G. Ciccotti e G. Ferrari, Eur J. Phys. 4 (1983) 110.

²⁹A. N. Kolmogorov, Dokl. Akad. Nauk. SSSR 98, 527 (1954).

³⁰V. ad es.: L. Galgani e A. Scotti, Rivista N. Cimento2, 189 (1972).

los astrónomos de los años 60³¹ y tomada en forma independiente en otras disciplinas afines y contiguas, esta temática se basa en el hecho de que los sistemas dinámicos no lineales completamente determinísticos puedan tener un comportamiento "salvajemente caótico". No fue hasta 1977 cuando se desarrolló en Como una conferencia sobre el comportamiento estocástico de los sistemas hamiltonianos y que reunió, por primera vez astrónomos, biólogos, economistas, físicos y matemáticos que trabajaban en esta área. Resulta significativo que esta conferencia haya sido convocada treinta años después de aquella famosa conferencia de Como en la cual la mecánica cuántica tuvo su "bautizo" oficial, reivindicando por lo menos por parte de los organizadores, un análogo significado de vuelco histórico³². Y como para justificar lo poco justificable que es, desde el punto de vista racional, el largo intervalo de tiempo transcurrido, se lee en la introducción al volumen que recoge las principales ponencias la siguiente afirmación:

"Se dedicó mucha atención (en esta Conferencia) al problema de la cuantización de los sistemas clásicos no lineales, caóticos una dificultad prevista por Einstein desde 1917 pero largamente obviada en los decenios sucesivos".

Un olvido que resulta ser una confirmación de la tesis que trato de argumentar.

El tercer campo de investigación puesto al margen por la comunidad de los físicos y que sólo recientemente ha tomado gran impulso, ingresando nuevamente en la física "por la ventana" después de haber sido expulsado "por la puerta" es el de los procesos estocásticos. Vimos ya cómo los trabajos pioneros de Wiener a inicios de los años 20 fueron sustancialmente ignorados por los físicos, los cuales hasta los años 70 no tomaron seriamente en consideración la posibilidad de utilizar los instrumentos que allí se formulan para afrontar los problemas de interés para su disciplina. Es interesante subrayar que dichos instrumentos, como demostró Battinelli³³ en sus trabajos dedicados al nacimiento de la disciplina surgida alrededor de las investigaciones sobre la turbulencia, fueron adoptados en cambio por esta comunidad, con notable éxito, en los años 40 mediante lazos directos entre Wiener y el fundador de esta teoría, Y.C. Taylor.

La misma formulación en los años 30, por parte de Kolmogorov y la escuela rusa de una disciplina tan fecunda en resultados aplicados como es la teoría clásica de las probabilidades, pasa prácticamente inobservada entre los físicos hasta época muy reciente.

Las técnicas de los procesos estocásticos comenzaron a ponerse de moda entre los físicos teóricos que se ocupaban de mecánica estadística y de teoría de campos en los años 70.

Resulta demasiado pronto para decidir si este cambio, que por ahora parece consistir principalmente en la adopción de técnicas más eficientes y flexibles, indique el prelude también de un cambio conceptual por parte de la comunidad en cuanto a la posición por asumir hacia las problemáticas típicas de las ciencias de los procesos.

³¹G. Contopoulos, *Astron.Journ.* 68, 3 (1963), M. Henon e C. Herles, *Astron. Journ.* 69, 73 (1964).

³² *Stochastic Behavior in Classical and Quantum Hamiltonian Systems*, Volta Memorial Conference, Como 1977, Springer Verlag Berlin, 1979.

³³ G. Battinelli, inédito.

Personalmente opino que la situación evoluciona en dirección análoga a la delineada por Ageno en biología.

Me limitaré, para ilustrar esta convicción, a citar una serie de trabajos recientes de un grupo de físico-matemáticos de Marsella³⁴, quienes muestran que la ecuación de Schrödinger, entendida relativísticamente como ecuación de evolución de densidad de materia sometida a perturbaciones aleatorias, podría dar cuenta de una multiplicidad de fenómenos macroscópicos —desde la circulación de masas de aire en la atmósfera a las fajas de Van Allen, desde la distribución de masas en el sistema solar a los fenómenos de clustering en los cultivos de bacterias— que tenemos ante nuestros ojos diariamente.

Es ya tiempo de sacar algunas conclusiones de las múltiples observaciones que intenté exponer.

V. El proceso de convalidación de las proposiciones innovadoras

El cuadro que delinee revela, no obstante las lagunas y afirmaciones apresuradas, un fenómeno preciso: la existencia de un poder de aceptación o rechazo por parte de las comunidades científicas de una dada disciplina, de las propuestas innovadoras de los científicos particulares, poder que se ejercita por el uso de criterios informales, no codificados pero con divididos tácitamente, por la mayoría de la propia comunidad, o lo que es igual, por sus exponentes más significativos.

A primera vista, esta afirmación puede aparecer obvia, y de hecho sí lo es si nos limitamos a considerar como operantes solamente aquellos criterios de escogencia admitidos por la “reconstrucción racional” del proceso de desarrollo de la ciencia. Criterios que, sin entrar en detalles porque son cosas de sobra conocidas, podría resumirlos como criterios de consistencia lógica y de adecuación empírica. Puede ser menos banal si se reconoce que estos criterios no son únicos y, a menudo, tampoco los más importantes.

Hemos visto cómo de las dos propuestas alternativas de desarrollo avanzadas por matemáticos de altura intelectual no común y de extraordinarias capacidades creadoras como von Neumann y Norbert Wiener, la primera fue aceptada por la comunidad con una adhesión convencida y rápida sin dudas, como base para la definición de su propio campo disciplinario; o la segunda, olvidada por varios decenios. La interpretación que ofrecí de esta diferencia en el comportamiento proviene de la constatación de que la primera garantizaba a la física la posibilidad de continuar siendo la ciencia por excelencia, la ciencia de las leyes universales y atemporales, la única ciencia en grado de acercarse a las verdades absolutas e inmutables del gran libro de la naturaleza, mientras que la segunda proponía extender las fronteras de la disciplina hasta convertirla en ciencia de los procesos, ciencia de los fenómenos transitorios e irrepetibles, ciencia de los sistemas complejos, capaces de evolución, no tautológicos.

La escogencia del primer camino se cumplió con base en metacriterios, es decir criterios de juicio sobre la naturaleza de la física, o sea sobre lo que ésta debe investigar y en qué modo, más que con base en criterios codificados en el seno de la física como disciplina ya definida y formalizada. La distinción no es banal. Esta subraya la existencia de niveles diferentes de juicio en la evaluación de la validez de los nuevos

³⁴Albeverio et. al.

conocimientos, niveles de tipo lógico diferente, que no hay que confundir, si no se desea incurrir en paradojas e incongruencias del tipo Russell (como ya insinué a propósito de la relación entre el teorema de Gödel y el teorema de von Neumann).

Una cosa es juzgar si una determinada contribución satisface las condiciones de validez que surgen del conjunto de reglas formales que caracteriza una disciplina dada en un momento dado. Otra cosa es juzgar si una determinada proposición de cambio de esas reglas es aceptable a la luz de meta-reglas que fijan los caracteres considerados irrenunciables, en aquel momento, para aquella disciplina. En el caso discutido, por ejemplo, éstas no sólo consistieron, en el plano técnico, en escoger entre una definición de estado como vector en el espacio de Hilbert y una definición de historia como proceso estocástico, sino que también permitió decidir que quien se ocupaba de procesos estocásticos no era un físico.

La distinción es en todo análoga a la que Gregory Bateson traza entre diferentes niveles de comprensión en su célebre ensayo "Las categorías lógicas de la comprensión y de la comunicación"³⁵, ensayo que resume las ideas fundamentales de la escuela de Palo Alto, que tanta influencia ha tenido en el desarrollo reciente de la ciencia del comportamiento. En particular, es análoga a la distinción entre dos tipos diferentes de cambio introducida por Paul Watzlawick, discípulo de Bateson, en sus estudios sobre "Pragmática de la comunicación humana"³⁶. Pero, sobre todo es análoga a aquella que el propio Bateson señala entre niveles de selección y control en los grandes procesos evolutivos de las especies y del conocimiento humano y que son el argumento de su último libro *La naturaleza y la mente*³⁷ "Comunicación y control": así el círculo se cierra. Encontramos nuevamente el subtítulo del libro de Wiener. Y no es casualidad: las dos ideas guías del pensamiento de Wiener, procesos estocásticos y feed-back se revelan como los pilares fundamentales sobre los cuales se construirá la ciencia de fines de este siglo. Pero es claro que no se trata de una simple analogía. En todos los casos se trata en efecto de separar los cambios que suceden dentro de un contexto dado con respecto a los cambios del contexto (y eventualmente, a su vez, de los cambios en la clase con respecto a los cambios del contexto).

El crecimiento del conocimiento científico no escapa, pues, a la modalidad general de adquisición de conocimientos por parte del hombre. Ya se trate del conocimiento colectivo o individual, estas modalidades se basan en la posibilidad de ordenar las informaciones contenidas en los mensajes que tal adquisición produce, en una jerarquía de clases, cada una de las cuales es un elemento de la clase superior y al mismo tiempo reagrupa las del nivel inferior. Es, pues, la identificación de las informaciones contenidas en cada mensaje, y la atribución de cada una de ellas al nivel que se supone apropiado, lo que produce un crecimiento del conocimiento. Esto ya no se ve como una simple acumulación indiferenciada de nuevas contribuciones sino como proceso de enriquecimiento y de reordenamiento de este complejo sistema de relaciones entre clases de proposiciones sobre el mundo que nos rodea, clases de proposiciones sobre las proposiciones precedentes y así sucesivamente.

³⁵G. Bateson, "Le categorie logiche dell'apprendimento e della comunicazione" in: *Verso un'ecologia della Mente*. Adelphi 1976, Milán.

³⁶P. Watzlawick, S. Beavin e D. Jackson, *La pragmática della comunicazione umana*, Astrolabio, Roma 1971; P. Watzlawick, J. Weakland, R. Fish, *Change*, Astrolabio Roma 1974.

³⁷G. Bateson, *La natura e la mente*, Adelphi Milano 1984 (*Nature and Mind*, Wildwood, London 1979).

Para dar un ejemplo, recordemos que el proceso de aprendizaje "por ensayo y error" es para Bateson sólo un nivel determinado, al cual no hay que confundir con el inferior (aprendizaje cero: a cada estímulo una respuesta) dada ni con el superior (aprendizaje dos: capacidad de cambiar el conjunto de las alternativas dentro de las cuales se efectúa la escogencia en el nivel inferior).

Este ejemplo se nos presenta particularmente significativo para nuestros fines si recordamos que la epistemología evolutiva popperiana equipara el crecimiento del propio conocimiento a un proceso de aprendizaje por ensayos y errores. Dice Popper³⁸:

"El desarrollo del conocimiento procede de viejos problemas a nuevos problemas, mediante conjeturas, y confutaciones". En otra parte precisa: "La solución de los problemas procede siempre por el método ensayo-error: nuevas reacciones, nuevas formas de comportamiento, nuevas hipótesis son propuestas en forma provisional y por tentativas, y se controlan por obra de la eliminación del error".

En la óptica de lo dicho anteriormente aparece claro, pues, el límite de esta concepción: está en el bajar la compleja jerarquía de niveles de control del proceso de desarrollo del conocimiento, al único nivel de la eliminación del error en un contexto que se asume dado de una vez por todas.

No es casualidad que este bajonazo y nivelación corresponde en Popper a una visión unidimensional de la realidad que ve en un extremo las nubes y el la otra los relojes³⁹. Pero nosotros no somos algo que está entre los primeros y los segundos: somos más complicados que los unos y los otros.

Desde este punto de vista se vuelve fácil la discusión de la posición del tradicional opositor de Popper: Thomas Kuhn. Es claro que su periodización de la historia de la ciencia en fases de ciencia normal separadas por breves períodos de cambios revolucionarios⁴⁰ se acerca mucho al proceso que antes delineé, en el sentido de que las primeras corresponden claramente a la adquisición de conocimientos dentro de un contexto dado, en los segundos se dan cambios del contexto (para decirlo con Watzlawick: cambio y cambios). Esta dicotomía es, sin embargo, excesivamente esquemática. Puede prestarse a las críticas de quien, aunque sea por mantener la polémica, ve una manifestación de irracionalidad en el cambio paradigmático, por lo menos tal como lo describía Kuhn en 1952. hay también aquí una tendencia a igualar los niveles que puede llevar a confusiones. El cambio paradigmático es ciertamente un cambio de los criterios que regulan el ámbito de aceptabilidad de las contribuciones que se consideran válidas para el desarrollo de una disciplina dada pero está así mismo sujeto a meta-reglas no menos vinculantes, aunque menos formalizadas. A su vez, estas meta-reglas pueden ser cambiadas bajo la presión de empujes internos o externos suficientemente fuertes pero aún este cambio tendrá lugar en el interior de una gama de posibilidades que ni es arbitrario ni es ilimitado. Lo que parece faltar en la concepción de Kuhn es justamente la conciencia de esta jerarquía de niveles de selección y control que tiene la función de asegurar el mantenimiento de la identidad de una disciplina dada, consintiendo al mismo tiempo la aceptación, al más bajo nivel posible, de los cambios necesarios para su función.

³⁸K. Popper, "L'evoluzione e l'albero della conoscenza" en *Conoscenza oggettiva*. Armando, Roma, p.344; *Objective knowledge*, Oxford at the Clarendon Press, 1972.

³⁹K. Popper, "Nuvole e orologi" in op. cit., pág. 307.

⁴⁰T. S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scien. tifiche*, Einaudi, 1969; *The structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1962.

Esta estructura jerárquica explica también por qué toda la discusión entre Kuhn y sus opositores⁴¹ acerca de la naturaleza de la discontinuidad implicada por el concepto de revolución científica, sea una discusión que puede prolongarse al infinito si no se comprende que un cambio de paradigma consiste al mismo tiempo en un cambio discontinuo de las reglas que definen cómo hacer física y en un mantenerse de las meta-reglas de qué cosa es la física. También estas últimas pueden cambiar, a su vez, en forma más o menos discontinua pero también en ese caso siempre será posible individualizar algo que asegure la continuidad de la disciplina.

Esta articulación del concepto de revolución científica resuelve también otro problema que ha sido objeto de un largo diálogo entre sordos. El de la circularidad implicada en la relación entre paradigma y comunidad. Si la comunidad se define como el conjunto de científicos que condividen un paradigma dado, y éste último no es otra cosa que el patrimonio de reglas que los científicos pertenecientes a una determinada comunidad utilizan para desarrollar su propia disciplina, no se definen ni el primero ni el segundo. Pero si se distinguen bien los niveles todo se aclara: la comunidad está constituida por todos aquellos que condividen las meta-reglas que deben usarse para cambiar las reglas de la actividad de investigación "normal", salvaguardando lo que ellos consideran que constituye la identidad irrenunciable de la disciplina. Esta definición no es nominalismo vacío. Es la única que explica por qué un Einstein o un Schrödinger, los cuales, ciertamente tenían todas las cartas en regla para formar parte de la comunidad de los físicos, fueran marginados después de 1927. Así mismo explica por qué von Neumann, profesionalmente externo, en cuanto matemático, a la comunidad de los físicos fuera, al contrario, uno de los miembros de mayor autoridad. Y también explicará (si sucediera como pienso) el por qué Wiener, que de vivo nunca perteneció a ella, sea admitido un día no lejano con todos los honores.

Ángel Ruiz Zúñiga

⁴¹Critica e crescita della conoscenza (cd. I. Lakatos e A. Musgrave) Feltrinelli, Milán 1976; Criticism and the Growth of Knowledge, Cambridge Univ. Press. 1970.

CONSIDERACIONES HISTORICO-FILOSOFICAS SOBRE LA TECNOLOGIA

Summary: *We begin a criticism of modern technology by trying to clarify its nature and causes. Based on the most recent view of Mumford, a theoretical and methodological position is suggested concerning the relationship among techniques, production, politics and culture in human evolution. We emphasize the role of political and cultural factors in historical change, analyzing, in particular, the dual political-human dimension of technology and the ethical sense of a commitment to a humanist and naturalist transformation of science and technology.*

Resumen: *Se incide en la crítica de la tecnología moderna buscando esclarecer la naturaleza y los determinantes de la misma. A partir de la visión más reciente de Mumford se sugieren una posición teórico-metodológica sobre la relación entre técnicas, producción, política y cultura en la evolución humana. Se enfatiza el papel de los factores políticos y culturales en el devenir histórico; especialmente se analiza la dimensión dual política-humana de la tecnología y el sentido ético de un compromiso con una transformación humanista y naturalista de la ciencia y la tecnología.*

La crítica antitecnológica se desató después de la Segunda Guerra Mundial. Ya en 1954 Jacques Ellul publicaba *La technique* (La sociedad tecnológica, publicada en los Estados Unidos diez años después). Años después Lewis Mumford sacaba su *Myth of the Machine* (1967 y 1970) y el biólogo René Dubos *So Human an Animal* en 1968. Para Ellul la "technique" se había convertido en una figura independiente del hombre que le sometía a sus designios. Para Dubos el hombre no estaba equipado para vivir en un mundo tecnológico. En 1970 Charles Reich en *Greening of America* enfatizaba la nueva contracultura y Theodore Roszak en *The Makings of a Counter Culture* o en *Where the Wasteland Ends* (1972) introducía además cierto "espiritualismo" en la visión antitecnológica. También Herbert Marcuse apuntaba contra la sociedad tecnológica en *El Hombre Unidimensional*⁴².

⁴² Samuel C. Florman intenta un resumen de la crítica tecnológica de la siguiente forma: "Estos entonces son los Temas principales que están en los trabajos de los antitecnologistas: (1) La tecnología es una "cosa" o una fuerza que se ha escapado del control humano y está estropeando nuestras (2) La tecnología fuerza al hombre a hacer trabajo que es tedioso y degradante. (3) La tecnología fuerza al hombre a consumir cosas que no desea realmente. (4) La tecnología crea una clase elitista de tecnócratas que debilitan la participación de las masas. (5) La tecnología lisa al hombre al cortarle del mundo natural en el cual evolucionó. (6) La tecnología provee al hombre de diversiones técnicas que destruyen el sentido existencial de su propio ser". en Samuel Florman, "In Praise of Technology" en *Harper's Magazine*; nov. 1975, New York, p. 56.

Florman concluye que todas estas ideas no tienen base y dedica su artículo a un fuerte ataque contra ellos. Concluye que su abogar por un nuevo movimiento es peligroso porque "... cada nuevo movimiento de masas lleva consigo mismo las semillas de un nuevo totalitarismo", p. 71.

Otros condenan la crítica antitecnológica como meros expedientes contra la ciencia y la tecnología y entonces contra el progreso, lo que los convierte inmediatamente en reaccionarios.

Para los comunistas los antitecnologistas manifiestan la decadencia de la sociedad capitalista, aunque buena parte de la crítica se puede aplicar a las sociedades comunistas.

Para otra serie de intelectuales la tecnología moderna es la principal fuente de los problemas de desequilibrio ambiental. En ese sentido se ha manifestado Commoner en *The Closing Circle* o, aunque relativizando el papel de la tecnología e introduciendo otros factores, John Holden y Paul Ehrlich en (por ejemplo) *Science and Public Affairs*.

Ellul y Marcuse retoman la noción de alienación (de Marx) que genera en el hombre impotencia, carencia de sentido, aislamiento, auto enajenación⁴³, pero además se introduce la alienación del consumo. Ambos se refieren a un fenómeno real. Los hombres no controlan en general ni su trabajo, ni los productos del mismo, ni siquiera las relaciones de trabajo con otros hombres. Todo esto sucede en efecto en una sociedad mundial en la que la tecnología es parte esencial integrada en un orden que genera alienación. Esto sin duda obliga teóricamente a revisar la función social y la naturaleza de la tecnología.

Tal vez la reflexión crítica sobre la tecnología se podría remontar a Samuel Butler con su *Erewhon*. La crítica anti-tecnológica a pesar (en algunos casos) de ciertos aspectos negativos y reaccionarios frente al decurso científico-tecnológico, expresa la preocupación válida por el desarrollo de instituciones humanas que ha generado tremendas amenazas para la supervivencia de la especie y de la vida en el planeta, aparte de la satisfacción que supone la alienación. Los argumentos usados en algunos casos son débiles, y las conclusiones a veces conducen a un misticismo irracional y a una nostalgia decadente por los viejos tiempos. Sin embargo, la magnitud del objeto al que se refieren introduce el tema en las principales disquisiciones sobre el futuro de la historia, de la vida y del hombre. La incidencia reflexiva sobre la naturaleza de su ser no deja de involucrarse con justeza en todo esto. La problemática no es, sin embargo, filosofía especulativa simplemente: las opciones éticas y políticas (entonces prácticas) intervienen de una u otra manera.

I

La crítica de Mumford en su artículo *Technics and the nature of man* es profunda y plantea una sugestiva interpretación de la naturaleza del hombre y de su evolución. Para éste estamos en una etapa en la que se ha pasado de la invención o uso de herramientas (en busca del dominio de la naturaleza), a una etapa en la que el hombre se ha separado de su hábitat orgánico⁴⁴. Se trata de un salto cualitativo. Advierte que el hombre se va convirtiendo en un animal pasivo, ligado al servicio de máquinas, limitado y controlado "para el beneficio de organizaciones colectivas despersonalizadas"⁴⁵.

La conclusión incide de nuevo en la alienación.

Para él se ha exagerado el papel jugado por las herramientas del hombre en su evolución e historia (i. e. en su naturaleza). Al hombre se le define como aquél que hace y usa instrumentos; se lee entonces (tendenciosamente) en la historia esa determinación, incluso añadiríamos se divide la misma a partir del uso de tal o cual técnica o material.

⁴³ Cf. Dickson, David. *Tecnología Alternativa*. Trad. Fernando Valero, Madrid: H. Elume Ediciones, 1980, pp. 16-17.

⁴⁴C.F. Mumford, Lewis. "Technics and the nature of man" en Mitchan, Carl, y MacKey, Robert, *Philosophy and Readings in The Philosophical problems of Technology*. New York: The Free Press, 1972, p. 77.

⁴⁵Idem.

Según Mumford:

“No había nada exclusivamente humano en la tecnología temprana hasta que fue modificada por símbolos lingüísticos, organización social y un designio estético”⁴⁶.

La “herramienta” central del hombre era entonces su propio cuerpo activado mentalmente, usada para todo tipo de propósitos. Lo que se establece aquí como criterio metodológico es cierto biocentrismo en las tempranas fases de la evolución humana. Entonces

“Las técnicas de instrumentos y muestras técnicas de las que se derivarán las máquinas son simplemente fragmentos especializados de una biotécnica: y por biotécnica uno quiere decir el equipo total del hombre para la vida”⁴⁷.

Para sintetizar su visión señala:

“Opuesto al estereotipo de la dominancia de las herramientas, la presente visión sostiene que el hombre es preeminentemente un animal que usa la mente, confecciona símbolos y se autocontrola, y el lugar primario de todas sus actividades descansa en su propio organismo”⁴⁸.

La visión de Mumford pone de manifiesto el papel activo de las acciones vinculadas a la cultura y a la organización social en el decurso humano. Esto es central en la comprensión de la naturaleza del hombre y plantea una crítica profunda a los determinismos tecnológicos o económicos. Para el marxismo, por ejemplo, la base económica determina al resto de la sociedad; más aún los medios de producción (las fuerzas productivas) se desarrollan y entonces provocan conflicto en la esfera de las relaciones de producción. En este sentido, un teórico soviético (A. Zvorikine) repitiendo las viejas verdades aprendidas establecía hace unos años:

“En ciertos estados de desarrollo social, la tecnología, como un elemento de las fuerzas productivas, entra en contradicción con las condiciones sociales de su desarrollo, que conduce a cambios en las relaciones de producción y a cambios en la misma tecnología”⁴⁹.

La tecnología es entonces determinista (es una “esfera independiente de fenómenos”)⁵⁰.

El conflicto con el marxismo es claro. La visión de Mumford conduce a enfatizar como determinantes elementos no económicos en el proceso de la evolución humana: si se quiere culturales (no materiales). Para el marxismo no sólo la economía es la determinante sino que en ella los medios de producción, en particular el tipo de técnicas y las herramientas usadas. Para Engels el trabajo (se entiende productivo) es lo decisivo en la “transformación del mono en hombre”; las actividades no productivas

⁴⁶Ibid., p. 78.

⁴⁷Ibid., p. 79.

⁴⁸Ibid., p. 80.

⁴⁹Zvorikine, A. “Technology and the Laws of its Development” en Stover, Carl. (ed) The Technological order. Proceedings of the Encyclopaedia Britannica Conference. Detroit: Wayne State University Press, 1965 pp. 65-66.

⁵⁰Ibid., p. 65.

son secundarias. Sin duda la visión marxista es reduccionista y aportaría un solo elemento en el decurso evolutivo y social. Mumford apunta a lo que en efecto es decisivo en la naturaleza del desarrollo de los hombres: su dimensión social y cultural. Con una relativización metodológica de lo económico y de las técnicas es posible comprender mejor, por ejemplo, el papel de la política y la cultura en la historia.

Mumford establece que el hombre en algún momento posee una "energía sobrante" que le permite dedicarse a cosas como las formas simbólicas⁵¹ y que su necesidad principal era "brindar orden y significado en cada parte de su vida"⁵² más allá de la "lucha por la existencia"⁵³. Esto debe comentarse con cuidado. Sin duda las actividades simbólicas (como el lenguaje), el control de su organización psico-social, fueron muy importantes en la evolución humana, pero la satisfacción de las necesidades materiales estaban profundamente integradas en toda la realidad humana. Pero, no es posible separar en cajones, estancos técnicas y lucha por la existencia por un lado, y por otras acciones simbólicas y control psico-social. Es volver a caer en otro determinismo unilateral. Como señala V. Ferkiss en *Technological man: the myth and reality*:

"Herramientas, caza, fuego, la compleja vida social, el habla, el camino y el cerebro humano evolucionaron juntos para producir el hombre antiguo del que el hombre hace cerca de medio millón de años"⁵⁴.

Una respuesta metodológica debe buscarse en la totalidad. En la satisfacción de sus necesidades materiales el hombre abordó la construcción de recursos sociales, la organización de los hombres con propósitos comunes fue lo decisivo en la evolución de su naturaleza (ésta incluía desde elementos políticos, simbólicos, vivencias religiosas, hasta técnicas y herramientas). Las técnicas en efecto son más bien un resultado de la misma organización social; pero a la vez condicionante en cierta medida de la misma. De hecho, gran parte de los resultados tecnológicos de la humanidad no han sido ni máquinas ni herramientas, sino formas de organización social. Podemos establecer que las técnicas fueron entonces, en general, producto de la organización social humana frente a necesidades concretas. Que en el devenir de esa organización los factores políticos y culturales fueron determinantes en el desarrollo social y en la evolución del hombre, así como probablemente en el diseño mismo de las técnicas y los medios de producción. Esta visión no excluye, sin embargo, el papel jugado por la organización productiva, es decir, para la satisfacción de las necesidades materiales básicas. Nuestra visión apunta a una integración totalizante en todos estos factores pero en donde la política y la cultura (i-e. las "súper estructuras") son determinantes históricamente. Sin duda representa un "volver patas para arriba a Marx" (una venganza hegeliana).

Cuando Mumford establece el carácter relativo de las técnicas en la naturaleza del hombre, y, a partir de eso, orienta su crítica contra la tecnología en la civilización.

Mumford se refiere a una "Megamáquina" coercitiva e inhumana (aunque formada por hombres), construida desde los albores de la civilización (ha. ce 5.000 años), y, reproducida y expandida por la sociedad moderna. En nuestra sociedad existe

⁵¹C.f. Mumford, Ob. cit., p. 79.

⁵²Ibid., p. 80.

⁵³Idem.

⁵⁴Ferkiss, Victor C. *Technological man: The Myth and the Reality*. New York: George Braziller, 1969. p. 29.

un compromiso con esa "megamáquina" y él mismo "es ahora visto como el propósito fundamental de la existencia humana"⁵⁵. El crecimiento de ésta —según él— es condición para el avance de la ciencia y la técnica. Concluye así:

"...mucho conocimiento abstracto sofisticado, aislado del sentimiento, de la evaluación moral, de la experiencia histórica, de la acción responsable, con propósito, puede producir un desbalance serio en ambos, la personalidad y la comunidad. Los organismos, las sociedades, las personas humanas son nada menos que delicados mecanismos para regular energía y ponerla al servicio de la vida"⁵⁶.

Es necesario comentar que esta noción de "megamáquina" es muy abstracta. No me parece adecuado meter en un solo paquete por la vía de un concepto a situaciones históricas tan diferentes como las que integra Mumford: desde civilizaciones de la Edad de Bronce, griegos, hasta la sociedad moderna. El análisis concreto de la situación histórica concreta sería el más indicado. Por otra parte la conclusión sobre el conocimiento abstracto merece un comentario que abordaremos después de incidir en algunas ideas de Roszak.

Para Roszak el problema es diferente. La naturaleza de la ciencia y la tecnología moderna, han eliminado una forma de conocimiento más vieja y larga de la que éstas parten. Esta derivación hacia lo nuevo ha sido empobrecedora y psíquicamente deformante. Ha reducido las potencialidades humanas⁵⁷. El llama gnosis a ese tipo de conocimiento anterior. Las ciencias y la tecnología moderna basadas en la cuantificación destruyeron según él, la verdadera dimensión de la conciencia, la "intuición visionaria". Entonces concluye que el monstruo que existe hoy es "el hijo del conocimiento sin gnosis, de poder sin inteligencia espiritual" (17). Con la cuantificación matemática de Galileo y Descartes.

"Valor, calidad, alma, espíritu, comunión animista, fueron rudamente cortados del pensamiento científico como exceso de grasa. Lo que quedó fue el mundo-máquina, liso, muerto y extraño"⁵⁸.

Tanto la problemática que señala Roszak con la ciencia sin gnosis como la conclusión de Mumford sobre el conocimiento abstracto, son en sí mismos abstractos. Ambos revelan la existencia de dificultades en la ciencia, la tecnología moderna, pero no buscan metodológicamente integrar en la comprensión de ellas una referencia a la organización social concreta que les dio origen. Por otra parte, en la conclusión de Mumford aparece cierta oposición entre conocimiento abstracto y vida que me resulta inconveniente, puesto que de nuevo se desvanece el puente que los une, a saber la totalidad social humana.

Sin evaluación moral o la acción responsable, la ciencia y la tecnología se vuelven no sólo contra la satisfacción de las potencialidades humanas sino contra la vida misma. Tanto Mumford como Roszak se refieren a ello. La historia del hombre ha visto con pesar el uso de las técnicas y las máquinas para la destrucción del hombre. Las fuerzas destructivas hoy acumuladas podrían destruir toda la vida en el planeta en

⁵⁵Mumford. Ob. cit., p. 83.

⁵⁶Ibid., p. 84.

⁵⁷Rozsak, Theodore. "The Monster and the Titan: Science, Knowledge, and Gnosis" en *Daedalus* (Journal of the American Academy of Arts and Sciences): Summer 1974, p. 23.

⁵⁸ Ibid., p. 29.

poco tiempo; y si esto no llega a suceder el desequilibrio ecológico existente es suficiente para otra forma de autodestrucción de la especie (más lenta) en otro plazo. Sin duda en la sociedad moderna vivimos con el espectro cotidiano de la destrucción; aunque no sólo como posibilidad totalizante sino como realidad concreta en muchas partes del mundo.

II

Al igual que en los estadios tempranos de la génesis humana la técnica se entendía en una interrelación integrada con la totalidad social, así debe entenderse en nuestros días. La naturaleza de la tecnología (al igual que la ciencia) se comprende especialmente en su función social. La tecnología no se puede asimilar a la suma de las herramientas y máquinas, incluye muy especialmente un conjunto de relaciones sociales: se trata de una institución social⁵⁹. Por lo tanto se encuentra en relación significativa con la estructura política de la sociedad. Sin negar un salto cualitativo en el desarrollo de la tecnología en el Occidente post medieval, y otro en los últimos 30 años, no es posible concluir como muchos antitecnologistas un carácter autónomo de la tecnología moderna con relación a los hombres. Esta sigue estando en una relación mutuamente condicionante con el resto del espectro social. Si la tecnología moderna

⁵⁹Cf. Dickson. ob. cit. p. 2.

Para algunos en la definición de Tecnología se debe enfatizar los aspectos "materiales" en otras ocasiones los sociales. A veces la definición usada es muy abstracta. Para Bunge "Un cuerpo de conocimiento es una tecnología sí y sólo sí.

(i) es compatible con la ciencia y controlable por el método científico, y (u) puede ser empleado para controlar, transformar o crear cosas o procesos, naturales o sociales para un fin práctico considerado valioso" (Bunge, Mario. "The Philosophical Richness of Technology" en Suppe, Frederick; Asquith, Peter D (eds) Philosophy of Science Association, 1976, vol. II. Michigan: East Lansing, PSA, 1977. p. 154). Aquí la relación e importancia con la ciencia es excesivamente enfatizada, y el carácter teórico-abstracto enfatizado.

Zvorikine también expresa una definición abstracta, pero en otro sentido: "De acuerdo con su carácter, de acuerdo con las leyes de su desarrollo, la tecnología puede ser definida como una esfera independiente de los fenómenos" (Zvorikine, A. ob. cit. p. 65) y "Por tanto la tecnología puede ser vista como una esfera que se desarrolla en la junción de la ciencia natural y la vida social" (Zvorikine. Idem).

Richard C. Dorf en *Technology, Society and Man* la define como "la organización de Conocimiento para el logro de propósitos prácticos" (citado por Black, Max. en "Are there any Philosophically Interesting Questions in Techonology" en Suppe, Frederick; Asquith, Peter (eds). ob. cit. p. 180). De una manera más general y comprensiva la definición dada por Robert S. Marwill en "The study of Technology": "La Tecnología en su sentido más amplio connota las artes prácticas. Estas artes van desde la caza, la pesca, la recolección, la agricultura, la domesticación de animales, la minería a través de la manufactura, la construcción, el transporte, provisión de alimento, energía, calor, luz, etc., hasta medios de comunicación, medicina y tecnología militar. Las tecnologías son cuerpos de destrezas, conocimiento, y procedimientos para hacer cosas útiles. Ellas son técnicas, medios de obtener propósitos reconocidos" (Citado por Black. Ob. cit. p. 185).

Sin duda existe una relación de la tecnología con la ciencia pero no una dependencia de la primera con respecto a la segunda ni teórica ni prácticamente. Por otra parte, es correcto afirmar un carácter útil de las tecnologías en un sentido general; es éste el que las dota de una dimensión universal que puede contribuir al desarrollo del hombre. Sin embargo, no es éste el único carácter que poseen. Al entender la naturaleza social de las mismas, también se Introducen en ellas los determinantes de la evolución social, en particular factores políticos e intereses de grupos, clases o bloques socialmente dominantes. La resultante de esta dimensión dual no puede captarse a partir de leyes generales abstractas, sino a partir del análisis concreto histórico de la totalidad en consideración.

genera destrucción, explotación, alienación, y desequilibrio con la naturaleza, es porque ha sido estructurada y usada provocando esas consecuencias por los grupos y clases dominantes en nuestras sociedades. La tecnología no es una realidad políticamente neutra (al margen de los bloques de poder político-ideológico-económicos) que en sí misma provoca el bien o el mal, la pasividad, la enajenación, o la angustia existencial. Aunque ocupando un papel central en la configuración de la sociedad moderna, la tecnología es un elemento secundario y dependiente frente a la totalidad social (lo cual no quiere decir que no pueda ocupar un papel determinante en ciertos momentos: cualquier destrucción total por artefactos nucleares sería "bastante" determinante; pero su decurso concreto dependerá siempre de la organización social y de los hombres). Al elevar la tecnología a una categoría autónoma (buena o mala) se introducen condiciones para eximir de responsabilidades éticas a los hombres y los grupos sociales tanto en lo que existe como en lo que existirá. Si no existen evaluación moral, acción y propósito responsables, valores, etc., en ciencia y tecnología, es porque lo que impera en el orden social son otros criterios vinculados a los intereses políticos, económicos y militares.

En otro orden de cosas: es posible rastrear algunas dificultades del tipo de conocimiento que representa la ciencia si se analizan sus determinantes sociales. La estructura del conocimiento occidental moderno ha sido a veces muy unilateral. Sin duda la cuantificación en el conocimiento científico (a la que se refiere Roszak) tuvo serias consecuencias epistemológicas en la configuración del conocimiento: Un "momento" cuantitativo arrancó con Galileo y concurdo en que otros elementos (cualitativos, éticos, etc.) fueron dejados de lado. Aunque no comparto el espiritualismo de Roszak, creo que el conocimiento científico en ciertos campos necesita ahora un nuevo salto hacia adelante que replantee el papel de lo cualitativo y de los valores (opino, sin embargo, que el momento cuantitativo de la ciencia fue absolutamente progresivo y cualquier nuevo "momento" debe integrarlo en una superior síntesis). Ahora bien, en la estructuración epistemológica de la ciencia moderna sin duda ha intervenido como factor la totalidad y estructura sociales (aunque pesan aquí mucho más factores psico-biológicos). Ya sea en relación a lo anterior o a lo que Mumford se refería, es necesario metodológicamente referirnos a la determinación de la totalidad social.

La tecnología moderna posee una dimensión política no sólo porque ésta sea usada por grupos sociales determinados, sino porque ha sido creada y estructurada por las necesidades político-económicas de grupos y clases sociales (y muchas veces sólo políticas). Las innovaciones tecnológicas muchas veces han sido introducidas en

Respuesta a una situación política práctica. Esto quiere decir, por ejemplo, que los bloques del poder en los países capitalistas como en los comunistas determinan en gran medida el uso y estructuración de la ciencia y la tecnología; aunque en relación con la tecnología de los países comunistas debe relativizarse en tanto bastante de ella es copiada de Occidente. La misma constitución histórica de la fábrica no puede excluir decisivos elementos de organización social y política, aparte de los económicos. Nuevamente aquí repetimos la idea metodológica de que los resultados técnicos o unidades productivas encuentran una mejor comprensión en la determinación social total (política, ideológica, religiosa, etc.). Así, entonces, la naturaleza de la Tecnología moderna (entendida históricamente) no es políticamente neutral.

Como señala Dickson en su Tecnología Alternativa existe en torno a todo esto una "ideología de la industrialización" que "postula una relación de equivalencia entre

los conceptos de industrialización, modernización y desarrollo social y tecnológico⁶⁰. En este mito se ve a la innovación tecnológica como una respuesta "objetiva y natural" a determinadas situaciones. Existe un discurso justificado acerca de la objetividad, neutralidad, e imparcialidad de la ciencia y la tecnología, que se arrastra desde el positivismo del siglo pasado. Un discurso cuya función social es el ocultamiento ideológico de la dimensión política de la ciencia y especialmente la tecnología.

Que la ciencia y la tecnología posean una dimensión política no significa que no exista un nivel de "autonomía", "libertad", o incluso una "legalidad" (conjunto de reglas) interna. Los problemas que se abordan a través de la tecnología no dejan de ser problemas concretos que trascienden las fronteras de la división en grupos o clases (a pesar de los condicionamientos recíprocos). Una vez planteados e independientemente de su origen se pueden obtener resultados de una dimensión humana. La tecnología moderna no es sólo la "tecnología de la burguesía", "tecnología clasista"; posee también una dimensión universal que permite proporcionar utilidad o satisfacción por encima de las divisiones e intereses de clases sociales. Podemos referirnos a una doble dimensión sintética al igual que sucede con tantas otras instituciones sociales en el mundo. El estado, por ejemplo, posee un carácter doble. Es a la vez que un instrumento del bloque social dominante (carácter clasista) un instrumento que debe satisfacer las necesidades del todo social. Intereses sectoriales e intereses globales de la sociedad son satisfechos por el mismo Estado. Cuando los intereses sectoriales generan un desequilibrio en el funcionamiento estatal se abren las condiciones para una crisis que pueda transformar la estructura del bloque social de poder. Existe un condicionamiento recíproco (cuyo rostro concreto puede precisarse históricamente) entre la determinación de los intereses de bloque o clases sociales y la determinación de los intereses de la globalidad social. Existe una relación dialéctica entre sociedad y clase, y entre humanidad y clase (v.g. el automóvil motivado por intereses de un grupo social llega a satisfacer necesidades generales de los hombres). La dimensión política y la dimensión humana se estructuran, además, de una forma diferente en la ciencia que en la tecnología. La "libertad" de la práctica científica y su "universo de discurso" autónomo son tal vez mayores. Pero el mismo análisis se aplica a ambos y además es importante metodológicamente efectuar su análisis considerando de una manera conjunta ciencia y tecnología⁶¹. Cuando se conecta en el análisis la ciencia y la tecnología aparecen muchas interrelaciones que esclarecen sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y desaparecen también muchos de los mitos del racionalismo y del positivismo acerca de la ciencia. Ahora bien, esta conexión debe entenderse en términos de interpretar a la tecnología simplemente como ciencia aplicada; colocando a la ciencia como la referencia para explicar la tecnología (para distinguir las tecnologías). Esto es muy común. Mario Bunge, por ejemplo, en su conferencia "La riqueza filosófica de la tecnología" en un Simposio en 1976 de la Philosophy of Science Association de EU, describe el espectro tecnológico a partir de las diferentes ciencias (Físicas, químicas, bioquímicas, biológicas, psicológicas, sociológicas, etc...) ⁶², y no a partir de su función social concreta. Las tecnologías responden a situaciones concretas de la organización de la vida social. Su base de

⁶⁰ Ibid., p. 165.

⁶¹ La dimensión política y las responsabilidades sociales e individuales están fuertemente integradas en la ciencia. No es posible admitir las excusas de los científicos cuando dicen (como señala Roszak): "Estos monstruos... son los bastardos de la Tecnología: pecados de la ciencia aplicada, no de lo puro" Roszak. Ob. cit. p 17.

⁶²Cf. Bunge, Mario. "The Philosophical Richness of Techonolgy" en Suppe, Frederick; Asquith, Peter D (eds) Philosophy of Science Association, 1976, Vol. II. Michigan: East Lansing, PSA, 1977. p. 155.

existencia está en la sociedad y en sus necesidades prácticas (sean como sean determinadas). En el proceso de su construcción utilizan o empujan hacia la creación de resultados científicos. La tecnología es un factor dinámico que estimula la práctica científica; es un motor decisivo de desarrollo de la ciencia moderna. El punto de partida para comprender las tecnologías no pueden ser entonces las ciencias⁶³.

Si la ciencia y la tecnología poseen una doble dimensión no es posible entonces tomar posiciones unilaterales frente a ellas: ni aplaudirlas como benefactoras en sí de la humanidad, ni condenarlas como instrumentos odiosos de las clases dominantes. La posición de muchos antitecnologistas es a veces el rechazo global al "frankenstein" de la tecnología. Esta es simplemente una especie de monstruo sin control. La mirada entonces se dirige nostálgicamente al pasado. Se cree leer una mejor vida en las sociedades primitivas y hasta en la medieval. En alguna forma es un abandono a enfrentar teórica y prácticamente las responsabilidades de nuestro tiempo. Pero además refleja la incompreensión del carácter dual de la tecnología. Con base en este análisis es posible definir una estrategia. Como orientación general lo que se plantea para los hombres de nuestro tiempo es la defensa y ampliación de la dimensión humana de la ciencia y la tecnología; y para ello arrebatarlas a los intereses económico-político-militares que conspiran contra esa dimensión humana. La búsqueda de este objetivo en su sentido más profundo es entonces una praxis política. Transformar el uso y estructuración de la ciencia y las tecnologías modernas significan transformar las bases de la organización social que las ha determinado. Si hablamos por ejemplo de una "tecnología alternativa" frente a las graves consecuencias que ha supuesto la tecnología moderna, ésta sólo puede ser, como dice Dickson, "utópica". Es decir, con el sentido de Karl Mannheim "incongruente con el estado de realidad dentro del que ocurre"⁶⁴.

Dickson señala:

"... una tecnología alternativa sólo puede ser aplicada con éxito a gran escala una vez que haya sido creada una forma alternativa de sociedad. Esta tarea es más bien de tipo político que tecnológico" (25).

Sin nuevos bloques sociales de poder con objetivos humanistas, la dimensión clasista actual y las amenazas contra el hombre y la vida que ella ha supuesto con la ciencia y la tecnología modernas, seguirán existiendo. Ahora bien este análisis manifiesta la relevancia de las tareas o responsabilidades políticas, pero no significa que deba esperarse a una nueva sociedad para avanzar una ciencia y tecnología "alternativas".

La lucha por integrar los valores éticos humanos en el uso, organización y estructura de la ciencia y la tecnología debe plantearse de una forma teórica y práctica en el seno de esta misma sociedad; y encuentra su mayor sentido histórico integrada de forma especial en la lucha por un nuevo poder político y un nuevo orden social; En su decurso sin duda se encontrarán las fronteras y los obstáculos; pero al mismo tiempo se irán edificando factores constitutivos de lo nuevo. Pero además: en la

⁶³Una crítica en este sentido expresó en el mismo Simposio mencionado Ronald N. Giere en "A Dilemma for Philosophers of Science and Technology" en Suppe, Frederick; Asquith, Peter D (eds) *Philosophy of Science Asociation*, 1976, Vol II. Michigan: East Lansing, PSA 1977. pp. 198-199.

⁶⁴Mannheim, Karl. *Ideology and Utopia* (Londres, 1936, p. 197) Citado por Dickson. Ob. cit., p. 82.

construcción de un movimiento social (especialmente en la intelectualidad y las clases medias) que asuma estos objetivos humanistas frente a la ciencia y la tecnología, se extenderá también la conciencia de sus determinantes sociales más generales y especialmente políticos. Es posible que el espacio político que supone la recuperación y transformación de la ciencia y la tecnología (y de la cultura en general) sea el terreno más fértil para la participación de la intelectualidad en el cambio social por un orden humanista y un equilibrio con la naturaleza. El proceso de transformación del uso y estructuración de la ciencia y la tecnología, al igual que el de la transformación de los bloques sociales de poder, en una perspectiva por el hombre y la vida (de los mejores valores éticos humanos) representa un programa a realizar cuyos objetivos y plazos concretos deberán establecerse a partir del análisis concreto de la situación concreta. No se trata ni de una realidad actual ni de un futuro asegurados. La base de su asunción no es en el fondo analítico; es moral. No puede partir de las certezas de una línea continua de progreso y satisfacción humanas, ni de un esquema doctrinario aceptado que la afirma. La asunción de estas convicciones apela a las reservas morales de la humanidad.

Augusto Serrano

HECHOS Y NORMAS

(Acerca del núcleo metodológico de las ciencias sociales)

Summary: *The role of the scientist in society is analyzed here: on the one hand the false security of the natural scientist within the capitalist mode of production and, on the other, the revolution which is needed today in the attitude of the social scientist; both situations are seen against the background of an exceptional crisis in the capitalist mode of production, related to another in the social relations that make it possible. Social sciences are called for in the overcoming of this situation. But in bourgeois society they have chosen to limit themselves to the observation of the given, thereby rejecting the possibility to judge and understand it and eliminating as well the chance of influencing the outcome of events. The bourgeois idea of natural science, taken as a model for social sciences, has no basis in historical facts. Such an idea extols an intuitivist*

methodology based on the social atomism of bourgeois individualism, a wrong approach social sciences must reject.

Resumen: *Se analiza aquí el papel del científico en la sociedad: tanto la falsa seguridad del científico natural dentro del modo de producción capitalista como la necesaria revolución en la actitud del científico social, ambas cosas enmarcadas dentro del contexto de crisis excepcional que vive el modo de producción actual, relacionada a su vez con otra en las relaciones sociales que lo apoyan. Las ciencias sociales están llamadas a ayudar en la superación de esta situación. Pero al dedicarse únicamente a observar lo que ocurre, las ciencias sociales han renunciado a juzgarlo y entenderlo, con lo cual se han incapacitado para proponer caminos para el futuro. La imagen burguesa de las ciencias naturales, tomadas como modelo para las sociales, ni siquiera corresponde a lo ocurrido en la historia. El inductivismo en que se basa esa imagen corresponde más bien al atomismo social del individualismo burgués, que debe ser superado por las ciencias sociales.*

1. Propósito

Como en ponencias anteriores —y como seguiré haciéndolo después—, pretendo desarrollar una línea de pensamiento que, por variadas razones, está condenada al desinterés.

Camino ahora dentro del ámbito de las ciencias que versan sobre las relaciones de los hombres entre sí (sobre las “ciencias sociales”) y, de ellas, me interesa más la investigación fundamental (la investigación de fundamentos) que la investigación coyuntural (la que versa sobre hechos).

Al hacerlo, me sitúo conscientemente contra una tendencia (que es de generalizado estudio coyuntural) quizás con el vano afán de despertar a algún científico social de su “sueño dogmático-naturalista” y, ante todo, con el afán de mostrar que, quien renuncia al estudio fundamental da por buenos los esquemas teóricos importados, aceptando que, mutatis mutandis, valen de por sí.

Emprender hoy el estudio fundamental en nuestros países subyugados por el capital trasnacional y por sus productos (léase también: por las ciencias “normales” sociales) es realizar una operación científico-crítica de rebeldía y de afianzamiento de la propia especificidad.

Y tiene, además, otro propósito. Quisiera discutirle a los científicos que versan sobre la naturaleza (los que se dicen “científicos de verdad”) aquella falsa, fatua y nociva seguridad que les confiere el modo de producción capitalista en tanto, absorbidos como fuerza productiva, les confía aparentemente las tareas de mayor responsabilidad social (las de la producción de los medios de producción y de los medios de vida), haciéndoles creer que son ellos los que deciden sobre el destino de la sociedad y que son también los llamados a resolver los grandes problemas que nos asaltan.

Y, como no va contra ellos el discurso, se trataría, en fin, de mostrar que ni los países más desarrollados desde el punto de vista de la acumulación de capital, ni los menos desarrollados encontrarán su “crecimiento sostenido” los unos y su “despegue” los otros, teniendo como base única el desarrollo de las ciencias naturales y el de las técnicas que aquellas posibilitan.

La problemática actual de la humanidad no radica en la escasa o baja productividad, ni en la falta de teletipos o de cursos de alta gerencia. Está en crisis excepcional el modo de producción, porque comienza a no ser ya capaz de organizar aquello que hasta ahora había logrado de una forma bastante espontánea: la reproducción de la vida humana.

Estamos entrando en una fase en la que habrá que decidir consultando a los demás y en la que se impondrá como ley la necesidad de apropiarse socialmente de la riqueza social.

El hombre que este modo de producción ha generado ya no le vale pues, a la par que se han desarrollado grandes sistemas de mediación (de automatización) quedando muchos hombres desplazados del proceso de producción y consumo, el individuo ha ido adquiriendo conciencia de lo que se le priva, de su "total vaciamiento" y de los poderes abstractos que lo dominan.

Este hombre no sólo ha aprendido e interiorizado a través de varios siglos de lección que el trabajo es un deber. Hoy sabe y experimenta que el trabajo es un derecho por el que vale la pena luchar, pues comienza a comprender que, más allá del interés del capital, existe la real posibilidad de distribuir el trabajo de tal forma que, trabajando todos menos, trabajen todos. Sabe, además, que él no puede ser un elemento "disponible", sino que, más allá de los estrechos límites de este modo de producción, es él el verdadero "capital": la verdadera "fuerza productiva" de la riqueza social.

Disciplinado desde multitud de instancias (hogar, iglesia, escuela, ejército, taller de trabajo), consciente de su derecho y de sus posibilidades (en tanto las capta fuera de sí, como poderes externos) y solidario con sus demás compañeros de suerte, surge este hombre anunciando el "no va más" del mundo que le vio nacer.

Lo que está en crisis y en profundo desgarramiento son las relaciones sociales que todavía dan sustento a este modo de producción. Se ha acumulado ya un potencial social que está rebasando—por inadecuada— la forma de organización de esta sociedad.

Por eso mismo: la exigencia máxima se le plantea hoy a las ciencias sociales, ya que no se podrá superar esta situación espontáneamente y habrá que aprender a organizar aquella sociedad que, garantizando la participación de todos, garantice la reproducción de la vida de todos los hombres y de la naturaleza.

2. Confusión y Estancamiento

Hace ya tiempo que las ciencias sociales se replegaron a la búsqueda de los hechos y de su descripción⁶⁵. Se impuso el "sano sentido común" anglosajón y el

⁶⁵ "El problema que me interesa... es... si el mundo es tal que es posible en principio, si supiésemos suficiente, predecir con todo detalle, por los métodos de la ciencia, sucesos únicos tales como la creación de una nueva sinfonía. Este es el único problema que me interesa en este campo... Estoy interesado en el mundo de los hechos" (K. Popper. El universo abierto. Citado por: 3. M. Sánchez Ron. El País. Madrid 30 de sep. 1984; sección LIBROS, pág. 4).

espíritu inductivo⁶⁶(que teme las generalizaciones y la trascendencia), dándole tono al último trecho del camino histórico seguido por estas ciencias.

El sociólogo de nuestro tiempo trata de saber qué tanto por ciento de norteamericanos votará por R. Reagan o cuántos alemanes lo harán por H. Kohl. Y se siente satisfecho y hasta lo celebra cuando, pasadas las elecciones presidenciales, constata que su error de aproximación cayó dentro de los límites estimados; confunde el acierto con el “conocimiento de los hechos”, o, al menos, se conforma con lo primero porque, según él, es lo que cuenta, ya que la sociedad le dará su reconocimiento y el gobierno ganador, con buen sentido de lo que es oportuno, será su mejor contratista para el futuro.

El juego de las democracias formales consiste, en parte, en generar, mediante la manipulación de la conciencia social, los resultados que aparecen en las pantallas definitivas, si bien los sociólogos los toman por objetivos en el sentido de ser expresión de la espontaneidad de los votantes.

Y no se crea que la psicología, la sociología o la economía pretendan convertirse hoy en una nueva “ars inveniendi” (el arte de otear el futuro), pues hace mucho que renunciaron a la posibilidad de predecir y a la de proponer.

Ahora bien, cuando una disciplina sobre la sociedad se dedica a “observar lo que pasa” y a “describir en términos de observables”, renuncia con ello a juzgar lo que pasa y, por ende, a entenderlo.

La renuncia al juicio trae consigo el acatamiento al hecho y obliga a la razón a situarse necesariamente detrás de los acontecimientos. Por seguir fielmente el lema baconiano de no precipitar el juicio, se abandona el camino fuerte de la ciencia, que consiste, ante todo, en someter los hechos a juicio, para comprender su significado.

De las muchas cosas que debemos a la burguesía, hay una que merece especial mención. Se trata de aquella forma de la conciencia social que nos impele a luchar contra los privilegios. Diríamos que la burguesía nace como clase social precisamente al ritmo de esa lucha; y que, si hay algo burgués que tenga los contornos universales que la clase burguesa siempre deseó para todas sus categorías, esa es la conciencia de la necesidad de luchar, en general, contra todo privilegio. Hasta aquellas sociedades notables por sus profundas diferencias en clases y castas —como la India— han hecho suya esta actitud tan históricamente burguesa.

Podríamos decir —glosando a C. Marx— que esa idea, como la idea de igualdad, “posee ya la firmeza de un prejuicio popular”⁶⁷, pues la han tomado como propia todas las sociedades civilizadas de la tierra.

Desde su inicio, la lucha contra el privilegio buscó una legitimación, fundándose en una “región” diferente a la que fundamentaba al privilegio mismo. El privilegio —privativo, excluyente— anida en la exclusividad, en la particularidad y en el

⁶⁶ “El defensor del método científico contestará que sin generalizaciones es imposible llevar a cabo un razonamiento inductivo y que sin razonamientos inductivos es imposible averiguar nada de nada. (Se) revela la importancia del método inductivo para descubrir los hechos” (Q. Gibson: La lógica de la investigación social. Tecnos. Madrid 1982; págs. 31-32).

⁶⁷ C. Marx. El Capital I; F.C.E. México 1973; pág.26.

aislamiento. Hace énfasis en la diferencia. La lucha contra él exige, entonces, la apertura hacia la unidad, hacia lo universal y hacia el género.

Había que fundar la lucha en un lugar en el que la particularidad se disolviera. Por ello, se recurrirá al pasado, buscando "hacia atrás" la desaparición de las diferencias en una fusión primera del hombre con el animal y en otra posterior del hombre con la naturaleza. Buscando, pues, aquella frontera de la realidad en la que "todos somos iguales". Una frontera que significara algo así como el "momento equivalencial", de igualdad o de indiferencia de lo individual frente a lo universal y que permitiera, después, entender por caprichoso, arbitrario, violento ("contra natura"), falso e irracional todo hecho de privilegio. El privilegio debería aparecer siendo ruptura, desacato y trasgresión de un orden constituyente previo, originador a ultranza de todo derecho; ese orden previo era la naturaleza humana.

También la muerte había aparecido antes como momento nivelador de diferencias ("sic transit gloria mundi" era un epitafio dedicado a los reyes y príncipes de la iglesia) la muerte era una frontera objetiva de igualación. Pero la muerte no permitía fundar el derecho a la vida en igualdad. A lo sumo, permitía influir moralmente sobre el ánimo de los privilegiados, llamándolos al ejercicio de la caridad, o sobre el ánimo de los menesterosos, llamándolos a la paciencia y a la conformidad.

La lucha, pues, busca el fundamento racional legitimador en lo "externo": o bien en lo que estuvo siempre fuera del hombre (la naturaleza bruta), o bien en lo que salió del hombre producto de su trabajo y, por eso, objetivado y objetivo. Nada más "natural", diríamos hoy, que atacar, desde esa plataforma, cualquier asomo de subjetivismo y de particularidad personal, pues la verdad radica en lo puramente objetivo.

A la par que la burguesía se va liberando del miedo y del respeto a los privilegios, en tanto va conquistando espacios políticos dentro de la sociedad, va "liberando" ámbitos para establecer nuevas relaciones con la naturaleza. El hombre industrial (El homo faber) ya no tendrá remilgos para el trabajo manual y para intervenir en los procesos naturales descifrando su legalidad.

Surgen una tras otra las ciencias modernas sobre la naturaleza —la Física, la Química, la Biología, la Anatomía, la Fisiología— y, con ellas, se va apuntalando la conciencia burguesa a la que dan seguridad y brillo.

Con más lentitud, se van formando la Historiografía, la Antropología, la Economía Política, la Ciencia del Lenguaje, la Psicología, etc.; aunque serán las ciencias naturales las que mejor representarán este papel de la objetividad.

La fría objetividad que supuestamente acompaña a la actividad científica le confiere un tono de no compromiso, de alejamiento y de neutralidad. De aquí que —científicamente hablando— no se encuentren límites a la posibilidad de manipulación de las cosas. Es una actividad que, en sí, parece estar más allá del bien y del mal, pues la naturaleza `entera es lo disponible para el hombre y éste —como verdadero "rey de la creación"— tendrá derechos de dominio sobre ella. La objetividad, pues, llevará implícita la prohibición de todo tipo de valoración. La ciencia de verdad, dirá un día Max Weber, "no puede enseñar a nadie qué debe hacer, sino únicamente qué puede hacer y, en ciertas circunstancias, qué quiere"⁶⁸.

⁶⁸ Max Weber. Ensayo sobre la metodología sociológica. Amorrortu. Bs. As.; pág. 44.

Para que más tarde entendamos la notable diferencia ideológica con que la burguesía concibe (ino decimos que así sea!) las diferentes ciencias (naturales y sociales), conviene aquí señalar lo siguiente: las ciencias naturales modernas pasan, muy poco después de su nacimiento, al taller de la producción, convirtiéndose en poderosas mediaciones de los procesos industriales, en fuerzas productivas sociales. Es necesario reconocer su carácter instrumental-capitalista para entender por qué la idea de dominio está tan implícita en ellas. La organización del "taller de la producción" en la época moderna se realiza científicamente, no dejando nada al azar; y se trata objetivamente y "neutralmente" con todos los "factores" del proceso productivo: materias primas, combustibles, hombres, máquinas e instalaciones. Todos estos "factores" serán estudiados como objetos propios de la ciencia natural (también el obrero).

La lucha contra el privilegio tiene, pues, multitud de manifestaciones y una de ellas aparece en las ciencias de la naturaleza como ideal de objetividad del conocimiento. Esta es la objetividad que, invitando a despojarse de todo particularismo, llevará posteriormente a la máxima burguesa que tiene en M. Friedman su mayor representante: en los procesos sociales no conviene intervenir, si se quiere vivir en equilibrio.

Los caminos que llevan esta postura científica hasta M. Friedman son algo tortuosos y no tan fácil de comprender. De hecho, la concepción que tiene sobre la ciencia natural aquella burguesía que la vio nacer es muy distinta a la opinión oficiosa actual. En palabras de I. Kant:

"Cuando Galileo hizo rodar por el plano inclinado las bolas cuyo peso él mismo había determinado, cuando Torricelli hizo soportar al aire un peso que de antemano había pensado igual al de una determinada columna de agua; cuando más tarde Stahl transformó metales en cal y ésta a su vez en metal, sustrayéndoles y devolviéndoles algo, entonces percibieron todos los físicos una luz nueva. Comprendieron que la razón no comprende más que lo que ella misma produce según su bosquejo; que debe adelantarse con principios de sus juicios, según leyes constantes y obligar a la naturaleza a contestar a sus preguntas, no, empero, a dejarse conducir como con andadores; pues de otro modo, las observaciones, los hechos sin ningún plan bosquejado de antemano, no pueden venir a conexión en una ley necesaria que es, sin embargo, lo que la razón busca y necesita. La razón debe acudir a la naturaleza llevando en una mano sus principios., y en la otra el experimento, pensando según aquellos principios;

así conseguirá ser instruida por la naturaleza, más no en calidad de discípulo que escucha todo lo que el maestro quiere, sino en la de juez autorizado que obliga a los testigos a contestar a las preguntas que les hace... Sólo así ha logrado la Física entrar en el camino seguro de una ciencia"⁶⁹.

Claro que muy otra era la opinión que partía de F. Bacon y que lleva hasta los economistas de Chicago. Según el aforismo primero del *Novum Organum*:

⁶⁹I. Kant. *Crítica de la Razón Pura*. Prólogo a la 2a. cd, de 1787. Tomado de: 3. Marías. *La filosofía en sus textos*. Labor. Barcelona. 1950.

“El hombre servidor e intérprete de la naturaleza hace y entiende tanto cuanto ha podido escrutar del orden de la naturaleza por la observación o por la reflexión; ni sabe ni puede más”⁷⁰.

Una postura presenta al hombre como soberano; la otra como servidor. Y ambas, diríamos hoy, son verdaderas sólo en parte.

A lo que nos referimos aquí es, más bien, a la interpretación generalizada (convertida ya en “prejuicio popular”) que se da de las ciencias naturales en nuestro tiempo y el papel que ella juega en la concepción y configuración de las ciencias sociales.

No es el hombre tan “servidor” como pensara Bacon, pues ha demostrado hasta la saciedad, todo lo contrario: ha transformado a su capricho por donde ha ido pasando e incluso ha ido destrozando a su paso... Pero tan poco es tan soberano como señalara Kant: los determinismos naturales y los sociales limitan enormemente esa actitud kantiana.

Desde 1927 sabemos que la objetividad es la objetividad con el sujeto: que en realidad, no hay forma de eliminar al hombre... Pero también sabemos que, sin modelos normativos, la disciplina científica se degrada en saber vulgar.

Es importante dejar esto bien claro. La imagen que se tiene de las ciencias naturales, pero que sirve de modelo y de “meta” para las sociales, es falsa en tanto describe una actividad que históricamente no ha tenido lugar.

Diríamos, pues, que no hay adecuación entre lo que ha sido la ciencia natural y lo que se pensó que era o debía ser.

Esta confusión ha llevado a una actitud prolongada (ya desde al menos 1787) de mimetismo por parte de las prácticas de las ciencias sociales y el error ha sido doble:

- por haber querido imitar una práctica no pertinente, pues la “naturaleza” de las ciencias sociales es diferente
- aunque no sea totalmente diferente;
- por haber querido imitar no lo que las ciencias naturales eran, sino lo que ideológica y falsamente se creía que eran, asignándoles modos de proceder que no les eran propios. Diríamos que se ha buscado interpretar el proceder de las ciencias naturales, tomando de ellas sólo una dimensión que, si bien está en ellas presente, no constituye por sí sola conocimiento científico. Nos referimos al lado inductivo de las ciencias, y al papel de la observación y al de la experimentación y al de la valoración y al de la verificación.

Se viene a decir que aquellas actúan de lo singular a lo general; de la parte al todo; inductivamente; de los hechos a las leyes, etc.

¿De dónde viene esto?

La burguesía conservadora de nuestro tiempo (de 1830 hacia acá) defiende el individualismo burgués a ultranza: defiende el estado social competitivo disgregado en

⁷⁰ F. Bacon. *Novum Organum*. Losada. Buenos Aires. 1961. pág. 71.

innumerables individuos que como átomos de Demócrito se enganchan o rechazan azarosamente en sus intereses. El individuo es lo fundamental, lo material, lo sustancial. La "sociedad", la "clase", la "nación" son universales, "flatus vocis". Se predica un método que respete y reconozca la situación presente como el HECHO. Pero ese mundo del hecho, de lo establecido, no se comporta a pedir de boca, escapa fácilmente a su interpretación. Por ello, se busca en lo natural, en el átomo, como ejemplar de comportamiento que aquí se echa de menos.

Concibiendo ahora acomodadamente, pro domo, el proceder de las ciencias naturales, se piensa que ellas cumplan plenamente el modelo buscado: en ellas se realiza el paraíso del empresario burgués de la "competencia perfecta" donde sólo rigen "equitativamente" las leyes de la acción y la reacción. Se cree que la física opera, ante todo, inductivamente y que se atiende exclusivamente a los hechos. De ahí se vuelve al ámbito que versa sobre las relaciones sociales y se le exige, imitando servilmente aquella concepción, el apego a los hechos. Y, cuando creen haber logrado ese irrestricto apego a lo fáctico, celebran que los hechos sociales respondan a causas tan sencillas de exponer como las que explican las razones de combustión de un fósforo:

"Si supiéramos lo suficiente acerca de las circunstancias y del sistema de motivos que constituyen los caracteres de los hombres, y si tuviéramos también leyes establecidas que especificaran sus efectos sobre las acciones, podríamos decir que habíamos conseguido obtener la explicación completa... (esto) equivale a la explicación.., acerca del encendimiento de una cerilla cuando decimos que se debe al raspado de la cerilla sobre el raspador de una caja de las mismas. Por lo mismo que la caja de cerillas es un objeto material duradero, un motivo es un estado duradero de la mente. Cuando la mente recibe un rasponazo de una circunstancia apropiada, se enciende en una intención o en una acción"⁷¹.

Vemos que la confusión no puede llegar a más: aquí la confusión se ha convertido nada menos que en la "lógica de la Investigación de las ciencias sociales" y, como los textos de Mario Bunge o de K. Popper, pretenden imponer un modo de proceder que hace estéril el esfuerzo del pensador científico.

Baste mirar los resultados de esos métodos para comprender cuán torcido es el camino. En pocas ocasiones podremos observar mayor perplejidad que la que acusan sociólogos y economistas, cuando nos asalta una crisis como la de 1973; cuando se pone en entredicho la forma misma de la reproducción como totalidad. Ante la pregunta del "qué hacer", callan avergonzados porque la argumentación acumulada en torno a la complejidad de los fenómenos humanos sólo viene a descubrir sus desnudeces.

Ya no nos extraña que hasta los mismos ideólogos que apoyan ese mirnetismo del que hablábamos, vengán a dudar de la validez de los esfuerzos en este campo.

Así dirá K. Popper:

"Lo cierto es que no me gusta la sociología ni las ciencias sociales en general. Harían bien, por cierto, en no aplicarle el calificativo de ciencias ya que en realidad no son tales"⁷².

⁷¹ Q. Gibson. La lógica de la investigación social O.c. pág. 52.

⁷² Véase entrevista: EL PAÍS. Madrid. Sección LIBROS. 20 de septiembre de 1984; pág. 1. Esto lo dice un hombre celebrado hoy por la social democracia como científico social y el que, si es

En fin, volvemos a lo mismo: el estancamiento actual no se debe ni a la complejidad del objeto, ni a la falta de imitación de lo natural, sino a la desviación en parte inconsciente, pero en parte consciente, que acusan las tendencias burguesas desde los años ochenta del siglo XIX, buscando una ciencia social neutral, libre de valores y que no incite a la intervención en la política.

Para entender esto mejor, hemos elegido uno de los numerosos libros que encontramos en nuestras bibliotecas referentes al "método de las ciencias sociales". Se trata de *La lógica de la investigación social* de Quentin Gibson que ya hemos citado.

Pues bien. Como en tantos otros libros, aquí se nos da gato por liebre. Con un giro rápido de pensamiento, se nos dice que como la ciencia es la ciencia en general y como de esa ciencia en general son las ciencias naturales las más desarrolladas (¡y quién se atreve a discutirle eso!), conviene analizar lo que es el método de las ciencias sociales, analizando el método de las ciencias naturales. Pero no esperen que, más tarde, se haga ver la analogía y la diferencia. Sólo se nos dirá que habrá ciertas diferencias dado que el objeto de las ciencias sociales (nada menos que el hombre) es más complejo que una piedra o que un camello: "los motivos humanos se parecen a las cajas de cerillas en que todos tienen una historia, y por ello permiten ambos tipos de explicación. Pero se diferencian en que son más variados y más complicados y esto es lo que da al tipo restringido de explicaciones motivadas su especial importancia"⁷³.

Lo que nos queda pues, es el supuesto método de las ciencias naturales y no el de las ciencias sociales. Y decimos "supuesto método" porque se afirma gratuitamente como tal, no viéndose obligados a legitimarlo, pues no está puesta la vista en eso precisamente.

Al final tendremos un catálogo o recetario que, si lo aplicamos bien producirá, como decía F. Bacon, el conocimiento:

- "1. El método científico implica..., abstracción. ... Distinguimos las propiedades y relaciones de las cosas y hacemos afirmaciones que atribuyen propiedades y relaciones a esas cosas; es decir las describimos.
- "2. Es un método que no busca sólo la descripción de las cosas en particular, sino también la elaboración de afirmaciones de tipo general de cualquier clase, incluyendo corrientemente lo que llamamos leyes científicas.
- "3. Es un método que se vale de la observación experimental para apoyar las afirmaciones que elaboramos, que constituye el último recurso de nuestras observaciones sensoriales y la comprensión de nuestros propios procesos mentales.

tenido en cuenta, se debe, ante todo, por sus trabajos realizados en el ámbito de la sociología (*La sociedad abierta y sus enemigos*, *La miseria del historicismo*) ya que en el campo de las ciencias naturales no tiene aportación ninguna y en el de la "lógica de la investigación científica" no creemos, a pesar de lo mucho que se le celebra, que haya logrado gran cosa. No hay que olvidar que su teoría sobre la falsabilidad es, en realidad, una teoría ideológica en tanto permite sustentar sus tesis sociológicas como aquella de la fatuidad de la pretensión del conocimiento perfecto.

⁷³ Q. Gibson. O.c. pág. 54.

"4. Es un método que se ciñe a los hechos, y el estudio de los hechos, prescinde por completo de cualquier consideración acerca de su bondad, de su valor o del deber ser"⁷⁴.

"5. Es un método objetivo, es decir, nadie puede estar influido por las circunstancias generales en que se desenvuelve la investigación cuando elabora las afirmaciones que deduce (sic) de la experiencia.

"Ahora bien, proponemos que estas cinco características—abstracción, generalidad, evidencia experimental o empírica, neutralismo ético y objetividad— sean los elementos definidores de la ciencia. Las cinco gozan de aceptación general no sólo como elementos esenciales, sino también como elementos básicos en cualquier estudio acerca de cualquier materia"⁷⁵.

Como después veremos, este método —que no es del todo el de las ciencias naturales— no va a producir el conocimiento deseado pues casi se está renunciando a él. La situación a la que lleva creo que queda excepcionalmente descrita por unas declaraciones de Herbert Simon ante el Senado de los Estados Unidos con motivo de la creación de una fundación para las ciencias sociales.

Decía él:

"El -desarrollo de las ciencias desde hace veinte años, y el hecho de que se hallan cada vez más ligadas a la política de los poderes públicos, han dado como resultado la creación de un cierto número de instituciones encargadas de permitir al Gobierno que recoja con mayor facilidad opiniones científicas competentes... Los dispositivos existentes en la actualidad no ofrecen medios, que sean completamente satisfactorios, de obtener los mejores conocimientos y las mejores opiniones científicas destinadas a resolver los problemas públicos... Sería deseable que dichos organismos ampliasen en su seno la participación de las ciencias sociales de manera que lleguen a rebasar el cuadro de la economía puramente técnica... En verdad, los especialistas de las ciencias sociales empiezan a estar cansados de ver cómo se les someten a ellos problemas que han sido ya "resueltos" desde los puntos de vista físicos, biológicos e industriales, sin prestar una atención particular, a nivel competente, a sus diversos aspectos humanos, para venir luego a pedirles que aporten remedio a las lamentables consecuencias sociales y psicológicas a que han dado lugar. Si no se solicita la colaboración de los especialistas de las ciencias sociales desde el primer momento, es decir, desde el momento en que el problema se define, o son esbozadas las distintas maneras posibles de hacerle frente, continuaremos viviendo indefinidamente en un mundo que tiene muchos automóviles, pero pocos lugares de aparcamiento, muchos ocios y tan sólo los estupefacientes para llenarlos... Pero mientras el Congreso siga otorgando a la Academia Nacional de Ciencias el derecho de control sobre el Consejo Nacional de

⁷⁴ Esta máxima maxweberiana, me recuerda lo que decía E. Teiler ("padre de la bomba de hidrógeno") en una entrevista con el "Bild des Wissenschaft" (1975): el hombre científico "debe aplicar aquello que ha entendido". H. Lenk comenta esto: "se alude de esta manera a una ideología exagerada de la factibilidad que ha invertido el dicho moral kantiano "deber implica poder", convirtiéndolo en un "imperativo tecnológico"—, en una supuesta normatividad de las posibilidades tecnológicas. Si el hombre debe o puede iniciar y también llevar a cabo todo lo que es capaz de construir, hacer o efectuar, plantea por cierto una cuestión ética especialmente precaria". (H. Lenk. "Filosofía, ética y acción humana en la situación actual" en UNIVERSITAS. Vol. XXI. Stuttgart. Junio 1984; pág. 290).

⁷⁵G. Gibson. O.c. págs. 15-16.

Investigaciones, la representación actual, insuficiente y mal equilibrada, de las ciencias sociales en el seno de la Academia, seguirá constituyendo el origen de un problema grave”⁷⁶.

Como se ve, aquí hay ya, al menos, conciencia de dos aspectos:

- a) Se sabe que son necesarios los conocimientos científicos acerca de las relaciones sociales para resolver los problemas sociales; que no se trata, por tanto de problemas tecnológicos sin más;
- b) que las ciencias sociales no se tienen en cuenta.

Y esto lo dice un norteamericano; el ciudadano de un país que, según el informe de la UNESCO, más medios dedica a las ciencias sociales dentro del ámbito capitalista.

Habría que añadir que, en realidad, el camino que han seguido las ciencias sociales no permite dar respuesta a las preguntas que espontáneamente lanza la vida social, por lo que no es de extrañar la poca atención que le prestan los poderes públicos.

El camino de su desarrollo está por otro lado.

3. Saber, Deber y Poder

“De un modo general, no me agrada todo el aferrarse “positivista” a lo observable, que ahora está de moda. Me parece una cosa trivial que no se pueda pronosticar en el campo de lo atómico con una precisión arbitraria, y pienso... que no se puede fabricar la teoría a partir de resultados de observación, sino sólo inventarla” (A. Einstein).

“El hombre no se confunde con la materia de su obra, sino que va y vuelve de esta materia a su idea, de su espíritu a su modelo, e intercambia a cada instante lo que quiere por lo que puede y lo que puede por lo que obtiene” (Paul Valéry).

Para los científicos sociales de los países del “Imperio” (Centro), resulta procedente acatar el “hecho”, subordinar el método a lo fáctico, y proclamarlo como norma.

El “hecho” es, en el fondo, el real dominio que el imperio tiene sobre los países débiles, y la objetividad consistirá en perpetuar la situación. Por eso es que, visto científicamente (M. Friedman) no se debe intervenir. Intervenir significaría contravenir un orden dado. Obviamente, dejamos aquí de lado el hecho real, constituyente, de que el imperio es intervención continúa y objetiva, pero no se podría, desde esa perspectiva, analizar, pues le faltan ahí las categorías apropiadas.

⁷⁶ E. TRIST. “Organización y financiación de la investigación” en: R. Bondon y otros. Corrientes de la investigación en las ciencias sociales. Tecnos. UNESCO. Madrid 1981; págs. 285-286.

Para el hombre de la "periferia", por el contrario (para el dominado), el "hecho" (el mundo sagrado de los hechos) se ha de vivir científicamente de otro modo. Conocer el hecho jamás puede significar reconocerlo y acatarlo. Conocer el hecho, será juzgarlo; pero juzgar el hecho es cuestionarlo y cuestionarlo para lograr su superación.

Hacer ciencia social desde la periferia dominada es plantearse el hecho social como lo indeseable: es verlo desde el lado de la negación.

Por eso resulta tan grotesco que en nuestras "universidades periféricas" se acaten como dogmas los recetarios metodológicos que nos llegan y se trate simplemente de aplicarlos como si tal operación fuese neutral y objetiva⁷⁷.

Va apareciendo, así, la necesidad de no dejar en manos de otros (de los del centro) el trabajo de investigación fundamental, pues debemos desarrollar una ciencia social que no se contente con descubrir la coyuntura (quizás desde categorías inadecuadas por su corto alcance), sino que desarrolle una normatividad objetiva en tanto esa ciencia se convierta en "principio energético del próximo futuro".

Aristóteles tenía razón cuando afirmaba que ciencia es conocimiento de lo general. Aquí no había mayor problema. Surgen, sin embargo, diferencias notables cuando se pregunta sobre la forma de obtención de las generalizaciones.

La inducción produce generalización. La produce por acumulación, por adición. Pero no produce conocimiento necesario ni normativo.

Es necesaria para hacer el inventario, para constatar y aún para alzar la vista sobre el provincianismo de lo singular y lo particular. Y, sin embargo, la inducción no permite superar el ámbito de los hechos. Nace y se mueve en ese ámbito y en él acaba.

Hay otra forma de generalizar que se obtiene por la vía de la negación (paso al límite), que genera necesidad y que puede ser normativa.

De ella pueden inferirse pasos normados hacia la acción consciente transformadora. Serían ya inferencias deductivas que permitirían proyectar una sociedad diferente a la que tenemos. Sería éste el método de los que, sintiéndose explotados, se niegan a seguir siéndolo.

Las ciencias de la sociedad (en tanto son las ciencias que versan sobre la legalidad, sobre la forma y sobre las tendencias que generan los hombres al relacionarse entre sí y con la naturaleza) no pueden constituirse sobre el "reconocimiento" y el acatamiento del hecho, sino sobre su negación.

Los hechos —sobre todo en nuestra sociedad— "no traen escrito en la frente lo que son". No tienen más necesidad que la que les confiere nuestro desconocimiento de ellos. Son la mera contingencia social. Los hechos no son normativos, sino por abuso; de ellos no surge norma alguna. La disciplina que pretenda constituirse desde ellos se

⁷⁷ Es claro que esa actitud es parte de la dependencia, y, por tanto, la objetividad no es falsa. Pero no es objetiva en el sentido de que ese sea el camino correcto y mucho menos, que ese sea el único camino de hacer ciencia social.

condena a convertirse en la "triste historia" de un rosario de sucesos sin sentido alguno.

La negación de los hechos que se exige para producir la generalización de la que decíamos que sí se puede originar el saber científico no viene dada o exigida por las fácticas circunstancias de un mundo injusto, cruel e inseguro. Aunque la sociedad en que vivimos fuese mucho mejor, sería ese el camino hacia la ciencia. Sólo hay una forma de producir generalización verdadera (total) que tenga que ver con la realidad: la que se produce negando los hechos mediante el paso al límite; eso es: la que se produce cuando, negando lo real existente, lo concebimos en su límite, despojados de todos los defectos, indeseables, que observamos en él⁷⁸.

Es la que produce la economía política clásica cuando, negando las formas concretas y fácticas de la reproducción todavía semi-feudal, concibe un universo de "reproducción simple".

Es la que produce el marxismo cuando, negando la forma "limitada" del modo de producción capitalista, concibe un modo de producción en el que los hombres, "libremente asociados" y con plena conciencia" de lo que hacen, construyen en paz el reino de la libertad.

Es la que produce el marginalismo neo-clásico cuando, negando la tendencia al monopolio, piensa en un mundo de competencia perfecta con consumidores racionales y puntos de equilibrio.

Nadie podrá decir que esas generalizaciones sean externas o extrañas a la realidad: cada una de ellas ha sido pensada desde la realidad y contra ella. No son meras ocurrencias, sino universos perfectos, surgidos por negación de lo existente, que se convierten en modelos de la acción y que, cada uno a su manera, la iluminan y la guían.

Una vez logrados, se convierten en punto de partida y en lugar absoluto de referencia para el trabajo científico.

Estos universos son los espacios teóricos que se logran por la vía señalada de la negación sin los cuales no es posible la ciencia social. Pueden "actuar" inconscientemente sobre la tarea científica, produciendo disparates (como cuando se confunden con metas humanas y aparecen los regímenes de terror), o pueden conocerse explícitamente y entonces, los espacios teóricos resultan lugares obligados de referencia para discernir sobre el sentido de la acción humana.

No son, pues, los hechos el punto de partida, sino los espacios teóricos obtenidos por la negación de los hechos.

Aquí hay un cambio rotundo de sentido en el proceder de las ciencias sociales. Ya no será válido el lema de los tecnócratas al estilo de E. Teller: del poder se deduce el deber; sino al revés: el poder estará supeditado al deber ser y el deber ser, lejos de quedar fuera de las ciencias como pretenden los sociólogos, economistas, etc., de la línea maxweberiana, pertenecerá plenamente a las categorías científicas en tanto la libre voluntad consciente de los hombres deja de ser fuente de error y de confusión: a

⁷⁸ Véase: F. Hinkelammert: Crítica a la Razón Utópica. DEI. 5. José. 1984.

la descripción, se suma ahora la normatividad, para poder verdaderamente explicar y decidir.

La "fría" objetividad de la que se suponía se nutrían las ciencias naturales daba paso al ilimitado dominio de hombres y cosas.

El universo entero estaría de este modo a entera disposición del científico. Con este giro que señalamos, la objetividad no desencadena legitimación del dominio sino respeto al otro y a la naturaleza; pues objetivo no es lo dado (como lo encontrado) sino lo libre y consciente y socialmente propuesto.

Estos espacios teóricos son "modelos de identidad" a los que nada afecta el criterio de falsabilidad de K. Popper. Este hombre se quedó reflexionando sobre las generalizaciones inductivas como si ellas fuesen las que verdaderamente constituían ciencia. Y perdió su tiempo pues todo su criterio de falsación se reduce al teorema ya glosado por Aristóteles de que "de la particular afirmativa no se puede deducir la universal afirmativa".

No hay, pues, experiencia concreta que pueda refutar un modelo de identidad. Nadie puede refutar que Inversión-Ahorro ($1 = S$) como dice Keynes:

"Si se admite que el ingreso es igual al valor de la producción corriente, que la inversión es igual al valor de aquella parte de dicha producción que no se ha consumido y que el ahorro es igual al excedente del ingreso sobre el consumo..., la igualdad entre el ahorro y la inversión es una consecuencia necesaria (subrayado nuestro). En pocas palabras:
 Inversión = valor de la producción = consumo + inversión
 Ahorro = ingreso – consumo.
 Por tanto, ahorro inversión"⁷⁹.

Estos espacios teóricos (o modelos de identidad) sólo pueden ser abandonados o rebatidos indirectamente, a través de una praxis social que derive de ellos ciertos proyectos específicos y trate de realizarlos.

Dos instancias tiene ahora el científico social para seguir su marcha: la realidad tal cual se le presenta y como la vive y el modelo que por su negación ha logrado. De ahí surge una práctica científica comprometida en doble sentido: en el de conocer y en el transformar. Y tanto el uno como el otro dirigidos a un fin: el de superar la realidad fáctica tal cual es.

Hasta ahora se puede precisar que los criterios de verdad de este modo de hacer ciencia social no pueden ser simples criterios formales.

Debe haber coherencia, esto es, el espacio teórico ha de ser consistente (incluso según las normas de la lógica formal) y ha de haber consistencia entre espacio teórico y proyectos de él derivados, pero los criterios mismos de derivación de los posibles proyectos no saldrán ya de la lógica formal sino de la factibilidad. El deber ser se impone al poder ser, pero el poder ser sugiere los límites reales de lo que se haga

⁷⁹ J. M. Keynes: Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero. F.C.E. México 1981; pág. 64.

en cada momento. "Lo que se debe se puede" dice Kant; pero no necesariamente se puede ahora y aquí. Sin embargo, el poder ser cambia sin cesar y no en última instancia porque aumentan o cambian los saberes que en el camino se adquieren. De ahí que el criterio de verdad —sin invalidar otros criterios de coherencia lógica— resulte ser la praxis social: la verdad, de este modo, se concibe no como lo que es, sino como lo que se hace: la verdad se hace (se "verifica").

Los espacios teóricos permiten ponderar, medir e interpretar datos, fechas, lugares, tiempos, ritmos, cantidades; permiten comprender los hechos. Sin esa "unidad de medida", sin ese "patrón", no se puede "medir" ni comprender la génesis histórica ni las tendencias implicadas en una situación social determinada.

Del servilismo al hecho, pasamos a la interpretación de las ciencias sociales como ámbito de normatividad y de regulación humana. En el camino hemos conseguido un nuevo criterio de verdad y un nuevo concepto de objetividad.

Objetivo ya no será lo que está "fuera del ser social", sino, más bien, lo que el ser social mediatiza con su trabajo social. Objetivo es ya sinónimo de social.

Las ciencias sociales adquieren objetividad no en tanto operen con individuos como si fuesen átomos (Moreno) o cajas de fósforos (Gibson), sino en tanto tengan como norte y finalidad la construcción de la sociedad de hombres libres.

Xiomara Bu, Augusto Serrano

EL SISTEMA DE RACIONALIDAD EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA MODERNAS

Summary: *At a time when in the industrialized and advanced countries political movements are gaining momentum in their protest against the effects produced by the mediation of science and technology in capitalist economies, people in Latin America are still expecting that science and technology may solve the great problems. The problem is to be aware of the way in which they are acting. And this leads to a paradox: a) we already know the effects which these two mediations (science and technology) have hacked in the "developed" countries, and man as well as on nature; b) the actual reproduction of subsistence conditions for all mankind requires the mediation of these theoretical and practical forms. This means that we have to be conscious of the task which lies ahead of us: which means solving the paradox by understanding its reasons. Part of this task is going to be the teaching of History of Science and Technology at both high school and university levels.*

Resumen: *Mientras en los países industrialmente avanzados surgen movimientos de protesta contra los efectos que produce la mediación científico-técnica competitivo-capitalista, en Centroamérica aún se espera que la ciencia y*

la tecnología resuelvan los grandes problemas. Ya no se trata de trabajar para que la ciencia y la tecnología modernas lleguen a nuestros países. Eso sería un despropósito, pues ya están aquí. Se trata de enfrentar la forma en que actúan y ello teniendo presente una paradoja. a) Se conocen los efectos que esas dos mediaciones han producido en los países "desarrollados", tanto entre los hombres, como en la naturaleza; b) la reproducción actual de las condiciones de existencia de todos los hombres exige la mediación de esas formas teórico-prácticas. De aquí se pasa a la exigencia de una tarea que ayude a resolver la paradoja en tanto ayude a comprender sus razones. Parte de esa tarea es la Enseñanza de la Historia de la Ciencia y de la Tecnología desde la Educación Media a la Educación Superior.

Las formas de la vida moderna —en algunos países— están llegando al límite, propiciando el surgimiento de una conciencia social que, por lo que se nos alcanza, podría tener repercusiones sobre la estructura misma de la sociedad. Pero no parece ser universal aún este fenómeno.

Mientras gran parte de Europa se encuentra convulsionada, debido a la aguda "crisis de los misiles" y a la inminente destrucción de la naturaleza (destrucción de la "despensa natural" y de no pocas posibilidades humanas), propiciando el desarrollo de movimientos políticos que luchan por el cese de la carrera armamentista y por la restauración del equilibrio ecológico (movimientos que se presentan a sí mismos como "alternativas", pues tratan de salvar lo que aún queda); América Latina y en particular Centroamérica desconoce en realidad la amenazante situación que está posibilitando el desarrollo actual científico-tecnológico en su vertiente industrial-capitalista: se desconoce en parte este asunto o se piensa que aún está muy lejos ese peligro, olvidando, con ello, que tal suerte le toca al planeta entero.

En Europa —y sólo a título de ejemplo— los movimientos ecologistas (que parecen ser la forma que está revistiendo la crítica social en esta década) responden a su manera a la crisis desbordada por el abuso del poder que proporciona el desarrollo científico-tecnológico. Se manifiesta que aquel paraíso de dicha y felicidad que, con el poder y la mediación de la ciencia, se quería alcanzar, quedó en falsa esperanza y ha aparecido, en su lugar, un horizonte del miedo de la sinrazón, del pesimismo y del desasosiego: se trata de la negación del futuro; de la falta de responsabilidad y solidaridad social, pues el síndrome más agudo, en esos países es la amenaza de la destrucción.

Y, si bien la burguesía, desde su nacimiento vivió plagada de miedos, éste es un miedo inédito, pues, atañe a la especie humana.

La pérdida de la confianza en esas dos columnas del desarrollo: ciencia, tecnología sin más, ha comenzado a posibilitar la desmitificación de lo tecnológico, suponiendo entre paréntesis o simplemente, criticando lo que hasta ahora parecía indiscutible.

Más allá de si estos grupos tienen la correcta alternativa en sus manos, queda algo claro: ellos están poniendo en evidencia la mala conciencia, o la falsa conciencia, o la tergiversada conciencia político-económica que está a la base de la revolución científico-tecnológica.

En Latinoamérica y particularmente en Centroamérica se ha manifestado últimamente bastante preocupación por los temas científicos y aún por los tecnológicos.

Nuestros países tipificados como "subdesarrollados" o "tercermundistas" han dedicado algunos esfuerzos a analizar las razones de ciertas tendencias tecnológicas en los países desarrollados, tratando de justificar los desajustes observados y aún las notables crisis, recurriendo a la idea de que se ha forzado demasiado el potencial científico-tecnológico o se ha ido muy rápido, pero que, en el fondo, tales problemas no serían consecuencia de la misma estructura de aquellas mediaciones (ciencia y tecnología), sino de la inadecuada forma de aplicación, dejando de lado y, por tanto, perdiendo la oportunidad de comprender que aquellas tendencias y aquellos "desajustes" son la secuencia necesaria de estas formas científicas y tecnológicas, como trataremos después de aclarar.

Las Universidades y Centros de Investigación de nuestros países han llegado a desarrollar seminarios sobre la Filosofía de la Ciencia, la investigación y la Metodología Científica, etc.

Es lamentable que muchas de esas reflexiones no hayan trascendido, pues ello habría permitido definir (hasta cierto punto) y establecer metas de aplicación adecuadas, no pasando, por diversas razones, estos trabajos del plano de la denuncia. Y, en fin, no se ha pasado —en general— o bien de criticar ciertos caminos seguidos por los EE.UU. y Europa, o bien de sugerir con gran entusiasmo —aunque con una notable dosis de romanticismo e ingenuidad— lo que podrían hacer nuestros países para salir de la etapa de "desarrollo" en que, generalmente, nos habían definido desde afuera.

Estos días realizamos un seminario en Centroamérica sobre la Historia de la Ciencia y la Tecnología en la Enseñanza y se cree necesario para "la defensa y apuntalamiento de nuestro patrimonio" y para que ciencia y tecnología lleguen a ser factores decisivos en el desarrollo social. Este seminario sería la expresión de la actitud optimista que los centroamericanos asumimos aún frente a tan nobles y poderosos productos como son la ciencia y la tecnología; mientras en Europa o los EE.UU. se enfrentan con bastante pesimismo o creen que ya no es tema en el que poner las esperanzas.

Y, sin embargo: el optimismo que se respira en nuestros pueblos, bien podría servir de horizonte que permite constituir una conciencia científico- crítica que esté alerta frente a las poderosas fuerzas de la tecnología moderna.

Partiendo de esto, podríamos hacernos algunas preguntas:

— ¿Qué grado de comprensión tenemos acerca de la real Historia de la Ciencia y de la Historia de la Tecnología? No se deje de lado como cosa secundaria que una cosa es la mayor o menor información que tengamos de esas historias y otra cosa muy diferente la comprensión que tengamos de ella. Y, ante todo: cuando de lo que se trata es nada menos que de enseñar y, por tanto, estamos ante una tarea social de formación del hombre, la transmisión resulta una responsabilidad fuera de lo común.

—Si no queremos caer en ingenuas y cómodas adaptaciones metodológicas y aún política y económicas— aquellas que buscan trastocar el sentido que el desarrollo científico-tecnológico ha institucionalizado en los países industrializados mediante

algunos cambios de sentido—, ¿Qué posibilidades hay de lograr que ciencia y tecnología puedan satisfacer en nuestros países verdaderas metas sociales, sin pasar por el desastroso ejemplo que nos han dado los países más desarrollados en el sentido capitalista?

Si pensamos en la todavía menguada experiencia científico-tecnológica Centroamericana y en su situación económica dependiente habrá que asumir que no podrán neutralizarse de la noche a la mañana las dimensiones que acompañen a ciencia y tecnología, sobre todo porque, en aquella dialéctica de Centro y Periferia, estamos soportando y recibiendo aún con gran pasividad lo que se produce en otros lados. Si no somos conscientes de la situación anterior, podríamos estar enarbolando en optimismo que no resistiría un fuerte viento.

Pero el hecho real de nuestra presencia en este seminario indica que estamos a tiempo de enfrentar el problema. Seminarios como éste son tanto más necesarios, cuanto más fuerte y densa sea la atadura económica, la dependencia tecnológica y la alienación cultural.

Si queremos negar esta situación, hemos de comprender su esencia misma.

Cualquier forma crítica de enseñar la Historia de la Ciencia y de la Tecnología habrá de enfrentar- se en nuestros países a tendencias ya existentes que, como si se tratara de la más normal y sencilla tarea, se aprestan a solucionar dos fases o a impulsar el desarrollo a través de la importación de tecnología. Hay mucha gente aquí que ve la "salida" por el lado de la industrialización moderna, siempre y cuando no se utilice al máximo el potencial científico-tecnológico. Aparecen estas tendencias, sobre todo por el lado de las Instituciones de Planificación (con fuertes influencias de la CEPAL). Los criterios, a este respecto, no tocan ni de pasada la naturaleza misma de lo científico y de lo tecnológico, a lo sumo, se preocupan de problemas de costo y de dificultades de importación. Pero está ausente toda crítica de las crisis que se desbordan del desarrollo científico-tecnológico. Los hechos se imponen y se actúa un poco atraídos por los destellos de las últimas innovaciones.

Se desconoce, además, la repercusión real que la tecnología tiene en nuestros países y se suele pensar que estos problemas sólo afectan a los países industrializados.

El "aprendiz de brujo" no escucha advertencia y ensaya ingenua y torpemente en busca de beneficios y utilidades, no siendo raro que se utilice técnicas y procedimientos que fueron ya prohibidos en los países desarrollados por sus nocivos efectos: la ignorancia de lo que puede producir una ciencia y una tecnología guiadas sólo por las leyes del mercado es muy grande. Generalmente, se suele pagar esto con catástrofes.

En Honduras, que es el país desde el que hacemos esta reflexión, ha penetrado la idea de privilegiar y fortalecer el estudio de las carreras técnicas (sobre todo las carreras técnica cortas"). Y no se piense que ello sea el resultado de una reflexión acerca de lo que realmente necesite el país. Obedece, más bien, a directrices venidas del extranjero (los instructivos" que acompañan a ciertos préstamos para el desarrollo) que se canalizan a través de diferentes organismos gubernamentales.

De este modo, a través del Consejo Superior de Planificación, se hace creer que el país requiere prioritariamente la formación de técnicos para salir de la crisis económico-política. Los criterios de tales políticas se nutren de parámetros de

rentabilidad y tratan, en realidad de satisfacer las demandas de la empresa privada de dentro y de fuera del país.

El sistema educativo contribuye ideológicamente a sostener este estado de cosas. El nivel medio cuenta con el estudio de Bachillerato en Ciencias y Letras en el que se combinan tareas científicas y humanísticas; existen institutos de nivel medio con énfasis en las carreras técnicas y administrativas; pero en ninguno de estos niveles se estudia lo científico y lo técnico de forma teórica y mucho menos la Historia de la Ciencia y la Tecnología.

Lo histórico aparece de forma anecdótica, sin formar parte obligatoria del currículum del estudiante.

Dentro del enfoque de las asignaturas científicas no existen criterios de interacción, resultando cada disciplina una actividad aparentemente desligada de las demás; prevalece el estudio de los hechos sobre el análisis categorial y se deja casi totalmente en el olvido, por parecer no pertinente, la dimensión social y política de la ciencia y de la técnica. Los institutos de formación técnica hacen valer la formación de "oficios", pues ahí la meta es dotar al estudiante exclusivamente del instrumental imprescindible para saber operar. En la enseñanza superior se acusan algunas diferencias: aunque el panorama no es muy tranquilizador. Las exigencias de contrastación empírica y el carácter pragmático de los modelos positivistas dan el tono en las carreras técnicas, siendo difícil aceptar que se desarrolle la ingeniería o la química de modo científico, ya que los estrechos márgenes en que se desarrollan y las miras hacia lo inmediato lo imposibilitan.

Los planes de estudio acusan una notable falta de componentes epistemológicos y cada vez se hace más difícil convencer a las facultades (y a los estudiantes) de la necesidad del estudio fundamental y de la investigación socio histórica. Así, la falta de experiencia y tradición científica ha gestado una conciencia limitada en estos menesteres; conciencia acrítica y apolítica que es capaz de ignorar la trascendencia social que conlleva el trabajo científico-tecnológico.

Las investigaciones, en su mayoría son de carácter descriptivo y apenas si rebasan el momento coyuntural (cuando de estudios sociales se trata). Por supuesto que se carece de medios para realizar proyectos de investigación, siendo muchas veces lo que se investiga fruto de entusiastas más que efecto de planes de largo alcance.

Y bien. En este medio tan precario, en el que todavía hay que luchar para hacerle lugar a ciertas ciencias y a ciertas técnicas, resulta aparentemente un lujo postular la inclusión de la Historia de la Ciencia y de la Tecnología en la enseñanza. Pero se muestra enormemente importante, si pensamos que aquí, primariamente, la ciencia y la tecnología no se están produciendo, sino importando, usando, imitando y apropiando de segunda mano y que esa actividad mediadora en parte mimética y en, mayor medida, impuesta por las relaciones económicas de dependencia, exige ser comprendida ya desde la escuela.

Perspectiva histórica de la problemática: la necesidad de la enseñanza de la Historia de la Ciencia y de la Historia de la Tecnología

“En su esencia y en su desarrollo general, la tecnología representa las fuerzas materializadas del saber social, las fuerzas sustanciales del hombre y la sociedad” (R. Ritcha. La función de las Ciencias Sociales. En: Repercusiones Sociales. Simposio UNESCO. Tecnos. Madrid 1982; pág. 66).

América ha sido tierra de inspiración de utopía. Para la burguesía europea, ansiosa de universalidad, América se presentaba sin reservas disponibles; colmando los más bizarros sueños de quienes salían del provincianismo feudal. Qué no habrá sugerido América a la naciente burguesía europea.

Pero, pensar la utopía desde América es otra cosa. Ni Europa, ni Asia, ni África, ni Oceanía se ofrecen al americano como alternativas dondesituar sus sueños y sus deseos: aquellos no son lugares que pudieran dar vuelo a la imaginación.

Para el americano, América no es “terra incógnita” y, por ello, difícil de concebir como tierras de sorpresas. Aquí la tierra se exhibe como geografía aún no dominada y como pregunta. Pero aquí ya se sabe que no existe ni Jauja ni el Dorado, y, para colmo de lucidez, aquí ya se conoce el lado peor de aquella razón técnico-científico-burguesa (la llamada ‘razón instrumental’) que se inicia en Europa al compás de la explotación de América.

Y, in embargo, en no pocos lugares de América se sigue esperando a Melquiades: aquel que trae la técnica capaz de drenar las ciénegas para convertirlas en campos productivos (quizás venga con cara de AID, entregando títulos de propiedad para que los campesinos puedan endeudarse). Hay, pues, aquí una utopía que pone su fe en la técnica que vendrá del otro lado del mundo para curar las viejas heridas y restablecer la paz y la prosperidad.

¿De dónde se alimenta este sueño?

Conocido, y muy estudiado, es el afán con que la burguesía ha tratado siempre de universalizar sus puntos de vista y, ante todo, sus intereses. La burguesía se ha identificado con “la nación”, con “el hombre”, con “la humanidad” y no sólo lo hizo en el S. XVIII —cuando necesitaba obtener el apoyo de los “desarrapadas” a fin de conquistar el poder político—, sino que lo sigue haciendo hoy, cuando, ya perdido el entusiasmo, comienza a reconocer su particularidad y limitación. Como los franceses de la revolución, dos franceses, entusiastas de la Tecnología Moderna, nos dicen:

—“La revolución Tecnológica en curso dentro de las sociedades industriales avanzadas provoca tales cambios en sus condiciones de vida, que resulta ser una verdadera mutación de la evolución humana, una ruptura del hombre con su pasado.

En lo sucesivo el hombre lo puede (casi) todo: la técnica lo hace no sólo “dueño y poseedor de la naturaleza”, como preveía Descartes, sino progresivamente dueño y poseedor de su propia naturaleza, de su ser biológico, de su psiquismo; victoria que supone, para ser definitivamente lograda, un control racional de la pujanza industrial y científica... Los progresos espectaculares de la técnica desde comienzos de este siglo, han provocado un cambio en la visión que el hombre tenía de su universo...” (A.A. Moles y A. Noiray: El pensamiento técnico. En: La Filosofía. Diccionario del Saber Moderno. Mensajero. Bilbao. 1974, pág. 498).

Este discurso, que se inicia en un recorte del universo (las “sociedades industriales avanzadas”), termina hablando del “hombre” en general. Esta es una

universalización ideológica que parecía ser consustancial al modo de proceder burgués. Diríamos que no puede hacerlo de otra manera.

Pero hay un tipo de universalización que no es ideológica:

—es la universalización real que hace la burguesía de las relaciones sociales que funda con la formación del capitalismo.

El capitalismo es la primera forma universal de reproducción de las condiciones de existencia, aunque sea ella una universalización plagada de particularismo, egoísmos y limitaciones. Y lo es también respecto a la ciencia y la tecnología: la "revolución tecnológica moderna" capitalista tiene repercusión no sólo en los países "industriales avanzados" (lo del "centro") sino también en los "retrasados" (en la "Periferia"). A la manera como el capital "subsume" realmente relaciones sociales no capitalistas y las sitúa en su esfera y bajo su real dominio; la tecnología y la ciencia que se desarrollan durante esta época impregnan de mil formas los modos de ser y de pensar y de esperar de aquellas sociedades que sólo padecen sus efectos y apenas si se benefician de ellos:

—"Los objetivos específicos asociados al impulso de obtener beneficios del capital determinaron la explosión de una moderna revolución de los medios de producción que creó la base material de la revolución industrial de capitalismo. Gradualmente, han convertido el dominio del trabajo pasado sobre el trabajo vivo no solamente en una relación social general sino también en una realidad tecnológica con arreglo a su producción fabril basadas en el empleo de máquinas" (R. Richta: O.c. pág. 63).

A. Gunder Frank, en reciente ensayo, acaba de mostrar que los países del tercer mundo, a través de la deuda, financian el déficit presupuestario de los EE.UU. y, por ende, pagan el desarrollo técnico-bélico de dicho país.

Quien se crea en la necesidad de esperar la llegada de la ciencia y de la tecnología moderna no se ha dado cuenta que ya llegaron hace tiempo de la manera más efectiva y negativa que pueda pensarse. Su presencia real-fáctica en las universidades, en las industrias, en las modas, en las tendencias, en los presupuestos estatales nos obliga a asumir posturas concretas, pues ya no podemos elegir: entramos, más bien a posteriori —retrasados— a enfrentarnos a algo que ya tenemos en casa. Ya no se trata de traer la tecnología moderna a nuestros países, sino de ver cómo nos enfrentamos a su presencia y a la forma como nos visita.

La universalización de la ciencia y la tecnología modernas constituye, pues, un factual y, para no pocas relaciones sociales, una dimensión necesaria de dependencia; necesaria, en tanto se hace hoy ineludible pues no hay forma de cancelar ciertas maneras de proceder, cuando la vida cotidiana exige soluciones inminentes.

Estamos hablando no de la Enseñanza de la Historia de la Ciencia y de la Tecnología; ni siquiera hablamos de la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Por el momento, sólo hablamos de lo siguiente:

—la ciencia y la tecnología modernas producen ya hoy efectos universales, que generan dependencias universales y constituyen relaciones sociales universales. Y esto sin entrar aún en la cuestión acerca de su sentido, de su carácter y de su valor.

Y bien. Encontramos una paradoja que no deja de ser ella misma parte constituyente de aquella dimensión omnipresente de estas mediaciones (omnipresente porque actúa tanto por presencia cuanto por ausencia). La paradoja podría concretarse así:

—Sabemos ya que la ciencia, la técnica y la tecnología modernas, lejos de significar dimensiones universales del ser del hombre; esto es, lejos de serle consustanciales y, por así decir, necesaria derivación de su naturaleza humana; responden a esquemas de validez de una época, y, aún más, responden a los sistemas categoriales de una forma precisa de sociedad: la sociedad burguesa: “En esta zona históricamente transitoria de la separación y confrontación mutua del hombre y la naturaleza, la constante transformación y explotación de la naturaleza desembocó en una modalidad universal de existencia y pensamiento del hombre, y viceversa: para el hombre, la naturaleza pasó a ser un objeto de mera utilidad externa, desvinculada de su propia esencia. Estas condiciones de producción y reproducción de la vida humana suscitaron la *Anschauende Naturwissenschaft* un tipo especial de ciencia natural abstracta exenta de valores, una ciencia en el “verdadero sentido de la palabra”, que ignora las condiciones sociales del sujeto histórico del conocimiento y transformación del mundo, y que excluye todo el proceso que configura este sujeto del ámbito de las “ciencias exactas”.

Es, pues, lógico que, al abandonar todo proyecto social integrado a su base, la ciencia puede ser utilizada (o mal utilizada) por todo el mundo”

(R. Richta O.c. pág. 78). Pero estos saberes y estos poderes no bastan ni siquiera para satisfacer los ideales que esa misma sociedad se propone, cuánto menos los de cualquier sociedad. La desazón y el pesimismo del que hablábamos al inicio es la muestra de esta distancia entre los medios y los fines. Como el aprendiz de brujo, el hombre de esta sociedad no puede conjurar los poderes que ha desatado. Hoy se siente agobiado por sus productos, curiosamente, cuando se comenzaba a vislumbrar el horizonte del bienestar, de la abundancia y del “tiempo libre” para todos.

Sabemos que no hay manera de superar como hombres las cimas alcanzadas en las formas cualitativas de la vida humana, si no es con la gran mediación de esa ciencia, de esa técnica y de esa tecnología. Y no en último lugar, porque, renunciando a ellas, perderíamos todo fundamento para actuar. La reproducción de la especie humana—aún sin exigir altas cimas de cualidad de vida—, cuando se piensa en la vida de todos los hombres, pasa hoy necesariamente por la mediación científico-tecnológica. Y, como es habitual en este mundo burgués, los hechos se imponen una vez más a la razón previsor y le exigen a posteriori que responda.

Hay que estar de acuerdo con los dos autores franceses antes citados (aunque sólo sea en eso) cuando dicen que “es la acción la que provoca el conocimiento” (ibid, pág. 562); lo que nos recuerda aquella máxima no menos burguesa de Goethe: “Am Anfang war dic Tat” (al principio era la acción). Los países del tercer mundo estamos ya inmersos en esa acción: influenciados, supeditados, dependientes de la forma científico-técnica que asume esa acción: la sufrimos, la padecemos y raras veces nos beneficiamos de ella (Véase, si no: “La nueva organización internacional del trabajo”. Fróbel, Heinrichs, Kreye. S. XXI. México, 1971).

Lo que no podemos hoy es prescindir completamente de éstas mediaciones, buscando una vuelta a la naturaleza, a los procedimientos simples y a la paz roussoniana, pues nos va en ello la vida. No está el mundo para juegos.

La paradoja radica, pues, en el hecho de que ya sabemos que la ciencia y la tecnología modernas no han sido capaces de mediar debidamente los fines de la misma sociedad burguesa, pero que aún así las necesitamos. Y es desde este saber (desde el reconocimiento de la paradoja, que nos debemos plantear la pregunta sobre el "qué hacer". Con esto, parecería cerrarse el universo, pero no es así. Quizás sea necesario llevar el discurso a límite, para adquirir conciencia y reconocer alternativas. Y, dado que según parece la ciencia y la tecnología modernas constituyen un "nuevo reino" (Véase Moles y Noiray. O.c.) en el que nos movemos y somos, lo que procede es conocerlas de verdad para dominarlas.

La resonancia baconiana de la frase anterior no debe confundirnos. Ahora se trataría de dominar no la naturaleza bruta (la "primera naturaleza"), sino la "segunda naturaleza" creada por el hombre. Se trata de lograr que los medios vuelvan a ser medios y que los fines sean diferentes. Veremos que esto comporta alguna que otra reflexión histórico-filosófica.

Pero, saber de verdad es saber, además de la actual configuración de ciencia y tecnología, la génesis de las mismas. De aquí la enorme importancia que, tanto para los países "avanzados" como para los dominados, reviste la Enseñanza de la Historia de la Ciencia y la de la Tecnología.

Se pone así en evidencia el gran despropósito y la falta de responsabilidad que representaría, por ejemplo, un Plan de Estudios de nuestros sistemas educativos que exija conocer ciencia y tecnología, sin dominar la historia de las mismas y el trasfondo filosófico-político que les da tono.

La enseñanza de la historia de la ciencia y la tecnología no puede ser exclusivamente informativa, es decir, no puede ser el recuerdo histórico de hechos y sucesos que han tenido lugar. Rastrear el desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología exige superar la visión lineal de continuidad que marca el tránsito de la técnica a la tecnología y hace de ésta última el pilar fundamental donde se manifiesta la racionalidad del poder.

La enseñanza de la historia de la ciencia y de la tecnología exige la pronta mediación de la reflexión filosófica, capaz de poder llevar conscientemente a la realización la tarea que se exige: pues ya no es el afán de dar razón a lo existente, ni de conciliar el concepto con la realidad. La tarea a comprender exige la comprensión del marco categorial que la racionalidad burguesa ha instaurado, pero esta empresa no debe llevarnos a pensar que la mediación filosófica va ser el guardián intelectual e ideológico para preservar a la ciencia de errores res y confusión; ni tampoco vamos a pretender que la ciencia y la tecnología confirmen las tesis filosóficas.

"La filosofía viva que se pone a prueba y actúa como dice Engels, en las ciencias, no es sólo la sistematización de nuestro concebir el mundo en su contrariedad y en su hermosura fantástica: es además filosofía activa precisamente por no ser un sistema de proposiciones generales, sino consciente método dialéctico que concibe el mundo, en su contradictoriedad, como unidad; sin embargo esa filosofía no es sistema del mundo, sino concepción o visión del mundo", (Robert Havemann. Dialéctica sin dogma. Edit. Ariel, Barcelona, 1971; pág. 216).

Pensamos que es necesaria la interacción entre la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia, pues la primera posibilitaría la correcta reflexión en torno a la

actividad científico-práctica cuando enfile su crítica sobre ésta y manifieste la razón burguesa que la nutre.

La explicitación filosófica—categorial del trasfondo científico—tecnológico moderno

Ni la ciencia, ni la técnica moderna — icuanto menos la tecnología que alumbran!— son la simple prolongación de los saberes y poderes del mundo antiguo. Quien piensa que el concepto de átomo de Newton o de Planck son el perfeccionamiento del concepto de átomo de Demócrito; o quien cree que el sistema Offset de reproducción de textos desarrolla la misma matriz que tuvo la imprenta de Gutenberg, se priva de entender lo antiguo y lo moderno.

Lo determinante en la diferencia no radica en el hecho reconocido de que una catapulta tenga menos alcance y precisión que una lombarda y ésta que un cohete tierra-aire. Lo determinante es que cada una de estas máquinas surge dentro de un sistema de racionalidad diferente; sistema que confiere a cada una un sentido y un "alcance" diferentes. Los productos técnicos y los saberes científicos no son disponibilidades objetivadas simples —desprendidas de todo contexto— que pudiera utilizarse de cualquier modo o a las que pudiera dárseles cualquier función. Productos como la "bomba limpia de neutrones" no son posibles—por no decir pensables— fuera del marco cate- gorjal de esta ciencia y de esta tecnología. Imagínense ustedes si pueden a un patricio romano del S. III o a un fraile benedictino del S VIII, afanado por lograr redundancia suficiente para que no falle el mecanismo de la noria al elevar el agua de la acequia; o a un sabio árabe de la Córdoba del S. X desvelado porque no encuentra la forma de reducir costos en la elaboración de alambiques para que tengan aceptación en el mercado. ¡Qué despropósito histórico...

La ciencia y la técnica son, siempre, las de su tiempo y eso significa que pertenecen, junto a las demás dimensiones de la vida social, a totalidades de sentido que no pueden olvidarse, so pena de no entender nada.

Pues bien, con el surgimiento de la época burguesa (es decir, tan pronto como el sistema capitalista se pone sobre sus pies y se reproduce como tal), se va gestando un sistema de racionalidad que constituye, en gran medida, el ámbito de posibilidad y, definitivamente, el sentido de la ciencia y de la técnica modernas.

De este hecho —que procuraremos describir más tarde—, se desprenden dos enseñanzas:

a) Todo propósito de darle a la ciencia y a la tecnología modernas una dirección diferente a la que hoy tienen —si es que se llegara a tal atrevimiento— ha de conocer y reconocer ese sistema de racionalidad y enfrentarse a su transformación pues, de lo contrario, ciencia y técnica seguirán produciendo los mismos efectos;

b) No hay modo de enseñar responsablemente la Historia de la Ciencia ni la de la Técnica, sin enseñar a la vez el sistema de racionalidad que les corresponde. En este sentido, hay buenas y malas formas de contar la historia. Es mala "Una Historia Ejemplar: Torricelli" de M. Bunge, porque quiere hacernos creer que se descubre axiomática- mente la atmósfera terrestre y la razón de que las bombas no puedan elevar el agua a más de 10 mts.

(M. Bunge: La Investigación Científica. Ariel. Barcelona, 1975; véase pág. 899 y SS); es mejor A. Koyré cuando nos descubre las peripecias acerca de la enunciación de la "Ley de Inercia", pero sigue prisionero de los textos (libros) y no lee el libro abierto de la real historia (A. Koyré: Estudios Galileanos S. XXI; Madrid 1980); aún mejor resulta la historia de la ciencia desde la perspectiva de G. Canguilhem, cuando rastrea, por ejemplo, el concepto de normal (véase: G. Canguilhem; lo normal y lo patológico. 5. XXI. Buenos Aires 1971). Y será tanto mejor una historia de la ciencia cuanto mejor y más se realice tratando de "reconstruir" el medio histórico en que surge. Por eso resultan tan vivas aquellas historias que, como la de C. Marx sobre "Maquinaria y Gran Industria" (en el XIII cap. del Ier vol, del Capital) o la de "On the economy of machinery and manufactures" de Charles Babbage, recogen el real ambiente en que se generaron los saberes y los ingenios industriales.

Y véase bien. Si antes decíamos que era necesario enseñar la Historia de la Ciencia y la Historia de la Tecnología, ahora decimos cómo ha de hacerse. Así no aparecerán ciencia y técnica falsamente como productos neutrales o como frías piezas de museo, sino como las poderosísimas y eficaces mediaciones que son. Creemos que es éste un medio eficaz de enfriar un poco el ánimo de los desmesurados optimistas, pero también permite borrar los nubarrones con que ven la tecnología moderna los pesimistas: los que temen al progreso de cualquier signo como al mismo diablo.

Buscamos, pues, el sistema de racionalidad de la ciencia y de la tecnología de nuestro tiempo. Y, aún arriesgando caer en la desmedida simplificación, podríamos decir que la categoría central del mencionado sistema es la de DOMINIO.

El pensamiento burgués funda su sistema de racionalidad en la "naturaleza humana" (haciendo más énfasis en lo natural que en lo humano). Esta era una forma legítima y, en su tiempo enormemente astuto y eficaz de criticar el fundamento del orden feudal y de dejar sin legitimidad la base teórica e ideológica de los privilegios de la nobleza y del clero.

—El hombre, por naturaleza, es un ser racional, esto es, capaz de dominar.

El dominio se entiende como la capacidad de vérselas con un mundo externo que, además de estar ordenado es un mundo disponible para el hombre:

"Las bases históricas para la aplicación práctica general de este enfoque de la naturaleza, considerada como un objeto mecánico distinto y dissociado del hombre y sometido a su poder gracias a sus conocimientos, vinieron dadas por las relaciones de producción capitalista" (R. Richta. O, c. pág. 77).

El espontáneo y fortuito orden o legalidad con que se encuentra el mundo, es susceptible de análisis: es susceptible de desordenación. Mediante este procedimiento, que ha de ser metódico, libera el mundo sus elementos y los deja a merced del ser racional. Desde aquí, el hombre —de acuerdo a su plan e interés— reordena aquellos elementos sueltos, sometiéndolos a un nuevo orden que ya no será contingente como el originario sino necesario:

—el hombre convoca soberanamente a los elementos según su plan y estos obedecen hasta lograr un nuevo orden: es el "regnum hominis", es el "nuevo reino tecnológico- científico". (es la segunda naturaleza):

“El capitalismo y la revolución industrial llevaron a la práctica la concepción del hombre de Descartes como “dueño y señor de la naturaleza”, el afán de Bacon de conseguir mediante los conocimientos el imperium hominis sobre el universo, la contraposición de Hobbes entre la civilización (status civilis) y la naturaleza como objeto externo que hay que conquistar, dominar y utilizar en la producción” (R. Richta. O.c. pág. 76).

La real posibilidad de llevar a cabo esta serie de operaciones, significa la real manifestación de su libertad (*): el hombre es libre en tanto ejercita su racionalidad. Y, al hacerlo, surgen inéditas posibilidades para reproducir su vida.

Racionalidad, libertad, necesidad, posibilidad y dominio constituyen un sistema categorial con características tan especiales que se hace necesario explicitarlas.

El sistema —este sistema— de racionalidad es NATURAL. Al ser propio del hombre, que lo trae consigo desde su nacimiento, se justifica por sí mismo. Cada individuo lo posee plenamente. Constituye, por así decir, el potencial de cada individuo y está siempre listo para ser usado. Cabe recordar la recurrencia que la moral burguesa ha hecho a la religión para fundar este haber. Cada hombre recibe de Dios unos talentos que ha de saber explotar y multiplicarlos, si quiere saber responder el día del juicio a las demandas de quien exige el interés compuesto. Dios es, en este sentido un duro y potente inversor. Es como un potencial en trance que no depende ni del tiempo ni del espacio. Y es individual, como bien se mostró a través de la figura de Robinson. El momento de determinación social resulta derivado y secundario.

El sistema es FORMAL, entendiendo por formal aquel molde que puede adoptar en sí multitud de diferentes contenidos. Indiferente a todo contenido (y abstracto como las nuevas formas del trabajo fabril), puede cambiar su función a capricho. Carecería, pues, de sentido todo intento de valoración del mismo. Como tal, queda más allá del bien y del mal, siendo cualitativamente neutro y, por ello mismo, susceptible de tratamiento científico. Puede darse una Epistemología que lo analice según las “puritanas” normas científicas no valorativas de Max Weber.

Desde el punto de vista cuantitativo, es infinito pues no se le encuentra límite visible. Genera un espacio como aquel en el que corren las esferas que ilustran la Ley de la Inercia. Por demás está decir que al burgués se le presenta el universo entero como campo de acción. Las ideas y los modelos de “crecimiento sostenido” que se expanden exponencialmente tienen aquí su telón de fondo.

También le es propia la INFABILIDAD. El sistema no puede fallar. Las fallas, cuando las haya, habrá que achacárselas al hombre que no supo hacer buen uso de él. Ya desde Descartes se ve venir este modo de pensar, y no olvidemos que Bacon celebraba el descubrimiento de un método que igualaba los ingenios y permitía a cualquiera, usándolo, llegar a buenos resultados. Los errores de cálculo así como las debilidades humanas no merman la infabilidad. Y resulta esto tan cierto que, cuando este sistema se lleva a sus últimas consecuencias, aparece siendo el hombre mismo quien falla y no porque se piense que, a fin de cuentas, es el hombre quien lo hace. Se hace esto, porque se piensa el sistema con independencia de los fortuitos errores de los individuos.

* Tenemos aquí que hacer mención a las muchas y valiosas aportaciones que en este tema, hizo Bruna Manal en sus exposiciones y discusiones a su paso por el Departamento de Filosofía. Estas ideas las puso ella en la mesa de discusión.

Es éste el pensamiento que está detrás de aquellos modelos industriales de automatización en los que desaparece el hombre: el proceso de producción sólo es continuo (esto es, sólo se logra, el máximo cuantitativo con un mínimo de costos, cuando se "tapan" todos los poros del proceso mismo. Y como el único elemento que introduce discontinuidades es el obrero (que tose, respira, va al servicio, fuma hasta sonríe), bastaría con sacarlo de esa línea para que desaparezca la perturbación. Pero también es éste el pensamiento que legitima aquellas declaraciones de las líneas aéreas cuando, después de algún accidente, declaran que hubo fallas humanas, pues el sistema —aquí la tecnología— es infalible. Por eso dirán: "esta es la línea que dedica más atención al avión que a usted".

A estas características convendría añadir aún otras dos, (aunque no seamos exhaustivos).

Una se refiere a la capacidad del sistema de diferenciar siempre entre el sujeto que lo posee (y puede, por ello, usarlo) y el objeto que lo padece (y debe, por tanto, sufrirlo), pues ello radica, nuevamente, en la naturaleza de la cosa. La otra se refiere a la capacidad de determinar fines. Este universo ordenado casualmente, pero falto de sentido y finalidades, puede (y hasta debería) recibir desde fuera orientación. La libertad de determinar lo que debe ser, a partir de lo que puede ser, se convierte en el ya notable lema positivista: saber para poder y poder para determinar lo que debe ser.

Aquí tenemos, aunque no sea completo, el sistema de racionalidad que ilumina y da su actual sentido a la ciencia y a la tecnología. Y esto es sólo una corta advertencia.. Que no se nos venga entonces a decir, cuando de la transferencia en la enseñanza se trata que estemos ante simples procedimientos que, para ser correctamente enseñados, basta con saber matemáticas. Oigan, si no lo creen, lo que dice sobre la enseñanza de la técnica un furibundo inglés:

"La tecnología occidental tan sólo difiere de otras en su aplicación de las matemáticas a la ciencias naturales, en la sustitución del conocimiento artesano por el cálculo" (C. Truesdeil: Ensayos de Historia de la Mecánica. Tecnos. Madrid, 1975; pág. 17).

Si esto es falso para Inglaterra cuánto más lo será para Centro América que recibe esa ciencia y esa tecnología en paquetes sellados con costos al portador.

Recomendaciones teórico-prácticas

El afán de dominio con que el hombre irrumpió en la edad moderna se hizo teoría e ideología, interiorizándose en la conciencia de los hombres y haciéndose red categorial desde la que se piensa y se legitima la transformación del mundo.

Al principio, se expresó como hilo conductor para que el hombre se las viera con la naturaleza: el mundo se mostraba ancho y disponible. La positividad del dominio articuló filosofías del progreso y la voluntad de poder hizo resaltar la capacidad ilimitada del "hombre emprendedor". Mucho fue el entusiasmo que acompañó a semejantes ideas.

La categoría de dominio —expresión de la "razón instrumental"— mostraba un universo escindido en dos: el mundo del sujeto y el mundo del objeto: el hombre y lo otro (la naturaleza). Dos mundos enfrentados, sin hacer caso a la "naturaleza" que los

vincula. Y el sujeto, sin sospechar el riesgo que esa separación conlleva, quiso llevar a cabo la máxima objetivación pensable, en la esperanza de lograr, mediante ese procedimiento de alejamiento, conocimiento pleno y realización humana.

Pero no resultó así. En la medida en que el hombre ganaba en dominio sobre las cosas y sobre los otros hombres —en tanto los cosificaba—, perdía conciencia de su propia esencia y perdía su propia esencia: a la antigua relación objetiva del hombre con sus supuestos de vida, sucedía un progresivo “vaciamiento” y empobrecimiento; y esto precisamente valiéndose de las mediaciones de la ciencia y de la tecnología, que, de simples medios, se convirtieron en fuerzas (productos) externos, independientes y, en no pocos casos, amenazantes.

No es, pues, la simple relación con la naturaleza la que reclama hoy una reflexión acerca del sentido de la ciencia y de la tecnología.

Es, fundamentalmente, la actual relación de los hombres entre sí la que nos permite realizar críticamente la reflexión a que hemos hecho mención, pues esa Ciencia y esa Tecnología sitúan, como hemos visto, a unos hombres como cosas frente a los otros. No hay posibilidad de corregir o transformar la relación de los hombres con la naturaleza, dejando intacta la relación capitalista en que se encuentran unas clases sociales frente a otras:

“Si el núcleo central de la implacable explotación de la naturaleza (y la fuente de los sistemas teóricos correspondientes), estaba constituido por las leyes que rigen la explotación del hombre, entonces el camino hacia una nueva y diferente concepción de la naturaleza pasa inevitablemente por el sector en el cual se supera el poder soberano del lucro capitalista sobre el destino del hombre” (R. Richta. O.c.; pág. 81).

Pues bien. Desde este núcleo conceptual, pasamos a sugerir algunos aspectos que según creemos, convendría y sería posible realizar en nuestros países en el aspecto didáctico de la Historia de la Ciencia y de la Tecnología:

a) Debe incorporarse esta tarea histórica en los Planes de Estudio de los niveles Medio y Superior, integrando consciente y responsablemente su dimensión social, para evitar la transmisión de pretendida neutralidad y el consiguiente discurso ingenuo y aún demagógico que suele acompañar a Ciencia y Tecnología;

b) Conviene mantener siempre presente la dimensión de universalidad en que se producen Ciencia y Tecnología, haciendo que aparezcan no sólo la relación entre las ciencias naturales, sino entre estas y las Ciencias Sociales —como realmente se ha dado y se da en la realidad.

c) Ambos aspectos exigen la preparación de docentes que tengan dominio de los temas en cuestión: la reflexión al hilo de la historia y con explicitación del espacio categorial en que se desenvuelven, es un trabajo de mucha envergadura, que no se puede sustituir con anécdotas o con historietas sobre descubrimientos felices.

d) La enseñanza de la Historia de la Ciencia y de la Tecnología ha de posibilitar una “recepción creativa” de lo que, en realidad es patrimonio del esfuerzo de la humanidad: no se trata de vacunar- se contra la “penetración” científica, sino de relacionarse autónomamente y con conciencia de lo que se hace con esas dos grandes mediaciones.

e) Finalmente, sugerimos que las ideas de este seminario encuentren la debida difusión y que—quizás a través del CSUCA— se establezcan las formas de acción (más o menos permanentes) que permitan convencer a nuestras universidades y a nuestros gobiernos de la importancia que tienen estas disciplinas.

José Sala Catalá

OBSERVACIONES AL PARADIGMA ECOLOGICO

Summary: *Two paradigms in scientific research, both prevalent at different times in the XIXth century, are contrasted in the article: the physiological, already firmly entrenched by the 1850's, and what the author calls "the ecological paradigm" which appears in 1859 as a result of the widespread influence of Darwin 's ideas. The change is seen not only in the way scientific research is restructured, but also in the process whereby biological sciences are forced to reexamine their basic principles and methods. The path followed by Darwin in developing his original new approach is reconstructed here.*

Resumen: *Se contrastan dos paradigmas de investigación institucionalizados en el siglo XIX: el fisiológico, establecido ya en la década de los cincuenta, y el llamado por el autor "ecológico" que irrumpe a partir de 1859 y que es el resultado de la difusión de las ideas de Darwin. La reestructuración del paradigma de investigación lleva consigo la reformulación de los principios básicos y de la metodología de las ciencias biológicas. Se analizan aquí los pasos seguidos por Darwin en el proceso seguido para llegar a precisar su enfoque, novedoso y original respecto de los anteriores.*

La ampliación de los marcos tradicionales de experimentación en Biología llevada a cabo por Charles Darwin en las décadas centrales del siglo XIX, tendrá como resultado el descubrimiento de una creatividad y espontaneidad mayor en la organización viviente, y que en consecuencia la hacen potencialmente transformable y susceptible de modificación.

La teoría darwiniana de la evolución, como ha señalado Doy Ospovat⁸⁰, reacciona claramente contra el postulado de la biología tradicional según el cual la adaptación del organismo con su medio ambiente es perfecta. Este supuesto se fundaba en la consideración del organismo como un constructo funcional perfectamente integrado tal como se desprendía de los estudios de Cuvier, Magendie o Johannes Müller. La integración funcional de la organización viva, estudiaba órgano a órgano mediante técnicas de registro gráfico como el quimógrafo, implicará una consideración muy ideologizada del papel del medio ambiente en el mantenimiento de dicha organización como es la supuesta en el postulado de la adaptación perfecta y por tanto "la armonía de faunas y floras" y la consiguiente existencia de un plan unitario para la creación del mundo orgánico.

Por el contrario, la consideración adaptativa de la organización viva desarrollada por Darwin supondrá la explicación de la diversidad natural por la filogenia en lugar de "armonía de faunas y floras". El evolucionismo supondrá un cambio en los modos de organizar la investigación biológica y por tanto, la organización del trabajo científico en una institución; en definitiva una reinstitucionalización de la ciencia biológica vigente desde nuevas áreas disciplinares rectoras.

Por referencia pues, a éstos dos modos de investigar, la historia de la Biología de la segunda mitad del siglo XIX se puede caracterizar adecuadamente por el conflicto entre dos paradigmas de investigación, uno ampliamente institucionalizado hacia la década de los cincuenta y que llamo paradigma fisiológico y otro que irrumpe públicamente a partir de 1859 y que llamo paradigma ecológico de investigación⁸¹.

Ahora bien, esa reinstitucionalización se concretará a medida que se formulen los principios de las distintas disciplinas biológicas a la luz de la nueva teoría. No basta las nuevas metodologías y disciplinas creadas, habrá que reasumir todas las prácticas investigadoras tradicionales. Verdadero proceso éste de formación del paradigma, en él intervendrán un número variado de biólogos.

⁸⁰ Ospovat, D. (1978): "Perfect Adaptation and Teleological Explanation: Approaches to the problem of the History of Life in the Mid-nineteenth century". *Studies in History of Biology*, 2, pp. 33—56.

⁸¹ Sala Catalá, 3. (1982): "Conflictos y Paradigmas en la Biología de la segunda mitad del siglo XIX". II Congreso Nacional de Historiadores de las Ciencias. Septiembre. Jaca.

Uno de los aspectos de éste proceso es el referente a las observaciones propias del paradigma. Excepto en Embriología, entre 1859 y 1877 se concretará un conjunto de observaciones características del paradigma que serán punto de referencia esencial en la nueva organización del trabajo investigador de las instituciones correspondientes, ya sean antiguas como de nueva creación.

1. La formalización de las nuevas observaciones rectoras

Como ya es ampliamente conocido el viaje de Darwin alrededor del mundo entre 1831 y 1836 acontece en el marco del cuestionamiento por parte de los naturalistas ingleses de la teoría de las catástrofes desarrollada hasta el absurdo por los discípulos franceses de Cuvier. Su principal impugnador inglés Carlos Lyell introducirá en sus *Principios of Geology* una metodología nueva en ciencias geológicas conocida posteriormente como actualismo en oposición al catastrofismo de la mayoría de los geólogos continentales por aquellas fechas.

Sin embargo el rechazo del catastrofismo arrastraba importantes consecuencias en Historia Natural. La extinción de las distintas faunas y floras no podía ya explicarse con base en repentinos cataclismos y por tanto la distribución geográfica, tanto de especies fósiles como de los organismos actuales quedaba cuestionada. Lyell, en el segundo tomo de los *Principios...* afrontó directamente el problema buscando una correlación entre la ubicación geográfica de las especies y las características del clima pero él fue el primero en reconocer también que esa correlación no existía. Al final recurrió a un expediente claramente ideológico tomado de la tradición teológico-natural inglesa, consistente en suponer un centro de creación distinto y una duración limitada para cada especie. Esto salvaba los principios rectores de la Historia Natural vigente de unidad de plan de la creación orgánica y armonía constante de faunas y floras. La adaptación perfecta de la especie a su medio era una tesis adecuadamente deducida de estos principios.

Hay que tener en cuenta que Darwin como geólogo es un discípulo directo de Lyell y que el segundo tomo de los *Principios* lo recibió a su llegada a Montevideo con el *Beagle* a finales de 1832. Allí comienza a anotar los cuestionamientos indicados y que le permitirán afrontar la paleontología de la Patagonia argentina desde posibilidades renovadoras.

El momento de ruptura explícita con las teorías vigentes lo podemos fechar con gran precisión puesto que Darwin reunió todas sus impresiones pertinentes a su *Diario*, el 9 de enero de 1834, a raíz de la llegada del *Beagle* a la bahía de San Julián⁸². El texto hay que leerlo con cierta prudencia puesto que fue definitivamente ultimado en Londres años después pero no por ello deja de ser muy ilustrativo.

Comienza con un análisis "actualista" detallado de las formaciones y perfiles de la costa. Esto le conduce inmediatamente a notar el fenómeno de que muchos mamíferos semejantes a los actuales, relativamente recientes en su aparición y coetáneos de los anteriores se han extinguido:

"La relación, aunque distante, entre el *Macrauchenia* y el guanaco, entre el *Taxodon* y el *Capybara*, la más cercana reacción entre los muchos edentados extintos y los actuales perezosos, los *Myrmecophaga tridáctila* y los armadillos tan

⁸² Consultado de Darwin, Ch. (1883): *Voyage d'un naturaliste*. C. Reinwald. Paris, pp. 181-189.

característicos de la fauna sudamericana actual y la todavía más estrecha relación entre las especies fósiles y las vivientes de *Ctenomys* e *Hydrochaeris*, son realidades que presentan gran interés... Esta maravillosa relación, en el mismo continente, entre "muertos" y "vivos" arrojará sin duda alguna más luz sobre la aparición de los seres organizados en la superficie terrestre, así como sobre su extinción, que cualesquiera otros hechos que puedan considerarse"⁸³.

A continuación Darwin constata:

"La mayoría de los cuadrúpedos extintos vivieron en un período reciente y fueron coetáneos de la mayor parte de los moluscos marinos que ahora existen. Desde entonces la tierra no ha debido experimentar grandes cambios. ¿Qué es entonces lo que ha exterminado tantas especies y géneros enteros? La mente vuela rápidamente y nos hace pensar en alguna gran catástrofe... Un examen más o menos minucioso de las características geológicas de Patagonia y de la región del Plata lleva a creer que la actual conformación del terreno es resultado de cambios lentos y graduales"⁸⁴.

Después de rechazar las revoluciones anota la falta de correlación entre clima y extinción, recuperando la anomalía ya señalada por Lyell:

"Difícilmente podemos concebir que un cambio de temperatura destruyese al mismo tiempo la fauna tropical y la de las regiones árticas de ambos polos. Sabemos positivamente (gracias a las investigaciones de Mister Lyell) que en Norteamérica los grandes cuadrúpedos vivieron subsiguientemente al período en que grandes masas rocosas eran acarreadas hasta latitudes a las que actualmente nunca llegan los icebergs. Por razones concluyentes, aunque indirectas, podemos estar seguros de que en el hemisferio sur los *Macraucheria* también vivieron en el período subsiguiente al acarreo de grandes masas rocosas por los icebergs... ¿Qué diremos de la extinción del caballo? ¿Se agotaron los pastos de estas llanuras?"⁸⁵.

Más adelante indica:

"¿quién puede asombrarse de que el *Magalonyx* abundase menos que el *Megastherium* o de que los monos fósiles escasearan en comparación a los monos actuales? Y es en esta escasez relativa donde debemos hallar la plena evidencia de condiciones menos favorables para su existencia"⁸⁶.

Así pues Darwin formula ya una nueva tarea: conocer las condiciones de existencia de las especies en relación con su mayor o menor abundancia. Es el programa de lo que más tarde Haeckel llamará Ecología.

Por último la página del Diario termina con un párrafo ilustrativo:

"Admitir que las especies escasean antes de extinguirse, no sorprenderse en la escasez relativa de una especie respecto de otra, hacer entrar en juego algún agente

⁸³Ibid. p. 185-186.

⁸⁴Ibid. p. 186.

⁸⁵Ibid. p. 186.

⁸⁶Ibid. p. 189.

extraordinario y maravillarse cuando una 'especie desaparece, es tanto como admitir que la enfermedad lleva a la muerte y, no obstante, sin sorprenderse de la enfermedad, hacer grandes aspavientos cuando el enfermo se muere, creyendo que ha sido de muerte violenta"⁸⁷.

Cuestionamiento decidido de los principios históricos naturales vigentes: catástrofe y creaciones múltiples. Hay que recordar aquí que aún en la fecha de 1854 Louis Agassiz encuentra en la no correlación de especies y condiciones físicas una demostración de la realidad de las creaciones múltiples⁸⁸.

Además Darwin ha reconocido un nuevo marco de observaciones: las condiciones de existencia de los seres vivos. Sin embargo todavía conserva un modo abstracto de considerarlos, siempre razona en términos de especie taxonómica como correspondía a la Paleontología vigente. A pesar de reconocer como no sabidas las relaciones de los organismos con su medio todavía no adecuaba a ese proyecto su objeto de observación.

Esto, precisamente acontecerá en las islas Galápagos.

Verdadero laboratorio biogeográfico natural, su primer apunte sobre el mismo es del 15 de septiembre de 1835. El 8 de octubre Darwin realiza las conocidas observaciones sobre los pinzones⁸⁹:

"Lo más curioso es la perfecta gradación en el tamaño del pico de las diferentes especies de *Geospiza*, en la que se encuentran picos tan grandes como el del cocotraustes o el del Pinzón.., o incluso el del pájaro cantor. Hay no menos de seis especies en una perfecta gradatoria en la que las diferencias de uno a otro pico son casi imperceptibles. El pico del *lactarnis* es muy parecido al del *estor*- fino y el del cuarto subgrupo o *lamorhychus*, es casi idéntico al del loro. A la vista de esta gradatoria y de la diversidad de formas de un grupo de pájaros cuyas diferentes especies se hallan íntimamente emparentadas, podría pensarse que, de un pequeño núcleo de pájaros originarios del archipiélago surgió una especie que fue modificándose para adaptarse a fines diversos"⁹⁰.

Esta observación se complementa en la misma nota con la peculiaridad de los galápagos de cada isla: el poder adaptativo de la especie es evidente. Incluso, al comentar la flora, Darwin caerá en la cuenta del influjo de las corrientes marinas y la consecuente diferenciación florística de las islas. Su manera de considerar al organismo ha cambiado confiriendo gran importancia a las variedades.

Sin embargo, para proseguir nuestra historia, hemos de situarnos ya en Londres, en 1837, después de regresar del viaje alrededor del mundo Darwin se establece en esa ciudad y a la vez que ordena sus colecciones y apuntes comienza sus reflexiones sobre el "origen de las especies".

⁸⁷Ibid. p. 189.

⁸⁸Agassiz, L. (1850): "Geographical Distribution of Animals". En *Tite Christian Examiner and Religious Muscellany*, Marzo, pp. 181-204.

⁸⁹ Un artículo reciente sobre estas observaciones: Sulloway, F. 3. (1982): "Darwin and His Finches: The Evolution of a Legend". *J. of His. Biol.* 15, 1; pp. 1-5 3.

⁹⁰Darwin, Ch. (1883) op. cit., p. 407.

Como ya es conocido va a inaugurar unos cuadernos de notas ya con mayor pretensión sistemática. Desde la publicación de estos cuadernos por Gavin de Beer, ha sido señalado por varios especialistas diferencias fundamentales entre el primero y el segundo que iluminan el proceso por el cual Darwin elabora sus observaciones⁹¹.

El primer cuaderno, abierto a pocos meses de llegar a Inglaterra, todavía en 1837, incorpora ya decididamente una nueva consideración del organismo vivo como variedad adaptativa individual, destacando como objeto prioritario de investigación las variedades que en relación al medio exhibe un individuo orgánico frente a los caracteres generales de la especie taxonómica a la que pertenece.

En segundo lugar, ya desde el principio busca una descripción unitaria de los procesos de diferenciación y extinción de las especies. La metodología actualista de cambios geológicos graduales y las observaciones anotadas en los Galápagos constituyen su principal punto de referencia. El aislamiento geográfico y los cambios geológicos graduales influirían en la modificación de los caracteres orgánicos así como en la eliminación de razas que no varían en una dirección adaptativa.

Darwin pues ya en este primer cuaderno reconoce fenómenos que ya serán retenidos en las elaboraciones teóricas posteriores. Se trata de la ubicuidad geográfica de las variedades así como de la multidireccionalidad de la variación. No había una dirección necesaria de progreso orgánico. Esto lo plasma en el primer diagrama filogenético del evolucionismo:



Ahora bien, hay un fenómeno que será ampliamente olvidado en el segundo cuaderno de notas como es la relación causal entre medio y variación, mínimamente considerada en el primero⁹².

¿Qué ha ocurrido?

Entre finales de 1837 y principios de 1838 Darwin quiere comprender las causas de la variación heredable. En este sentido busca unas experiencias concretas que pueden sugerir una explicación. Es entonces cuando se dirige al campo de la cría y selección de animales y plantas en domesticidad y sobre todo es la lectura de las obras de John Wilkinson⁹³ y Sir Jhon Sebright⁹⁴ las que le influyen decisivamente. Allí la

⁹¹ de Beer, G. y col. (1960-1967): "Darwin's notebooks on transmutation of species", *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, hist. ser., 2: pp. 27-200;3: 129-176.

⁹² Sobre este tema sigo la revisión reciente de Michael Ruse (1979): *Tite Darwin Revolution*. University of Chicago Press. Chicago.

⁹³Wilkinson. 3. (1820). *Remarks on the improvement of cattle*. Bart M.P. Nottingham.

selección artificial es descrita con gran optimismo, como una técnica capaz de producir una modificación ilimitada de caracteres y lo que es más importante, con efectos permanentes. De ahí Darwin incorpora dos nuevos supuestos como son la infinitud de la variación y la irreversibilidad y sobre todo define ya el campo técnico desde el que va a acometer la formalización definitiva de las observaciones claves de su teoría. Tiene entonces que resituar las observaciones efectuadas hasta ese momento en otro interés teórico que supone un abandono de cierto lamarckismo. Sin embargo le falta una comprensión cabal del fenómeno de la selección en la naturaleza. Además, y esto es muy importante, durante la semana del 7 de Agosto de 1938 Darwin lee el resumen que ha hecho David Brewster del Curso de Filosofía Positiva de Comte en el número de julio del Review Edimburg. Se convence entonces de que su teoría debe ser predictiva y que por lo tanto tiene que formalizar matemáticamente sus observaciones con vistas a describir en leyes generales la relación entre medio ambiente y variación orgánica. Es entonces cuando lee la obra clásica de Quetétlet "Sur l'homme et le développement de ses facultés" (París, 1835), pionera en la incorporación de la cuantificación en el estudio de las razas. Es allí donde Darwin tiene noticia de la tesis malthusiana, sobre todo de su formulación matemática: "La población tiende a incrementarse en progresión geométrica..."⁹⁵. Sin embargo, ¿Cómo definir o delimitar tendencias en la variación orgánica de los individuos que describan tanto la diferenciación como la extinción de las especies?

Hasta 1842 enriqueció más sus observaciones sobre selección artificial y domesticación, tanto con lecturas como experiencias propias fracasando en su búsqueda de la causa de la variación heredable, sobre todo en la cuestión de la herencia de los caracteres adquiridos. A pesar de esto el camino recorrido ya era largo y Darwin insiste en él. Al final ya ante la urgencia de publicar "El Origen...", acomete la definitiva tarea de formalizar matemáticamente su teoría durante los años 1857 y 1858 encontrando grandes dificultades⁹⁶. El esfuerzo encuentra su culminación en los capítulos 2, 3 y 4 del libro publicado ya en 1859⁹⁷.

Todo el capítulo segundo del "Origen de las Especies" contiene una serie continua de formulaciones matemáticas. Primero, bajo el epígrafe de "Diferencias individuales" Darwin resalta el objeto clave de su análisis: la variedad adaptativa individual por oposición a la abstracción taxonómica de especie. Dice:

"Por eso, al determinar si una forma debe ser clasificada como especie o como variedad, la opinión de los naturalistas de buen juicio y larga experiencia parece la única guía que seguir. Sin embargo, en muchos casos tendremos que decidir por mayoría de naturalistas, pues pocas variedades bien caracterizadas y bien conocidas pueden citarse que no hayan sido clasificadas como especies por, al menos, algunos jueces competentes"⁹⁸.

Más adelante:

⁹⁴Sbright, J. (1809): "The art of improving the breeds of domestic animals". Sir Joseph Banks, K.B. Londres.

⁹⁵ En este punto sigo a Silvan S. Schweber (1977): "The Origin of the 'Origin' Revisted". J. His. Biol., 10, 2: pp. 229-326.

⁹⁶ Para una narración detallada de estos esfuerzos véase el trabajo de Karen Hunger Parshall (1982): "Varieties As Incipient Species: Darwin's Numerical Analysis". .1. of Hist. Biol. 15, 2: pp. 191-214.

⁹⁷Darwin, Ch. (1859): "On the Origin of species". Munay. Londres.

⁹⁸Ibid. p. 47.

“Por consiguiente, considero a las diferencias individuales, a pesar de su escaso interés para el sistemático, como de la mayor importancia para nosotros, por ser los primeros pasos hacia variedades tan leves que apenas se las cree dignas de mención en los tratados de historia natural. Y considero a las variedades que son en algún grado más distintas y permanentes como pasos hacia variedades más intensamente acentuadas y permanentes; y a estas últimas, como pasos que conducen a las subespecies, y luego a las especies”⁹⁹.

Los epígrafes siguientes del capítulo son muy ilustrativos: “Las especies de gran dispersión, las muy difundidas y las comunes son las que más varían”. “Las especies de los géneros mayores de cada país varían más frecuentemente que las especies de los géneros menores”¹⁰⁰, o dicho resumidamente: en la actualidad acontece también génesis de variación en correlación a la diversidad geográfica. La realidad de la variación en el presente. Además “...Las variedades ocupan, por lo general, áreas muy restringidas”¹⁰¹. Es decir: ubicuidad de la variación.

El capítulo 3, a propósito del concepto de “lucha por la existencia” introduce el principio de crecimiento que en el capítulo 4 se utiliza para describir la extinción:

“Debido a la elevada progresión geométrica de aumento de todos los seres orgánicos, cada área está ya completamente provista de habitantes, y de esto se sigue que así como las formas favorecidas aumentan en número, las menos favorecidas generalmente disminuirán y llegarán a ser raras. La rareza, según nos enseña la geología es precursora de extinción”¹⁰².

A su vez una variación favorable como ocurre en la selección artificial tiende a ser ampliamente retenida por una numerosa descendencia cuyos caracteres divergirán cada vez más del tipo original. A esto lo llama Darwin principio de divergencia. En realidad ha señalado la unidad tanto de los fenómenos de extinción como de progresión específica.

De modo que, la ubicuidad de la variación, la mayor o menor variación en el presente y el principio de incremento en progresión geométrica suponen una formulación matemática de los fenómenos de extinción y progresión de especies. Tan es esto así que a continuación Darwin resumirá en un diagrama espacio-temporal ya clásico cómo ocurren estos procesos¹⁰³.

Ahora bien, ¿Qué se ha hecho hasta aquí? Darwin ha construido con pretendido rigor formal una serie de “observaciones predictivas” de índole ecológica fundamentalmente para deshacer las anomalías biogeográficas vigentes, así como las ideologizaciones al uso y que él había detectado como tales durante el viaje del Beagle. Con esta filosofía estructura los importantes capítulos sobre “Distribución geográfica”, sobre todo el primero: los procesos de extinción y progresión anteriormente descritos explican la ya conocida falta de correlación entre condiciones climáticas y fauna y flora en el planeta, la importante diferenciación de faunas y floras próximas geográficamente pero separadas por importantes barreras naturales, así

⁹⁹Ibid. p.51-52.

¹⁰⁰Ibid. p. 54.

¹⁰¹Ibid. p. 58.

¹⁰²Ibid. p. 109.

¹⁰³Ibid. p. 116.

como su inverso: la afinidad de faunas y floras en extensas áreas interconectadas geográficamente. Por fin:

“Hemos llegado así a la cuestión que ha sido muy discutida por los naturalistas, es decir: si las especies han sido creadas en uno o en más puntos de la superficie terrestre... Sin embargo, la sencillez de la idea de que cada especie se produjo al principio en una sola región cautiva la mente. Quien la rechaza, rechaza la vera causa de la generación ordinaria con emigraciones posteriores, e invoca la intervención de un milagro”¹⁰⁴.

Por último Darwin define el nuevo marco de la Biogeografía:

“Por consiguiente, me parece como a otros muchos naturalistas, que la opinión más probable es la de que cada especie ha sido producida en una sola área hasta donde se lo han permitido sus facultades de emigración y subsistencia, bajo las condiciones pasadas y presentes”¹⁰⁵.

La geografía por la que acontece la emigración forma parte de una nueva tarea descriptiva del naturalista si quiere explicar adecuadamente la diversidad natural del presente.

2. La reformulación de las observaciones tradicionales

La publicación del “Origen...” en 1859 supuso pues la explicitación de una serie de observaciones efectuadas en un nuevo campo observacional¹⁰⁶ y que se presentaban como prioritarias para una explicación de la mayor o menor perdurabilidad de las organizaciones vivientes. Si esto era efectivamente así era algo que los seguidores de la teoría tendrían que demostrar en cada caso. Todas las disciplinas biológicas vigentes tenían que ser profundamente reorganizadas, tanto en sus métodos como en sus objetivos y la mayor o menor capacidad de la teoría de la evolución por selección natural para ser aceptada por las distintas sociedades científicas, dependería en último término de la eficacia y posibilidades demostradas en esa tarea. Un problema importante consistía en encontrar las observaciones que de acuerdo con las incluidas en el principio de selección deberían ser consideradas esenciales para cada disciplina tradicional.

Darwin mismo fue el pionero en acometer esta tarea a partir de sus investigaciones taxonómicas sobre los Cirrípodos¹⁰⁷.

A partir de 1844 Darwin decide profundizar en los problemas clásicos de la Historia Natural abordando la ordenación y clasificación de un subgrupo de Crustáceos cuya sistemática estaba poco clara. Aunque el trabajo definitivo no deja traslucir ninguna intención evolucionista, hoy sabemos que el uso que hacía Darwin de términos clásicos como afinidad natural o analogía estaba inspirado en la consideración de una evolución divergente desde un ancestral común y que el desarrollo individual era un buen testigo evolutivo de las vicisitudes sufridas por cada variedad adaptativa individual.

¹⁰⁴Ibid. p. 352.

¹⁰⁵Ibid. p. 353.

¹⁰⁶ Sobre el concepto de “campo observacional”. Sala Catalá, J. (1982): op. cit.

¹⁰⁷Darwin, Ch. (1851): A monograph of the sub-class Cirripedia”. Royal Society. Londres.

Estas observaciones que aparecían ya en la primera edición del Origen¹⁰⁸ fue casi inmediatamente aprovechada por Fritz Müller para ordenar sistemáticamente todo el grupo de Crustáceos.

Müller se encontraba en Sudamérica en 1860, allí recibió "El Origen..." Estudiaba en esos momentos diversas familias de crustáceos, todas ellas muy afines y que se asemejaban mucho en todos los caracteres importantes. Unas pocas especies de cada familia vivían en tierra y poseían aparato respiratorio, esperaba pues que la estructura anatómica de estos sistemas fuera también muy semejante, sin embargo esto no era así; encontró que diferían en puntos importantes. Müller razonó que las distintas especies se habían ido adaptando paulatinamente al hábitat terrestre y su modo de variar no sería el mismo dependiendo del ambiente. El mismo resultado funcional se alcanza por caminos diferentes. A continuación valiéndose de una diagnosis de los caracteres embrionarios de los Crustáceos ordenó toda la sistemática del grupo postulando que el ancestral debía ser un animal acuático semejante a la larva Nauplius actual¹⁰⁹.

De este modo la Morfología recuperaba a la Embriología descriptiva como práctica experimental que le permite conocer las formas en su proceso filogenético. A su vez estas formas así conocidas confieren objetividad a la sistemática taxonómica del grupo correspondiente. La taxonomía pues tiene que integrar no solo caracteres anatómicos sino incluso funcionales o residuales en un orden que es filogenético adaptativo y constituyendo sólo entonces un verdadero "sistema natural".

En Fisiología va a ser Claude Bernard el que destacará una visión adaptativa de la función orgánica.

Las investigaciones que conducirán a Bernard a su noción de medio interno tienen un doble punto de partida. De un lado su especialización dentro de la fisiología vigente (como discípulo de Magendie) en el estudio de lo que él mismo llamará "órganos de secreción interna". De otro lado sus estudios sobre la acción de determinados venenos mortales.

A raíz de las investigaciones de su tesis doctoral (1843) sobre el origen del azúcar en sangre, descubre que la presencia o ausencia de azúcar no depende de la ingesta en contra de lo predicho por la teoría vigente que lo consideraba como "alimento respiratorio"¹¹⁰.

Durante los años de 1845 y 1846 Bernard investiga el mecanismo de actuación de venenos muy potentes como el curare y el monóxido de carbono. En el caso del primero, observa que al practicar la autopsia no hay lesión anatómica, ahora bien las propiedades de los nervios han desaparecido. Con el monóxido de carbono ocurre lo mismo, lo único digno de observarse es el aspecto rutilante de la sangre. A este tipo de disecciones las llama disecciones fisiológicas puesto que no hay alteración

¹⁰⁸Darwin, Ch. (1859): op. cit., p. 203-205.

¹⁰⁹Müller, F. (1864): "Fur Darwin". La aportación es incluida por Darwin en la cuarta edición del "Origen..." (1866).

¹¹⁰ Tomado de Bernard, Cl. (1865): Introducción a ('étude de la médecine expérimentale. J. B. Bailliere. Paris, pp. 286-291.

anatómica de ningún órgano. ¿Qué se ha alterado entonces?: el substrato básico del medio interno, la sangre y su regulador principal, el sistema nervioso¹¹¹.

La investigación de cómo ocurren estos procesos requiere de la vivisección, que Bernard la convierte en clave de la experimentación fisiológica y que aplicará insistentemente durante la década de los cincuenta a la elucidación de la función glicogénica del hígado así como a la influencia del sistema nervioso sobre los fenómenos de nutrición y calorificación animal. Ya para 1855, fecha en que inicia sus "Cursos" en el Museo, incluye la noción de medio interno y su consideración prioritaria por el fisiólogo para explicar la funcionalidad del ser vivo en un marco adaptativo¹¹².

El siguiente hito cronológico fue la formalización de la Paleontología evolucionista llevada a cabo fundamentalmente por Vladimir Kovalevskii en cuatro monografías sobre los Ungulados fósiles publicadas entre 1871 y 1874¹¹³.

El tema tenía una larga tradición en la práctica paleontológica vigente. Cuvier, basándose en la similitud con el actual tapiz hizo la descripción clásica del género *Paleotherium*; posteriormente otros investigadores como Meyer y Christal crearon nuevos géneros como el *Anchitherium* y el *Hippartherium*. Por último, en el entorno de 1859, era discutida la relación de estos géneros con el *Equus* actual. Richard Owen, hacia 1861 consideraba muy afines al *Anchitherium* y al *Hipparión* aunque, desde luego, excluía consideraciones evolucionistas. Hasta incluso 1869 Joseph Leidy discutía la relación entre *Hipparión* y *Equus* como construidos de acuerdo al mismo plan.

Ya para estas fechas, Gaudry y Rutimeyer reinterpretaron al *Paleotherium* como un antecesor evolutivo del caballo actual. Ellos iniciaron la transformación evolucionista de la paleontología vigente relativizando los códigos al uso y buscando links, formas intermedias.

Vladimir Kovalevskii decide estudiar los Ungulados fósiles después de estudiar en Jena bajo la dirección de Gegenbaur y Haeckel. Su primer trabajo paleontológico fue "Sur l'Anchitherium aurelianensi, cuy. et sut l'histoire paleontologique des cheveaux"¹¹⁴. Tras la crítica global al trabajo de Cuvier, que según Kovalevskii se ha fijado en las diferencias, plantea la necesidad de elaborar una paleontología de valor filogenético; para ello habría que detectar el cambio y la continuidad de determinadas formas anatómicas en relación al cambio geológico del hábitat correspondiente. En este sentido, localiza su investigación en el desarrollo de las extremidades de los Ungulados fósiles, describiendo así las tendencias evolutivas de los caracteres anatómicos directamente implicados en la relación con el entorno.

La última disciplina clásica reelaborada por la visión adaptativa implícita en el evolucionismo fue la Embriología aunque en principio ésto parezca chocante. Sin

¹¹¹Bernard, C. (1865): op. cit. pp. 108-112 y 270-285. Sobre el concepto de "medio interno" en Bernard, véase Laín, P. (1947): Claudio Bernard. Ediciones El Centauro. Madrid.

¹¹² Los cursos se publican en forma de libro: Bernard, Cl. (1878): *Leçons sur les phénomènes de la vie...* Baillière. Paris. Las notas sobre medio interno y adaptación orgánica: pp. 103-124.

¹¹³ Para el examen de la obra paleontológica de Kovalevskii he seguido el interesante trabajo de Daniel P. Todes (1978): "V. O. Kovalevskii: The Génesis, Content, and Reception of His Paleontological Work". *Studies in History of Biology*. 2, The John Hopkins University Press, Baltimore y Londres, pp. 99-166.

¹¹⁴ Kovalevskii, V.O. (1873): "Sur l'Anchitherium aurelianense Cum et sur l'histoire paleontologique des cheveaux". *Mem. Acad. Sci. Petersb.* 7, 20, No. 5 pp. 1-7 3.

embargo hay que constatar las sutiles interrelaciones e implicaciones entre la Morfología y la Embriología. La Morfología incluye siempre una explicación histórico-natural del desarrollo de la forma adulta, mientras que la Embriología describe concretamente cómo se produce ese desarrollo.

Para 1866 Haeckel habría incluido la Embriología en una teoría filogenética de la forma orgánica. Sin embargo para esa fecha ni siquiera había una explicación fisiológica adecuada del desarrollo. El recurso constante a causas filogenéticas no era un expediente útil y así lo hizo ver en 1974 W. His cuando criticó en este sentido el programa haeckeliano¹¹⁵. Apenas durante esa década iban surgiendo las técnicas experimentales que permitían acceder a una comprensión funcional del desarrollo. Un pionero en este sentido fue el discípulo de Helmholz, William Prayer. Pero fue el discípulo de Prayer, Wilhem Roux el que desarrolló una explicación funcional del desarrollo del embrión que culminó en 1883 con la enunciación de la teoría del desarrollo en mosaico según la cual cada blastómero estaba predeterminado en su destino final, el cual podía saberse dañándole y observando la lesión orgánica posterior. Dentro de una perspectiva ecológica fue Charles Otis Whitman en 1878 el pionero de describir el proceso de desarrollo enteramente desde los blastómeros iniciales; el trabajo se hizo sobre un anélido del género *Clepsina*¹¹⁶. Trazó el destino de cada blastómero desde el huevo unicelular no segmentado hasta la etapa gastrular. Pero fue verdaderamente Hans Driesch trabajando en la Estación Zoológica de Nápoles sobre erizo de mar el que impugnó la teoría del mosaico desde un punto de vista adaptativo.

Driesch eliminó uno de los blastómeros iniciales demostrando que se obtenía un embrión completo. Estudiando las influencias que el pH, composición química del medio, etc., ejercían sobre el proceso de diferenciación embrionaria. La posición de la célula en el embrión, el efecto de la gravedad, su grado de contacto con el exterior, eran todas condiciones causales del desarrollo. Habría un antiajuste continuo del embrión a los cambios que el mismo desarrollo genera. Su primer trabajo en este sentido fue de 1892¹¹⁷.

Como conclusión pues, solo queda indicar que las observaciones sobre variación ambiental, vicisitudes migratorias, desarrollo embriológico y filogenia de los Crustáceos, regulación de la presencia de glucosa con sangre, evolución gradativa de las extremidades de los Ungulados fósiles y desarrollo del erizo de mar suponen el logro de la primera descripción completa del organismo vivo en términos de adaptación al medio.

Las dos primeras, variación ambiental y migración, punto de partida de dos nuevas disciplinas rectoras: Ecología y Biogeografía y aplicación directa de la teoría de la selección natural.

¹¹⁵His, W. (1874): *Unsere Kürperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung* Vogel. Leipzig.

¹¹⁶Whitman, C. O. (1878): "The Embriology of *Clepsine*". *Quart. J. Micr. Sci.* 13'pp. 215-315.

¹¹⁷Driesch, H. (1982) "The potency of the first two cleavage cells in Echinoderm development" *Zeit. fur Wiss. Zool.*, 53: 160-178. Reproducido en la obra de Williers y Oppenheimer (1964): "Foundation of Experimental Embriology" Prentice-Hall, N. J.

Las restantes observaciones serán desarrolladas a la luz de la nueva teoría y redefinidoras de los nuevos marcos en que van a operar las disciplinas tradicionales ya formadas: Taxonomía, Morfología, Fisiología, Paleontología y Embriología.

Luis Carlos Arboleda

TESIS PARA LA HISTORIA SOCIAL DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA

Summary: *After a justification of why it is convenient to develop a Social History of the Sciences in Third World countries, some aims that can be accomplished thereby are here presented, as well as the methodological difficulties that must be overcome. Thirdly, a concrete scene of research is presented, including a series of problems considered to be of high priority.*

Resumen: *Después de justificar la conveniencia de adelantar una historia social de las ciencias en un país subdesarrollado, se plantean algunos objetivos que ésta puede cumplir, así como las dificultades metodológicas que se deben superar. Finalmente, se expone un esquema de investigación con una serie de problemas que se consideran prioritarios.*

Introducción

En la presente comunicación vamos a sustentar lo que nos parece son las tesis básicas que debe tener en cuenta una investigación histórica que se proponga restablecer la evolución de cualquier actividad científica en su entorno social. Esta es una cuestión de gran actualidad en los países latinoamericanos en los que, como en Colombia, se vienen adelantando programas de Historia Social de las Ciencias.

Hemos llegado a los puntos de vista que vamos a exponer enseguida, a través de múltiples discusiones en el grupo interdisciplinario de investigadores responsables del proyecto de Historia Social de las Ciencias en Colombia (COLCIENCIAS—OEA). También nos hemos beneficiado de nuestra participación en varios eventos académicos organizados por diferentes instituciones latinoamericanas y, particularmente, por la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, en los cuales esta reflexión metodológica y conceptual ha sido abordada desde distintos ángulos.

En la primera parte de la exposición nos proponemos precisar la significación del problema de una Historia Social de las Ciencias en nuestros países. De la consideración inicial de los aspectos que justifican a nuestro juicio este tipo de investigaciones, pasaremos al análisis de las dificultades metodológicas que un proyecto de esta naturaleza debe superar para poder dar cuenta de su objeto de trabajo.

A continuación se presentará en forma esquemática el cuerpo de nuestra propuesta metodológica para una investigación en Historia Social de las Ciencias, bajo la formulación de una serie de problemas y tipos de historias que consideramos prioritarios en todo proyecto de estas características. Por último desarrollaremos el análisis de uno de los problemas de la propuesta anterior al que le asignamos el mayor interés como objeto de investigación histórico-social: la profesionalización de una actividad científica.

1. El porqué y el cómo de la historia social de las ciencias

Tal vez convenga primero que todo preguntarse por' las motivaciones para adelantar una Historia Social de las Ciencias en un país periférico o, si se quiere, subdesarrollado o semicolonial. No solamente porque se precisa dar un contenido concreto a nuestras investigaciones en relación con aquellas que se adelantan en los países metropolitanos.

También y sobre todo, porque nos interesa deslindar campos, desde el comienzo, con las concepciones sobre la historia como simple objeto de cultura.

No será difícil ponerse de acuerdo en que toda investigación histórica, más tarde o más temprano, conduce al estado de mayor desarrollo alcanzado por una disciplina, partiendo de la consideración de su evolución anterior. Es decir, la historia del pasado no tiene ni sentido ni valor en sí misma.

Reconocer el proceso de evolución de las diferentes componentes de la actividad disciplinaria (sea la propia práctica de creación teórica, o la apropiación del conocimiento en la enseñanza o la difusión, o su aplicación teórica o práctica), significa que la reflexión analítica va de los estados heteróclitos a los estados de producción sistemática. Con ello queremos destacar que este rasgo esencial de toda investigación histórica constructiva, produce necesariamente un efecto sobre el presente. En el caso de nuestros países latinoamericanos, este tipo de investigaciones funcionan de tal suerte que las enseñanzas del pasado (a las que ellas conducen) arrojan efectos esclarecedores sobre el presente. En particular, favorecen la empresa del período

caracterizada por la construcción de fuertes escuelas científicas ancladas sobre las respectivas realidades nacionales.

Se aspira, por ejemplo, a que la comprensión del modelo de evolución de las ciencias en un país determinado, aporte naturalmente luces a la formulación de una nueva racionalidad en el diseño de las políticas que orientan el desarrollo de las ciencias y las tecnologías. Detengámonos en la consideración de algunos elementos sobre las dos ideas centrales contenidas en la afirmación anterior.

Al hablar de una interpretación histórica del modelo de evolución en nuestros países, queremos decir que tal modelo estaría caracterizado por los tipos de obstáculos comunes que han enfrentado cada uno de tales países en su esfuerzo por construir núcleos de actividad científica, autónomos y estables. Entre ellos mencionemos la dificultad de hacerse a un sistema diferenciado de instituciones que acojan y den continuidad al trabajo científico. Por el contrario, en la mayoría de nuestros países la historia de las ciencias es la historia de la dispersión de recursos humanos y materiales; la historia de la incapacidad de capitalizar y potenciar experiencias; la historia de una ciencia insensible a sus realidades autóctonas, que se practica sin personalidad propia; la historia de los callejones sin salida por la faltade condiciones objetivas y subjetivas favorables de parte de los Estados; la historia de la ausencia de políticas sistemáticas para reclutar talento científico.

Se encuentra generalmente que nuestras sociedades se han enfrentado al mismo problema estructural: los progresos científicos alcanzados en ciertas líneas surgieron de implantaciones históricas tardías de modelos culturales metropolitanos. A lo anterior se suma el hecho de que la administración científica es informe y reciente. Con fondos muy limitados para promover la investigación al grado de lo que implicaría acondicionar el modelo de corte metropolitano a las condiciones y necesidades del subdesarrollo económico. Y por si fuera poco, esta administración, por definición, se halla continuamente sometida a las interferencias del sector político, en forma tal que desnaturaliza muchas veces los propios fines administrativos que le fija la sociedad.

Cuando planteamos que la historia puede y debe contribuir a la búsqueda de una nueva racionalidad en las políticas científicas, queremos significar que la investigación sobre la evolución de las ciencias en su contexto social conduce al reconocimiento de las limitaciones que han manifestado los proyectos de los Estados en este sector. Estas tienen que ver a menudo con las dificultades recurrentes de los gobiernos para regular las políticas de transferencia tecnológica y protección de mercados.

Otro problema cuya presencia se constata en diversos momentos de nuestras historias republicanas, es la falta de políticas dirigidas a la consecución de un cierto nivel de autosuficiencia de cuadros, con sus correspondientes programas de desarrollo social y económico que aprovechen adecuadamente la formación técnica alcanzada. La nota característica no ha sido precisamente ésta política, sino la improvisación, la no correspondencia entre plan de formación de cuadros (cuando existe) y plan económico, de lo cual testimonia el crecimiento desproporcionado de profesionales por áreas y sectores de servicio.

Más aún, los estudios históricos muestran que nuestras políticas científicas han estado muy débilmente orientadas a fortalecer una posición propia de la Ciencia y Tecnología que pueda producirse en estos países, dentro del sistema científico internacional. En los contados casos en los que ha ocurrido lo contrario, tales políticas

han estado integradas dentro de un sistema de medidas gubernamentales tendientes a sustentar un prestigio, un reconocimiento político y a sellar pactos económicos internacionales. Su propósito último no ha sido el de buscar que la Ciencia y la Tecnología contribuyan a la afirmación de un desarrollo social, autónomo y competitivo.

Es por cuanto que los estudios históricos de diferentes épocas (inclusive las más próximas al momento actual), dan cuenta de la presencia de estas limitaciones y características, por lo que se puede sustentar la afirmación de que se ha venido estructurando entre nosotros un modelo particular de comportamiento de las actividades científicas. Esto tiene consecuencias fundamentales para los responsables del sector a nivel del Estado, puesto que podría ayudar erradicar el espontaneísmo, ahorrar ingentes inversiones (e ilusiones) y enfrentar nuestros países con sus verdaderas responsabilidades en este campo.

Por su parte la investigación histórica sobre los anteriores problemas de la evolución científica en nuestros países le da un contenido y le imprime un interés radicalmente nuevo a la Historia de las Ciencias y las Técnicas.

Queda por esclarecer el cómo: cuáles son los procedimientos en virtud de los cuales una investigación histórica de este tipo puede realizar su proyecto de interpretación socio-histórica y lograr un efecto prospectivo.

En primera aproximación se puede responder a la pregunta de cómo hacer una Historia Social de las Ciencias, por la vía negativa, apelando a las lecciones que se pueden extraer de ciertas experiencias en "historias incompletas". Parece obvio que no podrá ser una historia exclusivamente internalista de la evolución de los conocimientos y saberes técnicos, la que podrá satisfacer la variedad de intereses antes expuestos. Tampoco será una reconstrucción racional de nuestra evolución científica ajustada a los patrones universales de la actividad científica en cualquier centro internacional. Es decir, el análisis histórico esquemático y abstracto que pretende observar nuestra realidad con las categorías metodológicas y los presupuestos teóricos de la "ciencia normal", por muy sugestivos que estos puedan ser.

Así mismo, el tipo de enfoque histórico que conviene a nuestra situación concreta, no será indudablemente el de las tradicionales secuencias de eventos; por más que se organicen de acuerdo a causalidades histórico-sociales supuestamente valederas en cualquier interpretación histórica.

Por ello no nos servirá una historia determinista que reduzca lo específico de la actividad científica al rasero del patrón cultural que correspondería a toda sociedad en un momento histórico.

Digamos por otra parte, que no podrá ser ninguna de las siguientes formas exclusivistas de hacer historia, que están en boga en la literatura internacional: las biografías intelectuales (cuan. do no hagiografías) de científicos e ingenieros; estudios actuales y descripciones estadísticas de instituciones, legislaciones, frecuencias de publicaciones, etc.

Hay que aclarar, sin embargo, que todas estas historias aportan, en mayor o menor grado y de acuerdo a las circunstancias, elementos importantes para una investigación de carácter más orgánico. Es más, algunas de ellas pueden ser la materia prima de una historia social. Pero a condición que funcionen como subproyectos de un

proyecto integrador que les fije el tipo de contribución que deben dar el análisis global. Un poco más adelante esperamos ilustrar este punto de vista con una propuesta concreta.

De lo dicho hasta ahora empieza a perfilarse la orientación positiva de una historia social de las ciencias relativa a países con evoluciones científicas particulares. Lo que se esperaría de una investigación histórica en tales contextos, es que ilustre la manera compleja en la que los intereses que corrientemente se agrupan bajo la denominación de "lo social", han ambientado y condicionado la actividad científico técnica.

Descubrir la influencia de lo social en el desarrollo científico, sería mostrar cómo, eventualmente, factores extracientíficos incidieron sobre una investigación en un momento dado (por ejemplo, en la escogencia por un individuo de problemas y métodos científicos) para orientarla en una dirección y no en otra posible. O sea, poner de manifiesto la intensidad de esta determinación o condicionamiento social; lo cual se revelaría en la obtención de un tipo de resultados considerados como probables en relación con el estado de la línea de investigación, pero que en virtud de tal influencia aparecen en la historia como resultados necesarios.

Esta tarea comporta desde luego dificultades más finas en comparación con cualquier otra investigación histórica sectorial de las antes mencionadas.

Especialmente en las ciencias llamadas "exactas" o, en términos foucaultianos, que ya han superado un cierto umbral de epistemologización, la presencia de lo social no es detectable tan directamente como en las ciencias sociales o las aplicaciones a la naturaleza. Pero esto no puede interpretarse de ninguna manera como que la actividad desarrollada en las tales ciencias no fuera social.

En estas ciencias muchas veces hay que desentrañar la presencia de lo social en las concepciones del trabajo científico, en las políticas de las instituciones, en los sistemas educativos, en los procesos de profesionalización, etc. Naturalmente hay momentos en los que esta presencia se evidencia directamente, en particular, en aquellas coyunturas sociales en las que toda la actividad cultural se ve afectada en su progreso o involución. Pero aún en estos casos los efectos sustanciales se reconocen en la perspectiva histórica.

2. Enumeración de temas que deben ser abordados.

2.1. Dentro de las técnicas de la historiografía tradicional, el estudio del papel desempeñado por cada clase de factores aporta elementos reveladores sobre la naturaleza de las relaciones históricas estructurales. En este sentido, algunas de estas historias aparecerán integradas a algunos problemas pero en una organización distinta.

2.2. Clasificación de problemas de la Historia Social.

2.2.1. Efectos estructurales de las relaciones sociales sobre la evolución científica.

2.2.2. Rol de las instituciones académicas, científicas y profesionales, de los sistemas educativos y de las políticas gubernamentales.

2.2.3. La transferencia de conocimientos y saberes técnicos y la intervención de escuelas y modelos metropolitanos de actividad científica.

2.2.4. Papel de las concepciones científicas y filosóficas en la evolución de las ciencias.

2.2.5. El proceso de profesionalización de la actividad científica.

2.3. Clasificación de Historias de la Historia Social.

2.3.1. Historias de la invención, innovación, transmisión, adecuación o aplicación de conocimientos y saberes técnicos.

2.3.2. Historia de contribuciones individuales y biografías intelectuales de personalidades.

2.3.3. Historia de las instituciones para la actividad científica; para su promoción, su divulgación o apropiación social.

2.3.4. Historias interdisciplinarias de eventos relevantes en el desarrollo de una disciplina específica.

2.3.5. Otros tipos de historias auxiliares:

a) Análisis de Fondos Documentales y Bibliográficos; de Tesis, Artículos y memorias científicas, de textos y manuales de divulgación y programas de enseñanza, en un campo científico o afines.

b) Historia arqueológica de las variaciones del lenguaje, notaciones, etc., de un concepto o teoría.

c) Historia de encuentros, congresos, seminarios y demás eventos académicos en una determinada disciplina científica.

3. Análisis de un caso de problema histórico: el proceso de profesionalización de la actividad científica.

3.1. Denominamos profesionalización aquella categoría histórica que permite designar el período de transición en el desarrollo de una actividad científica al final del cual, esta actividad se adelanta por su valor intrínseco.

El comienzo y la duración del período está determinado por condiciones históricas relativas a la trayectoria cultural, política y social del país de que se trate.

Caracterizar el período de profesionalización en el ejercicio de una disciplina significa esclarecer las siguientes circunstancias históricas.

3.1.1 El proceso de constitución del grupo o grupos de profesionales que entraron a sustituir a los aficionados en las responsabilidades de la actividad científica.

3.1.2. Los estímulos a la profesionalización provenientes del sistema educativo como nivel de condensación de condiciones específicas del contexto social.

3.1.3. Estas condiciones específicas corresponden a los procesos de organización de la sociedad concreta alrededor de las modernas relaciones capitalistas de producción.

3.2. Observemos que desde los orígenes de la profesionalización científica en los países de Europa Occidental en el s. 19, se pueden distinguir tres niveles de causalidad histórica.

3.2.1. Introducción a un Sistema de competencias y sus respectivos criterios de reconocimiento social para garantizar la vinculación de los individuos al campo específico de la actividad científica.

3.2.2. Un principio de legitimidad social de la formación adquirida en los conocimientos y saberes técnicos de la disciplina.

3.2.3. Un control o sistema de estratificación que brinda la garantía a los productores de servicios especializados en la rama del saber, de ejercer el monopolio de su status.

3.3. Para alcanzar el nivel deseado de profesionalización científica se requiere un desarrollo histórico que permita a la sociedad ofrecer a una élite de sus asociados.

3.3.1. Un cuerpo especial del conocimiento, saberes técnicos y destrezas; y

3.3.3. Un mercado de servicios.

La esencia de la profesionalización es el entrenamiento del futuro profesional. Así, pues, en los orígenes de la profesionalización como fenómeno moderno de la historia social de las ciencias, se encuentra la expansión y fortalecimiento del sistema de universidades.

Es sabido que la institución universitaria, en la época de la universalización de la producción capitalista, responde a las necesidades de monopolizar el entrenamiento de los individuos que lo demandan y que se consideran aptos para capacitarse en la profesión de acuerdo a un sistema específico de normas.

3.4. Desde el punto de vista de la evolución de una disciplina científica, el rol fundamental en su profesionalización lo desempeña la investigación.

De lo cual se concluye que un criterio determinante en el análisis histórico de la profesionalización de una ciencia es el aislamiento de aquellas formas perdurables de actividad investigativa que se hayan podido presentar. En seguida hay que hacer evidentes las formas de profesionalización que las han acompañado y que se transmitieron a las etapas sucesivas del proceso, frecuentemente a través de sistemas o subsistemas educativos.

En cualquier grado de su evolución, las formas de profesionalización detectadas de alguna manera serán el resultado de la intervención de tres clases de factores históricamente determinados:

3.4.1. Elementos de un sistema educativo. Antes que se consolide y generalice el sistema de universidades—sobre todo en los países periféricos en proceso de centralización del Estado y de organización moderna de su economía— las formas de

profesionalización puede estar asociada a otras configuraciones educativas: autoformación, enseñanza personalizada, instrucción avanzada en el exterior, etc.

Giuliana Vicarioli

PSICOGENESIS Y SOCIOGENESIS

Summary: *Three approaches to the use of History of Science in the teaching of Physics are discussed in the first place: the historical presentation of themes, the social aspects of science, and the psychogenesis and sociogenesis of physical concepts. The latter approach has been particularly successful, especially after the numerous research projects undertaken by Jean Piaget, in which questions of the type "How does x take place?" are substituted for questions of the type "What is x?" As an example of the use of such a methodology, the psychogenesis and sociogenesis of the concepts of heat and temperature are analyzed, with reference to the problems that arise in the reaching of the corresponding physical notions.*

Resumen: *Se analizan en primer lugar tres posiciones en cuanto al uso de la historia de la ciencia en la enseñanza de la física. Estas tres posiciones son: presentación histórica de los temas, visión social de la ciencia, psicogénesis y sociogénesis de los conceptos. Este último enfoque ha resultado particularmente exitoso después de las investigaciones de Jean Piaget, en especial por énfasis en las preguntas del tipo "Cómo es que ocurre x?" en vez de "Qué es x?" Como ejemplo de utilización de este en lo que, se analiza la psicogénesis y sociogénesis de los conceptos de calor y temperatura, a la luz de los problemas que se presentan en la enseñanza de las correspondientes nociones de la física.*

A. La Historia de la Física en la Enseñanza de la Física y como Laboratorio de Epistemología

El uso de la historia de la ciencia como alternativa para mejorar la enseñanza ha sido debatido desde hace ya algún tiempo. Ahora bien existen tres líneas, diferentes, aunque en ciertos casos complementarios en las cuales puede ser considerado este aporte.

1. La historia de la física como instrumento catalizador en la enseñanza; presentación histórica de los temas.
2. El uso de la historia modelando el ritmo de enseñanza a escala social y humana. Visión social de la ciencia.
3. Psicogénesis y sociogénesis de los conceptos. Uso de la historia de la ciencia como laboratorio.

En el primer caso:

1. El utilizar la forma histórica para exponer los temas es tal vez donde se centran las discusiones y donde el debate no es claro, a falta de bases experimentales sólidas.

Algunos que están en contra de la "forma histórica" de introducir los temas argumentan:

—Pérdida de tiempo. El tiempo que se dedica al estudio de la física en los programas es escaso y en este sentido el utilizar una presentación histórica puede hacer perder valioso tiempo.

—A historicidad de la física. La física se refiere a ,conocimientos objetivos que no dependen de su proceso de elaboración y en este sentido puede estudiarse en forma a-histórica sin necesidad de alargarse sobre falsas pistas, modelos ad hoc, etc. En efecto: nada se gana en el estudio de la óptica si se sabe por qué y en qué orden Newton efectuó sus experiencias con prismas y, todo sumado, lo importante es la óptica.

Otro argumento a menudo planteado es que el desarrollo histórico, si bien puede despertar interés en algunos estudiantes, en otros no lo hace.

Quienes están a favor de la introducción de la presentación (por lo menos ocasional) histórica, argumento:

—Introduce no sólo el producto (la ciencia) sino el proceso de desarrollo, lográndose así un énfasis en el método de la ciencia.

—El enfoque histórico permite el uso de excelentes recursos didácticos (reproducción de experiencias históricas, etc.).

—Este enfoque puede según algunos docentes servir de catalizador para el interés de los alumnos. Además, todas las teoría explicativas son en general cortes, momentos históricos, y su génesis histórica es esencial para una profunda comprensión de la teoría, de sus límites y perspectivas.

2. El uso de la historia de la ciencia puede considerarse como elemento formador pues es fundamental, no sólo para comprender la historia de la civilización en su conjunto, sino la más apremiante, aquella historia de la que somos parte, la contemporánea. Es ahora cuando la ciencia ha cambiado cualitativa y cuantitativamente la vida humana.

Si lo anterior es válido en general, lo es tanto más para el estudiante de física. En efecto, el tener conciencia histórica de su disciplina es lo que, tal vez, constituya la diferencia entre el físico y el técnico en física. La física, como producto humano y social adquiere su dimensión a través de la comprensión de su historia. En este planteamiento hay bastante acuerdo.

3. La tercera opción se refiere al uso de la historia de la ciencia como "laboratorio" y banco de prueba para la epistemología. En efecto, el problema del incremento de conocimiento puede estudiarse desde el punto de vista de la especie (historia de la ciencia) y desde el punto de vista del individuo (psicología del desarrollo) y, sin pretender que la sociogénesis recapitule la psicogénesis ni viceversa, es posible encontrar entre ambas mecanismos comunes que permitan explicar el paso de un estado menor de conocimiento a otro mayor. Parece razonable esperar que existan esas relaciones y mecanismos comunes pues el conocimiento es una actividad humana de adaptación de experiencias externas a estructuras internas, adaptación que se da a escala social e individual.

El estudio de modelos superados en la historia de la ciencia y que se siguen manifestando espontáneamente con la ayuda de referencias cruzadas entre psicogénesis y sociogénesis puede dar útiles indicaciones acerca de los caminos a seguir en pedagogía así como el tipo de concatenaciones que es conveniente presentar al elaborar los programas de ciencias.

B. Justificación Piagetiana

Existen numerosos ejemplos en la historia de la ciencia en que, preguntas de corte metafísico. "¿Qué es...? ¿Por qué sucede...?", han resultado singularmente estériles, mientras que al modificar- se la pregunta por "¿Cómo es que...? ¿En qué condiciones es que...?", los resultados positivos no se han hecho esperar.

En el campo de la teoría del conocimiento las preguntas tradicionales "¿Qué es lo que conocemos?" "¿Cómo lo conocemos?", han dado origen a numerosas tomas de posición filosóficas que se han transformado en otras tantas epistemologías.

La originalidad de Jean Piaget consistió en cambiar la pregunta tradicional a ¿Cómo pasa el sujeto de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento?

Ahora bien el problema del incremento del conocimiento puede estudiarse desde el punto de vista de la especie (historia de la ciencia) y desde el punto de vista del individuo (psicología del desarrollo).

J. Piaget plantea tres métodos complementarios por utilizar en epistemología genética:

- a) El análisis formalizante, que trata el problema de la estructura formal del conocimiento.
- b) El análisis psico-genético, que se refiere a la caracterización de los estados de conocimiento en niveles sucesivos y los mecanismos de paso de un nivel a otro.
- c) Método histórico-crítico, es decir la reconstrucción de la historia de la ciencia en tanto análisis de los procesos conducentes de un nivel de conocimiento a otro.

Aunque el interés de Piaget en la historia de la ciencia, fue constante, su actividad se centró en el estudio de la adquisición de conceptos y estructuras por parte del individuo y no fue sino al final de su vida cuando, en colaboración con Rolando García utilizó en forma sistemática el análisis histórico-crítico. El último libro de Piaget que titula Historia de la ciencia y psicogénesis es el fruto de esta colaboración.

El Centro de Epistemología Genética que dirige el matemático y epistemólogo Gil Henríquez inició, luego de la muerte de Piaget, un ambicioso programa conjunto en el cual se estudia la semantización y geometrización del movimiento utilizando en forma sistemática psicogénesis y sociogénesis.

"La methode de recherches conjuguées sur le développement des connaissances chez l'enfant et dans l'histoire, associées a l'emploi de techniques de formalisation, n'est quere pratiquée en dehors du C.L.E.G."

El párrafo anterior aparece en el plan propuesto por el C.I.E.G. al "Fond National de Recherche" Suizo para el período 1980-1984.

Esta línea de investigación es en realidad poco usada y original y aún subsisten dudas metodológicas. Ahora bien, la falta de "caminos trazados" puede ser peligrosa por lo que proyectos de este tipo deben considerarse esencialmente interdisciplinarios, de equipo y eminentemente exploratorios.

En efecto la posibilidad de compatibilizar el método psicogenético y el histórico-crítico puede dar lugar a equívocos sistemáticos el más claro de los cuales sería el pretender explicar la ontogénesis a partir de la sociogénesis o viceversa. Sin embargo, referencias cruzadas, relaciones no banales, el estudio de cómo y por qué se siguen encontrando en los sujetos actuales modelos de explicación ya superados hace tiempo por el conocimiento científico, podrían dar útiles indicaciones acerca de los caminos por seguir en pedagogía así como el tipo de concatenaciones que convendría presentar al elaborar los programas de ciencia.

Por otra parte así como se acepta que "la historia de la ciencia es el laboratorio del epistemólogo", para el historiador de la ciencia puede justificarse el recurrir al método psicogenético ante la imposibilidad de controlar experimentalmente las afirmaciones relativas a la historia de la ciencia, sobre todo en los estados iniciales.

C. Sociogénesis y Psicogénesis

Un ejemplo. Se presentará a continuación a modo de ejemplo un estudio en el tema de calor y temperatura utilizando el método psicogenético e histórico crítico¹¹⁸.

Hipótesis de trabajo general: El conocimiento es una actividad humana de adaptación de estructuras internas a experiencias externas. Se da a escala social e individual y puede determinarse la relación existente en los mecanismos de paso de un nivel de conocimiento a otro en ambos casos.

1. Justificación del tema escogido:

En los programas de ciencia de 1, II y III ciclo actualmente vigentes en Costa Rica el énfasis que se da a los temas de calor y temperatura es grande, tanto que un 30% de los contenidos de física se refieren a esos temas. Sin embargo, recientes investigaciones realizadas en el Instituto de Investigación para el Mejoramiento de la Educación Costarricense (I.I.M.E.C.)¹¹⁹, han mostrado resultados desoladores. En una muestra de 1000 alumnos de 9 a 17 años y estrato socio-económico medio, el 98%; confundía los conceptos de calor y temperatura, conceptos que los programas escolares introducen a partir de 20 grado; además un 95% considera el frío y el calor como realidades separadas a pesar del estudio de la teoría cinética. Esta visión dicotómica parece reforzar- se aún en los programas. Por ejemplo, en el programa de ciencias de segundo grado aparece:

¹¹⁸ Este estudio se realizó en el marco del proyecto "Relación entre el uso de algunos modelos de explicación en la historia de la Física y su uso por parte de sujetos no especializados", 02-07-04-37. Aprobado por la Vicerrectoría de Investigación en 1982. En la parte psicogenética se contó con la ayuda de la Dra. Androula Henríquez de la Universidad de Ginebra y colaboradora de Piaget durante muchos años, cuya venida a Costa Rica fue posible gracias al CONICIT.

¹¹⁹ Proyecto en Psicopedagogía. "Análisis de capacidad inductiva". Responsable Dra. Giuliana Vicarioli.

“Propiedades de la materia”: “cuerpos fríos y cuerpos calientes, cuerpos secos y cuerpos húmedos, cuerpos opacos y cuerpos luminosos...”

Por otra parte, y sin querer ahondar en la falta de preparación de los maestros¹²⁰, los materiales didácticos, en particular libros de texto refuerzan la confusión entre calor y temperatura. Por ejemplo en el tomo 3, de la serie Valecilos aparece: “Si frotamos dos trozos de madera uno contra otro, ambos se calentarán. Este aumento de temperatura se llama calor”

Ahora bien el problema es sin duda difícil y se ve dificultado por cuestiones de tipo puramente semántico. Dos palabras, calor y temperatura, que se refieren a dos conceptos diferentes e utilizan en la vida diaria para denotar una sola cosa y dos palabras, frío y calor, que se refieren a un sólo concepto físico, se utilizan para referirse a dos sensaciones diversas.

El estudio que se presenta tiene por objeto el estudio cualitativo de los modelos que el niño y adolescente construyen en forma espontánea sobre calor y temperatura.

El conocer estos modelos espontáneos puede constituir un punto de referencia para montar nuevos programas escolares y pueden explicar adónde se sitúan las dificultades que provocan el tan escaso aprovechamiento escolar en los temas.

2. Problema:

Estudio de los modelos espontáneos que el niño crea sobre temperatura. En el niño y el adulto se da el uso de las palabras: calor, frío, temperatura, pero ¿se dan en el niño modelos espontáneos diferentes para calor (o frío) de temperatura? o la utilización de diferentes palabras no implica distintos modelos?

¿Son estos modelos puramente cualitativos o se introducen en ellos elementos cuantificadores:

En caso afirmativo ¿cuándo?

3. Metodología general:

Con el método histórico crítico se consideran cuatro niveles característicos de evolución.

El análisis psicogenético usado es el de interrogatorio clínico y la técnica usada consta de cuatro fases:

I fase: Discusión sobre objetos que son fríos o calientes, mantenida a nivel cualitativo y que permita observar determinados modelos de clasificación, dicotómicos, seriales.

II fase: Se calienta agua en un recipiente y se trata de centrar la discusión en el proceso de calentamiento.

¹²⁰ En los cursos de “La física en la escuela” en la Junta de Pensiones dos grupos de 20 maestras cada uno no presentó en sus respuestas diferencias apreciables en los temas de calor y temperatura a los presentados por los niños.

III fase: En tres vasos de plástico se colocan diferentes cantidades de agua caliente. Se pide al niño discutir acerca del calor y la temperatura que posee el agua. Luego se introduce un cubo de hielo en cada vaso y se pide al niño prever cómo será la temperatura una vez fundido el hielo.

IV fase: Se trata de que el niño represente la situación de los vasos por medio de gestos. Mano arriba indica agua caliente; mano abajo hielo (frío). ¿Con qué gesto expresará lo que sucede?

4. Población:

Con la técnica anterior se interrogó a 10 niños entre 8 y 10 años y diez adolescentes entre 14 y 16 años, En este sentido la investigación se pretende meramente exploratoria. Otra investigación con muestras estadísticas válidas podría montarse utilizando esta técnica.

D. Análisis Histórico Crítico

Aunque la importancia de la energía calórica en la vida humana es inmensa y evidente, el análisis teórico fue tardío y puede decirse que el enfoque egocéntrico, meramente cualitativo, no fue superado sino hasta avanzado el siglo XVII a pesar del intento de cuantificación producido en el siglo XIII. Esto se debió en parte a la dificultad de aislar y formalizar los conceptos básicos de temperatura y calor.

En efecto lo que produce esa sensación psicofisiológica básica que en la vida diaria llamamos "frío" o "calor" es la diferencia de temperatura entre nuestro cuerpo y el objeto o el ambiente en cuestión. Así, nuestra piel es en realidad un termómetro" pero el contexto de la experiencia no es sencillo. Existen diversas causas físicas, químicas y psicológicas entremezcladas. En realidad en la vida diaria si hablamos de calor o frío nos referimos en última instancia a nuestra sensación.

Se tratará a continuación de señalar cuatro etapas en la historia de la ciencia, señalar sus características y tratar de individualizar los caracteres específicos de cada una y los mecanismos que produjeron el paso de una etapa a otra.

I. Etapa: Enfoque antropomorfo

A pesar de la importancia de la energía calórica en la vida humana y de la rápida expansión de las técnicas anexas (cocido, cerámica, iluminación, etc.) y de la importancia concedida al "fuego" y al "calor" en los sistemas cosmológicos y físicos de la antigüedad, puede decirse que el estudio del calor no superó la etapa meramente cualitativa, de indiferenciación entre calor y temperatura hasta que fue posible superar la apreciación subjetiva de calor y frío, que responde en realidad a la temperatura, por medio del termómetro. En esta primera etapa el modelo aceptado en forma casi general hasta el Renacimiento fue el de Aristóteles. En éste se postula la existencia de dos pares de cualidades fundamentales calor y frío, seco y húmedo cuyas uniones no contradictorias actualizan las formas en potencia de los cuatro elementos (el fuego es seco y cálido). La temperatura (o temperamento) de un cuerpo indica la proporción que en él se encuentran estos dos pares de cualidades.

Para Aristóteles el calor:

a) tiene el carácter dicotómico de los pares opuestos tos (frío, caliente, arriba, abajo, etc.).

b) es una cualidad, categoría absolutamente diferente de la cantidad.

Como toda cualidad puede darse en grados diferentes de intensidad, Galeno había propuesto una representación del calor y el frío por grados numéricos que luego había sido adoptada por los médicos árabes y latinos. La escala más conocida era de cuatro grados hacia el frío y cuatro hacia el calor, un "punto cero" de "calor neutro" que no era ni frío ni calor.

Debido a la poca confiabilidad de la piel como termómetro que permitía sentir ese "calor neutro" como frío o calor según que la persona proviniera de un ambiente caliente o frío, Galeno propuso lo que hoy llamaríamos un "patrón": una mezcla de cantidades iguales de la sustancia que él consideraba la más caliente (agua hirviendo) y la más fría (hielo). Esta mezcla daría el "calor neutro".

II Etapa: Primer intento de cuantificación

En los siglos XII y XIII se da un temprano intento de cuantificación el cual no tiene éxito en cuanto que el método va más allá de las posibilidades prácticas, reales y teóricas de la época.

En polémica con Aristóteles los llamados "Calculadores" del Merton College intentan reducir diferencias cualitativas a cuantitativas que pudieran expresarse en forma matemática (geométrica y aritmética). Este paso fundamental se dio junto con el surgir de la idea de dependencia funcional.

El objeto de los Mertonianos era expresar cómo el valor numérico (la intensidad) que se le daba a los grados de una cualidad como el calor, cambiaba respecto a una forma invariante (la extensión) tal como el tiempo o la cantidad de materia.

Este método de expresar relaciones funcionales no tuvo éxito pues, el método para ser eficaz depende de que puedan darse medidas sistemáticas y esto no podría hacerse en esa época por dos razones:

a) No existía un aparato que midiera ese "grado de cualidad" en forma objetiva y reproducible. El único termómetro seguía siendo la piel.

b) La concepción sobre la naturaleza del calor seguía siendo dicotómica. Un sistema de medidas viables se da mucho más fácilmente cuando a la dicotomía de pares opuestos (frío y calor) se sustituya el concepto de una sola realidad que varía en forma lineal y continua. Este cambio no se producirá hasta el siglo XVII.

III. Parte: Cuantificación, siglos XVII y XVIII.

a) Se construyen los aparatos (termómetros) que permiten en forma reproducible y objetiva poner en correspondencia estados térmicos con números reales.

b) Se supera la visión dicotómica en cuanto a la naturaleza del calor.

Estos factores permitirán a Black realizar la labor experimental y teórica que ayudó a aislar el concepto de temperatura e introducir la necesidad de definir en forma aislada el concepto de cantidad de calor (concepto involucrado y responsable de los procesos de cambio de temperatura).

Black realizó el análisis de las posibles relaciones funcionales entre los términos que podían estar involucrados: temperatura, tiempo, volumen, peso, cantidad de calor. El uso del termómetro permitió establecer en las experiencias:

— Dos cantidades iguales de una sustancia dada, inicialmente a temperaturas diversas, si se mezclan, llegan a una temperatura media.

— La cantidad de calor involucrada en un proceso de cambio no dependen del volumen, sino que es proporcional a la masa (peso) y a la diferencia de temperaturas Q a Δt . Además depende del tipo de sustancia (calor específico) $Q = C_e m \Delta t$.

— Cuando se produce un cambio de estado no se da un cambio de temperatura y la cantidad de calor involucrado depende solo de la masa y del tipo de sustancia (calor latente) $Q = Lm$.

Quedan, pues, establecidas las relaciones funcionales y el estudio del calor entre en la etapa cuantitativa.

En cuanto a la naturaleza de esa "cantidad de calor" se desarrollan dos tipos de teoría. La primera (siguiendo a los discípulos de los atomistas) considera el calor como una sustancia, esta sustancia será luego el "calórico", la segunda (mecanicista) considera el calor como movimiento ya sea de las partículas que constituyen la materia, ya sea el movimiento de partículas sutiles muy parecidas a las de los atomistas (Bacon, Descartes). Algunos (Boyle, Newton) adoptan posiciones divergentes según los casos.

En realidad la primera posición tomará la delantera sea por razones de moda (fluido eléctrico, flogisto, calórico) sea porque parece adaptarse mejor a las evidencias experimentales de cuantificación. En realidad, ambas sirven en ese entonces, pues las relaciones funcionales no dependen de la naturaleza que se le atribuye al calor: con ambas se supera la visión dicotómica.

III Etapa: Siglo XIX formalización termodinámica.

El esfuerzo experimental y epistemológico de los siglos XVII y XVIII llevó la ciencia del calor del estado cualitativo al de ciencia cuantitativa preparada para realizar en el siglo XIX una verdadera revolución en el plano teórico, unificando ciertos aspectos mecánicos, eléctricos, químicos y térmicos en una síntesis tan espectacular y de largo alcance como la newtoniana.

Esta fue la obra de Rumford, Joule, Mayer (1 principio de la Termodinámica) completada por Helmholtz y Kelvin.

E. Psicogénesis

El análisis psicogenético realizado con el método y la población antes apuntada no presentó diferencias apreciables en las Fases 1, II y III en cuanto los grupos A y B así que se presentarán en forma conjunta.

I Fase

Ante la pregunta de "¿Qué cosas son frías?" "¿Qué cosas son calientes?" Se presenta una primera organización de clases separadas, frías y calientes. El esquema se afina al introducirse otras clases intermedias: helada, tibia, normal, muy caliente... Aparece también un intento de seriación, por ejemplo, un objeto caliente o menos caliente que otro.

$$t_1 > t_2 > t_3$$

Esta cualidad es transitiva

Si $t_1 > t_2$ y $t_2 > t_3$ entonces $t_1 > t_3$

El criterio que toman los niños para clasificar es el tacto y los gastos son evidentes en este caso.

Exp. Y esta mesa? Mas (10) (la toca) - "Menos caliente"

Exp. 6Y la pared? Mas toca (con el antebrazo) — "Tibia". Exp. ¿Y la cucaracha? Lng. (9) "no sé, no la he tocado". Exp. ¿Cuál es la diferencia entre tocar con la mano o con el brazo? Más (10). Con el brazo es mejor porque tiene menos calor, está normal. La mano estuvo escribiendo y tiene más temperatura.

Interesante resulta el criterio de "normalidad" que parece ser la cualidad de no provocar sensaciones de "Frío" o de "Calor".

En niños del Grupo A se encontró un inicio de caracterización del calor del frío como algo en sí y cuya importancia recíproca es lo que provoca la sensación.

Exp. ¿Esta agua tiene calor? (Ing.) (toca) sí.

Exp. ¿Y frío (Ing.) sí un poco menos.

Al pedírsele que clasificara algunos objetos se produjo un esquema serial del tipo siguiente:

Agua	.....	poco calor	/	medio frío
Lana	.....	medio calor	/	medio frío
Sopa	.....	mucho calor	/	poco frío
Hielo	.....	poco poco calor	/	mucho mucho

En general, sin embargo, puede decirse que el calor y el frío se consideran simplemente cualidades del objeto, cualidad que pueden cambiar, no son fijas. Por ejemplo, el agua puede estar fría y calentarse, o bien volverse "normal".

Dos casos se presentan en los que esta cualidad no era considerada universal.

Exp. "Y esta mesa?" Nat (15) No se puede decir nada.

Exp. "Porqué?" Nat (15) Porque no pude decirse que tenga temperatura o calor.

Exp. "¡De qué cosas no puede decirse eso?" Nat. "por ejemplo del filo de la mesa, y otras cosas"...

2 Fase Proceso de Calentamiento

La aceptación general por parte de los niños de que los objetos pueden cambiar de un estado A a uno E, se tomó como base para efectuar ante ellos la experiencia de calentar un poco de agua y pedirles que describieran lo que sucedía. Se encontró una profunda resistencia a hacerlo, es decir a pesar de la simple descripción "se calienta porque está sobre el fuego" a una explicación causal. Las sugerencias de tomar en cuenta el proceso (el paso de calor) simplemente no fructificaron y las respuestas se mantuvieron en el nivel descriptivo.

3 Fase: Circunstancias normativas del proceso

Se les pidió ante todo discutir acerca del calor y la temperatura que tenía el agua caliente colocada en tres vasos, uno casi lleno, otro a 1/2 otro con 1/4. No se encontró ningún caso en el cual fuera evidente que el niño distinguiera los términos de calor y temperatura. Se les pidió luego predecir la temperatura de los tres vasos después de introducir un cubito de hielo en cada uno de ellos.

Pocos (4/20) consideraron que la cantidad de agua no influía. El modelo más evolucionado que se encontró lo presentó un niño de 11 años y presenta un intento de formulación pre-proporcional muy interesante. = Mar (11) "El calor (del agua) desaparece porque el frío tiene potencia". Aquí (señala el vaso con menos agua)" el hielo enfrió esto pero aquí (señala que tiene más agua) se queda agua caliente sin enfriar.

El razonamiento empleado puede esquematizarse así:

X : porción de hielo
0 : porción equivalente de agua caliente



Puede hacerse la hipótesis razonable que una pedagogía activa que incluya el termómetro como elemento cuantificador objetivo haga pasar en forma rápida de este modelo espontáneo al cuantitativo de Black.

4 Fase

Se pidió al niño representar con gestos el cambio producido al introducir hielo en los vasos. Mano baja indica frío (hielo) mano en alto indica calor (agua caliente). Al introducirse el hielo en agua interpretar con las manos lo que sucede.

En este caso se notó una diferencia de comportamiento entre los grupos A y B. En el grupo A, 6/10 no hicieron el gesto en forma contemporánea y 5/10 no nivelaron ambas manos. En el grupo B sólo 2/10 no lo hicieron en forma contemporánea ni nivelaron ambas manos.

De la muestra total 8/20 nivelaron las manos en forma cualitativa correcta, es decir más arriba o más abajo según hubiera más o menos agua. Sin embargo, solo 2/20 (uno en A y otro en B) hicieron la reflexión de que esto era "más o menos así" y no sabían "exactamente a donde llegaba".

Al inicio de la experiencia se hizo la hipótesis de que una posible fuente de dificultades podría ser el hecho de que la temperatura es una magnitud seriable y transitiva pero no es aditiva, $t_1 + t_2$ no tiene sentido. Esta hipótesis no fue probada porque ninguno de los niños intentó "sumar" con el gesto la temperatura del agua y la del hielo. Todos aceptaron que la temperatura final fuera un promedio, aunque no fuera contemporánea ni esta temperatura resultante fuera única.

Conclusión

El modelo más avanzado que se encontró en el estudio psicogenético está lejos de superar la dicotomía frío—calor; por otra parte queda claro que en general el calor es considerado como una cualidad, esta puede cambiar y en la cual pueden establecerse grados. El concepto de Galeno de "calor neutro" se encuentra insistentemente en nuestros estudiantes, es el estado "normal", estado que para ellos separan las clases frías y calientes. Ahora bien, nada en la vida diaria los lleva a tener que superar este modelo y es entonces función de una pedagogía adecuada el que pueda realizarse esta superación.

En la historia de la ciencia la posibilidad de superar el estado puramente cualitativo de indiferenciación entre calor y temperatura, que implica una separación de términos y una adecuada relación funcional entre ellos solo pudo darse cuando se produjo superación de modelos dicotómicos que facilitó la posibilidad teórica de realizar medidas en forma sistemática con la posibilidad práctica de realizar estas medidas, reproducibles y objetivas con los termómetros.

Podemos establecer la hipótesis de que la introducción del termómetro en experiencias de tipo Black, junto con el estudio del modelo cinético del calor podría llevar a nuestros estudiantes a una comprensión cuantitativa' adecuada. Ahora bien las relaciones funcionales involucradas son características de un nivel de pensamiento formal, hipotético deductivo, el cual, según los datos psicogenéticos recogidos hasta el momento aparece en la adolescencia.

Proponemos pues un trabajo experimental en el que se pruebe una metodología activa, con experiencias tipo Black, con la introducción del termómetro y el estudio del modelo cinético pero a un nivel escolar de treceavo año, es decir correspondiente a los catorce o quince años de edad.

Si los resultados fueran positivos podría pensarse en sugerir el abandonar los grandes esfuerzos que se hacen al introducir el tema a edades demasiado tempranas y que resulta tan poco eficaz.

BIBLIOGRAFIA

Erickson, G. children `s conceptions of heat and temperature, *Sci. Edu.* 1979 63(2), 221-230.

Erickson, G. Children `s vlewppoints of heat: a second look, *Sci. Edu.* 1980 64(3), 323-336.

Guesne, E. Tiberghien, A. & Delacote, G. Méthodes et résultats concernant l`analyse des conceptions des élèves dans différents domaines de la physique. *Rev. Fran. Péda.* 1978, 45, 25-32.

Piaget, J. García R. Les explicationes causales. *Etudes de psychologie génétique*. Vol. XXVI P.U.D. (1972).

Shayer, M & Wylam, II. The development of the concept of heat and temperature in 10-13 years-olds. *J. Res. Sci. Teach.* 1981 18(5), 419-434.

Crombie, A. C. *Historia de la Ciencia: De San Agustín a Galileo /2*. Alianza Universal, Madrid 1974.

Taton, R. *Historia General de las Ciencias tomos 1, 2, 3*. Ed. Destino, Barcelona 1972.

Sarton, G. *Historia de la Ciencia. Tomos 1, 2, 3, 4*. Ed. Universitaria de Buenos Aires 1965.

Joseph C. Várrilly

LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS CON UN ENFASIS HISTORICO

Summary: *We reconsider the problem of when and how to integrate the history of mathematics into the undergraduate mathematics curriculum. A number of alternatives are reviewed, and one in particular is proposed. the design and use of textbooks with an historical setting and emphasis. We outline a classroom experience based on this method.*

Resumen: *Se reconsidera el problema de cuánto y cómo integrar la historia de la matemática en el currículo de pregrado universitario en matemáticas. Se pasa revista a varias alternativas y se propone una en particular: el diseño y el uso de textos con un enfoque y un énfasis históricos. Se esboza una experiencia docente basada en este método.*

1. Cada vez que un profesor se enfrenta a la tarea de enseñar un tema de matemáticas (o bien de cualquier otra disciplina), se encuentra que su tópico puede organizarse mediante tres jerarquías no necesariamente compatibles: el orden lógico, el orden pedagógico y el orden histórico. Las matemáticas, entre todas las disciplinas, se prestan más al orden lógico de exposición: se puede comenzar, al estilo de Euclides, con una colección de definiciones, postulados y resultados conocidos, y seguir directamente por una cadena de razonamientos deductivos hasta alcanzar la meta propuesta. Para un tema relativamente avanzado (por ejemplo, la clasificación de las álgebras de Lie.), este método resulta muy conveniente; pero su empleo en contextos avanzados se apoya en la madurez matemática del estudiante. A la hora de enseñar tópicos más elementales, como el cálculo infinitesimal, el álgebra lineal o la topología de espacios euclidianos, todos los profesores se dan cuenta de un hecho fundamental: el orden lógico no coincide con el orden pedagógico.

Sin embargo, un rasgo notorio de nuestro sistema de enseñanza de las matemáticas es el alto grado de formalismo que caracteriza los cursos: se "presenta" materia en una forma sintética de "definición —teorema— demostración" sin motivación y contexto. Aunque este formalismo se debe en parte a circunstancias históricas (es en cierto grado un subproducto de la onda de "nuevas matemáticas" de los años sesentas, agravado por una rápida expansión de las labores docentes con personal poco capacitado para la investigación), refleja sobre todo la diferencia de madurez matemática entre el profesor y el estudiante. Un profesor que ya domina un tema prefiere organizarlo según un orden lógico; su pregunta preferida es el ¿cómo? El estudiante que enfrenta novedades necesita motivación y contexto; la pregunta suya es el ¿por qué? El profesor está contento con el argumento "supongamos A; A implica B, B implica C, C implica D; luego D es cierto". El estudiante, en cambio, primero quiere saber por qué se quiere comprobar D, por cuál motivo se debe suponer A, y a quién se le ocurrió pensar que B implicaría C. Sin explicaciones de esta naturaleza, que reestructuran la materia en un orden pedagógico, el estudiante puede fácilmente obtener la impresión (muy difundida entre el público general) de que la matemática es un proceso de razonamiento mecánico sin contenido intuitivo.

Otra manera de jerarquizar los contenidos de un curso es seguir el orden histórico, es decir, la sucesión cronológica de la invención (o descubrimiento) de las nociones y técnicas involucradas. Ciertamente nadie seguiría este orden ciegamente para enseñar un curso de matemáticas; pero tampoco es del todo irrelevante. Es

precisamente este orden histórico que revela la importancia de un determinado concepto o procedimiento enseñado. Por ejemplo, podemos afirmar que la geometría lobachevskiana es interesante y digna de estudio debido a (i) los dos milenios de intentos frustrados de demostrar el quinto postulado de Euclides; (ii) el descubrimiento de Bolyai de que pueden plantearse sistemas de postulados diferentes; (iii) la conexión entre esta geometría y la teoría de funciones auto morfias de Klein y Poincaré; (iv) su relevancia para estudiar la teoría de la relatividad; (v) su rol central en la clasificación de variedades tridimensionales, un tema de investigación actual¹²¹¹²².

La reconciliación de estos tres órdenes del saber, para formar una labor docente armónica y exitosa, es la tarea permanente de la enseñanza de la matemática. Como profesores, tenemos el deber no solamente de ejecutar una buena labor didáctica con una adecuada motivación pedagógica, sino también de situar lo que enseñamos dentro de un contexto amplio, con raíces en el pasado y ramificaciones hacia el futuro. Tenemos que poner en relieve que la matemática es una creación de la imaginación humana en respuesta a los problemas enfrentados por cada generación. Así, nuestros estudiantes aprenderán que la matemática es una ciencia viva donde todavía queda mucho por hacer.

2. ¿Cómo, entonces, integrar un enfoque histórico en nuestra labor docente? ¿Debemos someter los estudiantes tempranamente a un curso de Historia de Matemática? En principio, ésta no es una mala idea. El conocimiento histórico de muchos estudiantes, al entrar en la Universidad, a veces no va más allá de saber que los babilonios desarrollaron sistemas numéricos y que los antiguos griegos inventaron la geometría. Es imprescindible empezar de una vez formando el marco histórico donde pueden situar los conocimientos que irán acumulando en los próximos años. De hecho, un curso de Historia de matemática para el primer año es perfectamente factible: el libro clásico de D. E. Smith¹²³, por ejemplo, puede servir como texto.

Sin embargo, el curso temprano de historia tiene serios inconvenientes. Necesariamente es un curso restringido a tópicos elementales: geometría clásica, álgebra elemental (resolución de ecuaciones), el concepto de límites, derivadas y rectas tangentes, representación plana de números complejos. Cualquier intento de profundizar en tópicos más sofisticados (como la constructibilidad por regla y compás, sumas de Riemann e integrales, series de Taylor, funciones analíticas, grupos de matrices, clasificación de curvas y superficies) tropieza con la dificultad de que el estudiante carece de bases formales para comprender esos temas íntegramente. Para poder abarcar temas más avanzados, tiene más sentido colocar el curso de Historia de Matemática en el último año de la carrera de bachillerato, y así se hace efectivamente en la Universidad de Costa Rica. Pero con eso regresamos al punto de partida, ya que se elimina (del currículo formal, pero también en la práctica) la formación del marco histórico de las matemáticas a lo largo de los años anteriores.

Otra posible solución al problema de la integración histórica de las matemáticas, sería una especie de mini curso o seminario, organizado al final de cada año de la carrera, en donde el estudiante debe hacer un balance de las raíces históricas de lo

¹²¹Milnor, Hyperbolic geometry: the first 150 years, *Bull. Amer. Math. Soc.* 6 (1982), 9-24.

¹²²W. P. Thurston, Three dimensional manifolds, Kleinian groups and hyperbolic geometry, *Bull. Amer. Math. Soc.* 6(1982), 357-381. W. P. Thurston, Three dimensional manifolds, Kleinian groups and hyperbolic geometry, *Bull. Amer. Math. Soc.* 6(1982), 357-381.

¹²³D. E. Smith, *History of Mathematics*, 2 tomos, Dover, New York, 1958.

que aprendió en el año. Este seminario podría culminar con un proyecto de recopilación bibliográfica sobre un tema histórico-matemático específico. Desafortunadamente, ignoro si se han hecho experimentos con este tipo de seminario o que resultados podrían esperarse.

La solución ideal, cuando sea factible, es que los propios estudiantes tomen la iniciativa y formen un club para el estudio extracurricular de tópicos matemáticos. (El autor participó en un club de este tipo durante sus ellos de pregrado). Estos clubes suelen orientarse en tres direcciones que son de interés directo para los estudiantes: (a) introducciones a temas avanzados (¿qué son funciones elípticas? ¿qué son las distribuciones? ¿cómo se clasifican los grupos finitos?); (b) aplicaciones de la matemática (espacios de Hilbert en la física cuántica, ecuaciones diferenciales para circuitos eléctricos, análisis combinatoria de algoritmos de computación); (c) temas históricos (cómo se inventó el cálculo diferencial? ¿cómo se resolvieron las ecuaciones cúbicas? ¿de dónde surgieron las matrices y los espacios vectoriales? ¿cuáles el origen de la teoría de conjuntos?). De hecho, en la Universidad de Costa Rica, la asociación de estudiantes de matemática ha emprendido varios intentos de formar este tipo de grupo de estudio, con un éxito parcial: como no hay una tradición y una estructura formal ya establecidas, las iniciativas tienden a ser esporádicas y discontinuas. Pero hay una esperanza de que estos intentos de autoformación eventualmente se consolidarán: sólo requieren que los estudiantes tomen conciencia clara de su rol de aprendedores y no de meros "educandos" o receptores de conocimientos.

3. Si no podemos confiar solamente en cursos de Historia de Matemáticas, y si a corto plazo no podemos esperar gestos espontáneos de los estudiantes, ¿qué alternativa nos queda? Lo que hay que hacer es intercalar la formación del marco histórico en los cursos regulares de matemáticas. Es necesario reorientar el contenido de los cursos para insertar en ellos el contexto, pasado y actual, de los temas que componen cada curso. Por ejemplo, un curso de cálculo diferencial debe incluir una breve sinopsis de los logros de Descartes, Fermat, Newton y Leibniz; pero también podría incluirse una mención de los modernos métodos "no standard"¹²⁴ que permiten rigorizar y explotar a fon. do las ideas de Leibniz sobre infinitésimos para poder hacer "cálculo intuitivo" –

Un prerrequisito indispensable aquí es la capacidad del profesor de dar un curso con un enfoque histórico. En las circunstancias actuales, encontramos que muchos profesores han sido formados bajo el mismo sistema histórico que ahora están transmitiendo a la próxima generación. Se necesita entonces un proceso de capacitación para algunos de ellos, para llenar lagunas que ellos podrán tener en sus conocimientos acerca de los antecedentes de los temas que enseñan y sobre su desarrollo actual (la historia no es solamente el pasado). De esta manera, un enfoque histórico obliga a los profesores, aun más que los estudiantes, a emprender un esfuerzo continuo de actualización.

Podemos distinguir dos formas de introducir un contenido histórico en un curso de matemática. La primera forma es por medio de anécdotas y datos biográficos sobre los creadores de la matemática. A manera de ejemplo, el libro de análisis real de Bartie¹²⁵ (que es un excelente texto de segundo año de bachillerato), cuando menciona las series de Taylor o los multiplicadores de Lagrange, dedica tres o cuatro renglones para informar al lector de quienes eran Taylor y Lagrange. Por otra parte, varios profesores

¹²⁴A. Robinson, *Non-standar Analysis*, 2a edición, American Elsevier, New York, 1974.

¹²⁵R. G. Bartle. *The Elements of Real Analysis*, 2a edición, Wiley, New York, 1976.

suelen sazonar sus lecciones con anécdotas sobre la muerte de Galois, el fracaso de Weierstrass como estudiante, el graffito de Hamilton sobre el puente, etc. A primera vista, ésto no tiene mucho valor, puesto que se enfatiza cosas inesenciales en la vida de esos matemáticos. Sin embargo, tiene la ventaja de estimular el interés del estudiante y de hacerlo ver que la matemática es una creación de seres humanos y no una teoría seca y terminada.

La segunda forma de combinar la matemática con su historia es la de usar argumentos matemáticos históricos en una forma integral. Podemos afirmar que el "contenido" de un curso de matemática consiste en introducir varios conceptos y técnicas, amén de trazar sus consecuencias y sus relaciones con conceptos y técnicas ya conocidos. Por ejemplo, un curso introductorio de cálculo en varias variables debe introducir derivadas parciales, planos tangetes, diferenciales, integrales múltiples y de línea, orientación de superficies; a la vez se ve la relación de estas nociones con el cálculo de una variable, con problemas de máximos y mínimos, con el cálculo de volúmenes y de longitudes de arco. Al enfrentarse con un concepto novedoso, el estudiante puede preguntar ¿cómo es posible de que eso hubiera ocurrido a alguien por primera vez? Aquí hay una excelente oportunidad de iluminar el camino, dando un bosquejo del proceso histórico en que tal concepto se desarrolló. (Por ejemplo, se puede indicar cómo el teorema de Green surgió de problemas en la teoría de magnetismo, o esbozar el descubrimiento de Móbius de un polígono tridimensional que no posee área¹²⁶). Lo importante es dar, en forma resumida, el argumento matemático que condujo al descubrimiento y desarrollo del nuevo concepto. De este modo, el estudiante puede ubicar el concepto en un marco de ideas y así comprender mejor su importancia.

4. Se percibe que un enfoque histórico que va más allá de lo puramente anecdótico requerirá del profesor un esfuerzo de preparación considerable. En principio, podríamos esperar que el profesor haga este esfuerzo en forma automática, como parte de su profesionalismo docente. Desgraciadamente, la realidad es otra: muchos profesores, abrumados por sus labores de investigación, o restringidos por la escasez de recursos bibliográficos, o simplemente desanimados por la burocracia de su academia, no están en condiciones de emprender esta tarea de auto capacitación. Por lo tanto se impone una necesidad de dar acceso fácil a la información histórica requerida.

Una manera de proporcionar esta información, tanto al profesor como al estudiante, es por medio de textos matemáticos con un enfoque histórico. A modo de ejemplo, consideramos el libro de cálculo de Priestley¹²⁷. Este texto reestructura el orden usual de un curso de cálculo para poder presentar todas las ideas centrales en su contexto histórico. Además enfatiza el desarrollo y el proceso de creación del cálculo infinitesimal, aún cuando esto implica andar por caminos más largos que los del tratamiento habitual. Ilustra bien la famosa frase de André Weill: "la lógica es la higiene del matemático, pero no es su fuente de comida".

Otro tópico que puede ser enseñado con un texto con un enfoque histórico, es la geometría elemental. He probado este método con un texto que fue diseñado para estudiantes costarricenses ("Elementos de Geometría Plana"¹²⁸). La secuencia de los

¹²⁶F. Klein, *Elementary Mathematics from an Advanced Viewpoint: Vol. 2, Geometry*, Dover, New York, 1958.

¹²⁷W. M. Priestley, *Calculus: An Historical Approach*, Springer, Heidelberg, 1979.

¹²⁸C. Várrily, *Elementos de Geometría Plana*, en manuscrito, San José, 1982.

tópicos sigue de manera aproximada el orden histórico: geometría euclidiana, trigonometría, geometría analítica, geometría inversiva y proyectiva, grupos de transformaciones. Cada tema está dividido en secciones, separadas por notas explicativas de naturaleza histórica y técnica. De este modo, el profesor (y el estudiante) puede pasar revista al origen y desarrollo de ciertos tópicos importantes. Más importante aún, el estudiante tiene a su disposición, sin tener que hacer una gran revisión bibliográfica, un esbozo del contexto histórico de los temas de la geometría.

Como ejemplo, la sección sobre la medición de ángulos y las funciones trigonométricas contiene notas bibliográficas sobre Hipparcos y Tolomeo, una mención de los datos astronómicos de los babilonios que sirvieron de fuente para la trigonometría, la derivación etimológica de la palabra "seno", una nota sobre el cálculo de longitudes de arco, y varias aproximaciones antiguas al valor de pi.

La reacción de los estudiantes ha sido positiva, en los dos semestres en que he tenido oportunidad de enseñar la geometría con base en este texto. Por lo general, han mostrado gran interés en los matemáticos que crearon la teoría que están aprendiendo, y más interés todavía en el manejo histórico de las ideas. Participan en clase bastante más que en otras clases en donde se usan textos tradicionales. Algunos de ellos han indicado el deseo de tener más textos con una estructura semejante.

5. En vista de lo anterior, se puede proponer una posible solución a la dificultad de situar el contexto histórico en la enseñanza de la matemática. Consiste en la preparación y el uso de libros de texto que combinan una presentación moderna de un tema de matemáticas con el desarrollo histórico del tema, dando, en paralelo con el orden pedagógico del tema, una exposición de los argumentos matemáticos originales usados en la creación de los conceptos estudiados. Esto tiene la doble ventaja de estimular el interés del estudiante y de proporcionar al profesor una herramienta apta para la tarea de una enseñanza integral de las matemáticas.

María Eugenia Bozzoli de Wille

LA MEDICINA ABORIGEN AMERICANA

Summary: Amerindian medicine is analyzed by answering a standard set of questions about the persons in charge of healing, the diseases they tried to cure, the kinds of health problems prevalent among the population, the degree of knowledge attained, and the extent to which this knowledge was incorporated into modern medical science.

Resumen: Se analiza la medicina aborígen americana contestando las siguientes preguntas: quiénes curan, qué curan o tratan de curar, qué enfermedades padecían los aborígenes, qué grado de conocimiento alcanzaron y cuáles de estos conocimientos pasaron a la ciencia médica moderna.

Cuando un especialista médico de nuestra actual sociedad, preparado en la tradición científica europeo-americana moderna, mira el complejo médico precolombino, por lo común él se interesa en los siguientes temas:

1. Hombres y mujeres dedicados a curar: quiénes son, qué hacen.
2. Qué condiciones del cuerpo curan o tratan de curar, cuál es su ámbito de acción.
3. Qué enfermedades o malestares físicos o psíquicos, reconocidos al presente en su propia tradición científica, afectaron a los indígenas hasta el siglo XVI.
4. Qué grado de conocimiento alcanzaron los aborígenes en materia médica (definiendo conocimiento según lo que la profesión médica moderna entiende por conocimiento médico).
5. Qué conocimientos (en el sentido médico moderno) alcanzados por los indígenas al siglo XVI se incorporaron a la ciencia médica moderna.

Sobre el primer punto, quiénes son los hombres y mujeres que se especializaron en atender las enfermedades, y en qué consistía su trabajo, nuestro indagador moderno se encuentra con algo que llaman chamanes, magos, brujos, hechiceros, adivinos, sacerdotes, herbolarios y parteros. Aquí se podrá notar que desde el primer momento de la historia humana las enfermedades y su curación se convirtieron en la especialidad de ciertos individuos de ambos sexos, que sin embargo tenían a su cargo otras especialidades que nosotros no consideramos "médicas".

Tanto entre los indios nómadas como en los sedentarios aldeanos, como en aquellos de las civilizaciones, al médico se le hacía pasar por un entrenamiento más o menos largo; además se tuvo la convicción de que el aprendizaje no terminaba con la ceremonia de iniciación o "graduación". En los grupos más sencillos la enseñanza se basaba en una relación prolongada entre el maestro y el pupilo equivalente a la de padre e hijo. En los grupos civilizados de Méjico y Perú se puede hablar de escuelas. No obstante esta convicción o requisito de adiestramiento, nunca estuvo excluida la convicción de que era algún designio sobrenatural el que permitía al candidato entrenarse. Por lo general el que aprendía no ejercía sino como ayudante, hasta que sus maestros murieran. Hay que hacer notar que la idea de especializarse está presente aún en grupos pequeños de la más sencilla organización social, donde se dividen las tareas por edad, experiencia y por requisitos distintos de cada una. En una civilización esto se acentúa. Por ejemplo en Méjico se podían distinguir los especialistas en las drogas, los cirujanos, ortopedistas, los especialistas en nacimientos, en las vías digestivas, urinarias, etc., los herbolarios (farmacéuticos). (En Tenochtitlán había incluso una calle especializada en boticas que expendían hierbas, jarabes, ungüentos,

aguas, emplastos, remedios, conseguidos en viajes de los herbolarios a todos los confines de Mesoamérica). En Méjico había una especie de medicina militar para los heridos en guerras; en Perú la atención a soldados podría ser, si no el origen, por lo menos un estímulo a la especialidad de los trepanadores de cráneos. Sin embargo, el médico o la médica podría entender o hacer algo de todo, por lo que para los primeros europeos en América estos especialistas eran a veces sabios médicos, pero casi siempre sólo adivinos o hechiceros que tenían pacto con el demonio, pues antes de tratar una enfermedad siempre usaban algún tipo de oráculo, y se consultaban además por cosas perdidas, pronósticos del tiempo y profecías en general.

En Mesoamérica, a la llegada de los españoles había en algunas ciudades establecimientos para incurables, anormales, minusválidos, sospechosos de contagio, etc. También había jardines o viveros de plantas medicinales que se distribuían gratuitamente a solicitud de pacientes o por prescripción del especialista, y por lo menos en el caso del jardín de Moctezuma, se llevaba registro de los efectos. De manera que la civilización mesoamericana tenía, aunque en forma muy incipiente, alguna política o sistema de salud pública.

En alguna medida se puede hablar de logros en la medicina indígena, definiendo tales logros según criterios modernos. Sin embargo, no debemos olvidar que aun en las altas civilizaciones andinas y mesoamericanas, la farmacopea y la terapéutica que nosotros consideraríamos "razonable", se dieron en el contexto de una medicina chamánica.

Puede haber variadas respuestas a la pregunta de por qué las sociedades del pasado respondieron al fenómeno de la enfermedad con el fenómeno del chamanismo, sea en todas las manifestaciones de ese complejo, o sea sólo en algunas de sus características. Una de esas respuestas es que si la gente tiene problemas, recurre a individuos a los que atribuye poder. El chamán es un hombre o una mujer que posee una o varias cualidades que la sociedad valora, de ahí su poder. Esta respuesta nos dice que el chamán cura porque tiene poder, y no al revés. La facultad de curar no le da el poder, sino que el poder es el que origina que pueda lograr algunas curaciones y establecer así su papel. Otra respuesta nos dice que los estados psíquicos en que entran ciertas personas las hacen postular otras realidades paralelas a las que nosotros consideramos cotidianas y normales. Al tratarse lo percibido como real, sin embargo oculto o de difícil acceso para el común de las personas, convierte esas experiencias, que tampoco son bien comprendidas, en la causa de lo que en este mundo ocurra que no tenga explicación fácil.

Nos vamos a extender un poco en una tercera respuesta. El chamanismo agrupa un conjunto de fenómenos que fue eficaz en aliviar la gran ansiedad provocada por diversos aspectos de la vida cotidiana de poblaciones antiguas. Aliviar la ansiedad que provocan las dolencias es ya un buen paso en las curaciones. Daremos un ejemplo con el chamanismo talamanqueño, porque responde a la ansiedad provocada por conflictos con grupos ajenos, por conflictos entre parientes y por el mundo de la selva del que dependía gran parte del sustento. En Talamanca se consideraba que la enfermedad la provocan espíritus animales y señores que mandan en la vida animal. Al estudiar sus conceptos de enfermedad, nos va resultando una interrelación de aspectos que podemos esquematizar como sigue:

LA MEDICINA ABORIGEN AMERICANA

81

Enfermedad asociada con	Su tratamiento resuelve	Conceptos tradicionales involucrados	Técnicas de caza del animal cuyo espíritu es la enfermedad
Animal silvestre que no se come (enfermedades más leves)	Conflictos de pertenencia o de identidad en el grupo social propio con extraños; separación cultura / naturaleza	Formas de contrainminación ritual: <i>/na/</i> ; <i>/ó/</i> ; <i>/bklá/</i> (parásitos, hemorragias, anemias, afecciones de la piel, desmayos)	No se molesta, no se toca, no se come, se evita totalmente
Animal silvestre que se come (enfermedades graves)	Conflictos provocados por las obligaciones recíprocas entre parientes consanguíneos o afines. Interacción ambigua entre cultura y naturaleza	<i>/nat' dwe/</i> (enfermedad de la danta). Duelen la cintura y las caderas, defecación y micción se interrumpen o se combinan con sangre; hinchazón, etc.	Lanza larga, cazador debe acercarse, apuntarle al corazón. Se trata del animal más sujeto a reglas de cacería, de preparación y distribución de la carne
		<i>/aLin/</i> (reumatismo) Espíritus en forma de aves que vuelan bajo o viven en el suelo o cerca de él o de mamíferos arbóreos	Trampa de cuerda o lazo y arma corta (lanzeta, puñal) para rematar al animal amarrado
		se <i>/bklá/</i> (bucura) Pérdidas súbitas del conocimiento y enfermedades con fuertes hemorragias	Cerbatana, enfermedad asociada con el dueño de los pajaritos
		<i>/TwaLi/</i> (influenza, gripe) <i>/didwe/</i> (fiebres intermitentes)	Las gripes, pulmonías fiebres intermitentes se asocian con la pesca, <i>/didwe/</i> se asocia específicamente a la pesca comunal con barbascos.

Sin duda la actividad de la cacería es muy provocadora de ansiedad por los accidentes, los animales que contagian al hombre sus parásitos, el riesgo de ser calificado socialmente como mal cazador, etc. El chamanismo incluye técnicas e ideologías apropiadas para aliviar esa ansiedad.

Las tres respuestas anteriores no agotan las explicaciones de por qué se recurre al chamanismo; solamente son ejemplos; todas las respuestas dadas hasta hoy tienen algo de razón, no son excluyentes.

Hasta aquí hemos tratado de dar una idea sobre como puede percibir el indígena sus propias enfermedades. Ahora trataremos de describir lo que un especialista médico nuestro podría percibir.

En el punto 3, las enfermedades o malestares físicos o psíquicos que afectaron a los indígenas, según la definición moderna de dichos males o condiciones, han

llamado la atención del observador: (1) aquellas enfermedades como la sífilis, benigna en los indios y trágica para los europeos; (2) condiciones genéticas diferentes para algún grupo indígena, tales como albinismo en los cunas, el pie equino en bandas sirionó, la adaptación del oído en un grupo iroqués que les da la ventaja de no sentir vértigo; la mayor frecuencia de infecciones del oído medio en indígenas; y (3) sistema inmunológico que carecía de defensas para la mayor parte de las afecciones gripales, el crup, la viruela, el sarampión, la lepra, el cólera, tracoma, escarlatina, paperas, tifus, difteria y varias fiebres, enfermedades que en el siglo XVI diezmaron cada grupo indígena en cifras superiores al 50 por ciento y hasta de 100 por ciento en muchos casos; (4) otras enfermedades que se convirtieron en un problema mayor para el indígena después de la Conquista que lo que habían sido antes de llegar los europeos, tales como la tuberculosis y el paludismo; (5) ha interesado detectar condiciones patológicas en lo que queda del pasado indígena: (a) en los restos esqueléticos, por ejemplo, notar fracturas con o sin consolidación, reumatismos crónicos, artrosis, manifestaciones piógenas, tuberculosas o sifilíticas; notar que los tumores óseos suelen ser benignos y los malignos suelen estar ausentes; examinar patologías en momias, como en las peruanas, donde se ha identificado osteoporosis, mastoiditis, artritis, pero donde no se observa raquitismo; (b) en los idiomas se obtiene información, como en los mesoamericanos, que tienen términos para acidez gástrica, indigestión, cólicos intestinales, constipación y otras afecciones digestivas. Los idiomas indígenas suelen distinguir tipos de úlcera: reciente y sangrante, antigua, grande, supurada, fistulosa; tipos de herida: escoriaciones, heridas contusas, por el objeto que las causa: por espina, lanza y otros objetos puntiagudos; (c) algunas estatuillas mejicanas muestran prurito anal y hemorroides algunos ceramios presentan casos posiblemente de ascitis; el Dios Ehecati se presenta con una tortícolis crónica; la cerámica mochica del Perú es especialmente ilustrativa; (ch) en los códices se identifican epidemias con vómitos, afecciones de la piel, ictericias, epilepsia, bocio, obesidad, caquexias posiblemente causadas por infecciones crónicas más que por falta de alimentos. El códice Borgia representa al Dios dimorfo Xolotl Nanahuatizin, de los partos gemelos, nacimientos monstruosos y abortos. Se le atribuía la sífilis. En uno de los dibujos aparece con los ojos llenos de pus, los miembros torcidos y el cuerpo cubierto de úlceras. En otras planchas del códice coquetea con Xochiquetzal, diosa del amor y las prostitutas, de donde uno puede inferir que algo sospechaban los aztecas sobre la transmisión de la sífilis. (En Costa Rica, en dibujos que los talamanqueños hacen actualmente, una de las representaciones del reumatismo es un niño absolutamente deforme).

El especialista médico moderno también se interesa en las costumbres indígenas que afectan al cuerpo, como por ejemplo, en las deformaciones craneanas, las mutilaciones dentarias, de la nariz, los labios, las extremidades (dedos o más), el tatuaje, el sacrificio humano, las ofrendas de sangre, la ingestión ritual de drogas, y así sucesivamente.

El cuarto tema planteado se refiere al grado de conocimiento alcanzado por los indios. El indagador moderno lo que suele hacer aquí es enumerar o experimentar la flora médica, la materia médica animal y la mineral, y se puede detener en todos los medicamentos utilizados, o en tratamientos tales como el frecuente ayuno, los baños de vapor, el aislamiento del enfermo, y prácticas semejantes. Básicamente el investigador actual juzga el grado de conocimiento por la eficacia de los tratamientos. He visto un trabajo en que el investigador se formula varias hipótesis de índole bioquímica para explicar como fue que los indios llegaron a darse cuenta que la sal era un ingrediente del que no se debe abusar. La sal suele ser eliminada de todas las dietas que recetan grupos que se distribuyen desde Alaska hasta el Cabo de Hornos, y

eso incluye nuestros indios, que no sólo la eliminan de las dietas por enfermedad, sino .de todas las dietas con carácter ritual, por ejemplo las de los duelos, el parto, la pubertad y la cacería. Para los guatusos además era prohibido comer cualquier animal marino.

El investigador con poco que busque se percatará que los indios tenían un conocimiento práctico de la anatomía humana —la que es visible al ojo— mucho más intenso y vivencial que lo que tiene el común de nosotros. Casi todos los grupos practicaron alguna vez el sacrificio humano, tomaron las cabezas u otras partes del cuerpo como trofeos de guerra, esculcaron en los órganos del cadáver los efectos de la hechicería, buscaron los cálculos para utilizarlos a su vez como materia médica, presenciaron directamente el proceso de nacer y de morir, extrapolaron de la anatomía animal y generalizaron a la humana, en fin, el cuerpo humano fue y es aún entre los indios un foco del mayor interés. El Códice Badiano, una de las más significativas fuentes sobre la medicina azteca, atestigua muchos conocimientos basados en gran experiencia y afinado poder de observación. Por ejemplo, el pronóstico de una muerte cercana, en la opinión del autor Fiz Antonio Fernández, médico argentino, es magistral y digno de figurar al lado de las páginas de Hipócrates (*Antropología, Cultura y Medicina Indígena en América*, 1977:137: En el C. Badiano se lee: " un buen médico sabe predecir, de acuerdo con los ojos y la nariz del enfermo, si éste vivirá o morirá. De acuerdo con el examen, si los ojos están inyectados de sangre es un signo de vida; en cambio, si están pálidos y exangües, la curación es incierta. Los signos de muerte son, un cierto color negruzco en el medio de los ojos, el enfriamiento, la contracción o la depresión en el vértice de la cabeza, los ojos se ensombrecen y pierden su brillo, la nariz aparece fina y afilada como una varilla, las mandíbulas se ponen rígidas, la lengua fría, los dientes sucios de tártaro e incapaces de moverse o de abrir (la boca). El cerramiento de los dientes y el escurrimiento de una sangre oscura o muy pálida después de una incisión anuncian la muerte próxima. Además la cara se pone lívida o ceniza, su expresión se modifica sin cesar. En fin el enfermo se desliza de uno a otro lado, emitiendo continuamente palabras incomprensibles, como un loro... Se puede frotar el pecho con madera de pino triturada y mojada, o punzar en diversas partes con un huesode águila o de puma. Si no siente nada (el enfermo) esto es síntoma inequívoco de que sobrevendrá la muerte.

Lo que podemos afirmar es que el nivel de conocimientos era en los Andes y en Méjico equivalente al de la Europa del siglo XVI.

El quinto punto, qué conocimientos se constituyen en antecedentes directos de nuestra propia medicina, posiblemente sólo los elementos de origen vegetal, que ampliaron los, fármacos europeos, fueron parte de la historia médica moderna. Algunos tuvieron tal éxito que incluso fueron objeto de novelas y poesía, como es el caso de la quina. Con respecto a otros, como la zarzaparrilla, que estuvo de moda por casi tres siglos para tratar la sífilis, al fin se demostró su ineficacia. Sin embargo, los estudios iniciados desde el siglo XVI sobre la flora médica indígena continúan y son del mayor interés en la actividad científica actual.

Nicolás Monardes, médico sevillano, publicó en 1545 "Las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en medicina". Felipe II, en 1570 envió su médico de cámara Francisco Hernández a México, con el título de Protomédico de Indias, con la misión de coleccionar, reconocer y probar las plantas medicinales. Estudió 3.076 plantas. Fray Bernardino de Sahagún enseñó medicina azteca a partir del 1536 en el Colegio de Santa Cruz (Tlaltelolco).

Además de la flora, puede haber otros ejemplos: Es probable que en España se adoptaron además algunas técnicas de curar heridas, porque a menudo los españoles ponían a sus soldados heridos en manos de especialistas indígenas en preferencia a ponerlos en manos de especialistas españoles, pero éstos a su vez han de haber tomado nota de qué era lo que hacían los indios con las heridas que resultaba más eficaz.

Algunos elementos que hoy día se consideran adelantos, no fueron percibidos así por la medicina o sociedad europea, incluso hasta recientemente. Tenemos un ejemplo en Costa Rica. Aún algunos médicos aborígenes nuestros aplican una técnica anticonceptiva con éxito. Sin embargo, durante la colonia y en el siglo pasado y hasta antes de 1950, se persiguió con la Le esa práctica, que por nuestra tradición europea era juzgada pecaminosa e inmoral. Tal vez se pudo haber aprendido más de los indígenas, pero siempre se ha dicho y se sigue diciendo que su medicina es del demonio. Puede ser que haya más ejemplos aquí y allá de algún antecedente directo; sin embargo, no se consideraimportante el papel de la medicina indígena como antecedente de la actual. Si la eficacia del sistema indígena se va a medir por índices de morbimortalidad, en el momento de la Conquista la medicina europea estaba en un nivel semejante al de la indígena; ambas eran medicinas primitivas. La mayor parte de los antecedentes directos científicos de la medicina moderna no están en la Europa del siglo XVI sino en los siglos XVIII y XIX. No resulta útil tratar a la medicina precolombina como antecedente precientífico y menos científico del complejo médico actual. Se trata de fenómenos diferentes; cada uno tiene que ser evaluado, menos por comparación de uno con otro, y más por sus características independientes.

En las civilizaciones antiguas y en las sociedades primitivas, el fenómeno salud-enfermedad no se puede separar analíticamente de la religión, la economía, el arte o cualquier otro aspecto sociocultural en que nosotros solemos dividir la cultura moderna. No es que estemos diciendo que en nuestra sociedad estos otros aspectos no se vinculen a la medicina, obviamente sí están vinculados, pero no del mismo modo que en las sociedades arcaicas. En la nuestra sí podemos separar un líder político, de un médico, de un sacerdote, o una ceremonia religiosa del ritual de un cónclave médico, pero tal cosa casi nunca es posible hacerla en las sociedades donde se desarrollaron lo que nosotros denominamos medicina primitiva. Porque es conforme a nuestras propias categorías analíticas que nosotros separamos un grupo de conductas y de ideas y las nombramos la medicina de esa sociedad, o su religión, su arte, su guerra, su economía o su política. Pero en cuanto profundizamos nos damos cuenta que separar las cosas de ese modo no nos conduce a la comprensión del fenómeno.

En Occidente la tradición científica acostumbró a la sociedad nuestra a dividir los fenómenos en dos grupos, los que eran de la naturaleza y por lo tanto susceptibles de ser tratados conforme a teorías y métodos aplicables a algo que se conoce como "la realidad", y los que estaban más allá de lo real o lo natural, y por lo tanto tratables según procedimientos distintos. Las sociedades aborígenes no concibieron una separación tajante entre lo natural y lo sobrenatural, entre cuerpo y alma, entre el mundo del hombre y el de los dioses.

Estas sociedades ligan los fenómenos entre sí, los interrelacionan muchísimo más que nosotros. Esto no ocurre así porque carezcan de actitudes científicas. La potencialidad para la ciencia está en el hombre desde el momento en que utilizó el fuego. Pero en la sociedad arcaica los alcances de índole científica se enmarcan en una cosmovisión muy diferente a la nuestra de hoy día. En ella la causalidad que nosotros llamamos natural es la inmediata; pero más allá de ésta siempre está la que nosotros

llamamos sobrenatural o metafísica y ellos suelen llamar la original o primera. Nosotros prescindimos de esa casi siempre y ellos casi nunca. Nosotros ya no les tememos a esas causas y ellos sí las temen. Nosotros no tratamos de vencerlas, y ellos sí lo intentan.

Si comprendemos que esas categorías que nosotros llamamos lo natural y lo sobrenatural se reconocen pero no se desligan en las primeras sociedades humanas, entonces podemos volver a los puntos 1 y 2 de esta conferencia, el tema de los especialistas en la medicina aborígen y sus propios conceptos. Hemos propuesto que la medicina aborígen se mantuvo por milenios principalmente por su carácter psicoterapéutico. Hemos tenido cuidado de señalar que esto no impidió que desarrollara elementos denominados "racionales" u "objetivos" en medicamentos y procedimientos preventivos o curativos. Un investigador en Estados Unidos cuantificó lo que las sociedades indígenas en ese país sabían de plantas medicinales, y eso no difiere de lo que esas sociedades sabían en América Latina. En 48 sociedades norteamericanas, el investigador (Daniel E. Moerman, 1979, *Anthopology of Symbolic Healing*, *Current Anthropology* 20 (1): 59-93) registró 4869 maneras medicinales de usar 1305 especies (564 géneros, 119 familias). Pero aún así los indios juzgan más importantes en la curación sus cantos, piedrecitas, danzas, u otros objetos y procedimientos simbólicos. Moerman explica esta actitud indígena diciendo que los símbolos tienen consecuencias fisiológicas por la comunicación entre la corteza cerebral y el hipotálamo; nosotros proponemos que, aun si no tuvieran esta consecuencia, los símbolos son la base de una coherencia social que también los enfermos necesitan para sanar.

Juan Carlos Solórzano

**TECNICAS Y PRODUCCION AGRICOLA EN COSTA RICA
EN LA EPOCA COLONIAL**

Summary: *This paper is devoted to analyze some aspects related to the technology employed in agricultural production during colonial times. No claim to novelty in this mostly unexplored field is made. Pre-Hispanic production techniques are first mentioned, since they —together with Iberian ones— constitute the basis for the first agricultural colonial development in Costa Rica.*

Resumen: *Este estudio analiza ciertos aspectos relativos a la técnica empleada en la producción agrícola durante la época colonial. Se mencionan primero las técnicas de producción prehispánicas, pues, junto con los ibéricos, constituyen la base del primer desarrollo colonial agrícola en Costa Rica. No se pretenden hallazgos novedosos.*

1. Las técnicas en la producción agrícola precolombina.

El actual territorio de Costa Rica durante la época prehispánica, por su posición geográfica, fue influido tanto por las culturas Mesoamericanas de Centroamérica y México, como por las Sudamericanas. Por tal razón, las técnicas agrícolas empleadas y la dieta alimenticia de los diversos grupos autóctonos combinaban ambas tradiciones¹²⁹.

En Mesoamérica puede hablarse de la existencia de tres técnicas de producción agrícola: a) la de roza, desmonte y barbecho largo, probablemente la más utilizada; b) la de barbecho corto; empleada en regiones con suelos de gran fertilidad, especialmente las zonas cercanas a los volcanes; c) finalmente la agricultura de regadío, con sistemas de canalización que tuvo especial importancia en el desarrollo de la Civilización Maya, en las tierras bajas de la zona del Caribe en Guatemala y Yucatán¹³⁰. El regadío fue también primordial en las plantaciones de cacao que los Nahuas establecieron en diversos centros costeros tanto en el Caribe como en la costa del Pacífico de Centroamérica¹³¹.

En el caso de Costa Rica, diversos grupos indígenas sobrepasaron la simple caza y recolección. Las técnicas de roza y desmonte, que consisten en el desbroze del bosque mediante el uso del fuego y de la tala con instrumentos de piedra, fueron ampliamente utilizadas. Según algunos autores la aplicación de esta técnica llegó a modificar la vegetación natural en ciertas regiones, como en las planicies de Buenos

¹²⁹ Michael J. Snarskis, "The Archaeology of Costa Rica", *Between Continents / Between Seas: Precolumbian Art of Costa Rica*. Harry N. Abrams Inc. Publishers, New York, 1981, p. 84.

¹³⁰ Robert West y John P. Augelli. *Middle America: its lands and peoples*. New Jersey Englewoods Cliffs, 1966. Richard E. W. Adams, "Les canaux mayas", *La Recherche*, vol. 13, No. 136 (setiembre 1982), pp. 1066-1067.

¹³¹ Murdo, 3. Mac Lead, *Spanish Central America: A socioeconomic history (1520-1720)*. Berkeley, University of California Press, 1973, p. 33.

Aires de Osa, al Sur del país¹³². Esta técnica agrícola permitía un asentamiento de la población que dependía esencialmente de la calidad del suelo. Cuando la tierra perdía su rendimiento, los habitantes abandonaban el sitio, limpiando un nuevo terreno, dejando el antiguo en reconstitución natural (barbecho largo).

En lo que respecta a la técnica de barbecho corto, los especialistas consideran que éste combinó el desarrollo de la agricultura de maíz con otros productos, especialmente en regiones de suelos fértiles, aluviales y con lluvia abundante¹³³. El maíz era sembrado con la "coa" o "macana", un palo largo, afilado en un extremo y endurecida la punta al fuego; con el cual el agricultor hacía agujeros en la tierra, depositando los granos de maíz¹³⁴.

En lo que respecta a la utilización de sistemas de regadío, desconocemos si éste fue empleado por los pueblos autóctonos de Costa Rica. Es importante señalar que al menos en dos regiones de la costa del Pacífico, y en una de la costa del Caribe, hubo poblaciones indígenas que produjeron cacao. Producto que en el resto de Centroamérica necesitó el empleo de canales de riego, aprovechando el agua de los ríos. Así, podríamos suponer que los Chorotegas de la península de Nicoya, los Quepos al sureste del país, también en el Pacífico, y los Siguan, al sur sobre la Costa del Caribe, todos pueblos productores de cacao en los años anteriores a la conquista española, utilizaron también canales de regadío como sus contemporáneos indígenas centroamericanos.

II. Las técnicas y el cultivo de los productos agrícolas básicos: maíz y trigo.

Los españoles introdujeron nuevas técnicas agrícolas asociadas a los nuevos cultivos traídos por ellos. No obstante, la producción agrícola indígena fue también de gran importancia en el aprovisionamiento del grupo conquistador y en el comercio con la vecina Panamá en los primeros años del asentamiento español en Costa Rica. Hacia 1579 los informes mencionan el maíz como uno de los principales productos exportados de la región de Esparza hacia la ciudad de Panamá¹³⁵. Pero, aún en los cultivos tradicionales indígenas ocurrieron cambios debido a la introducción de utensilios agrícolas metálicos. Pronto el machete sustituyó a las hachas de piedra en la roza y desmonte. Hay autores que sostienen que la tarea de desmonte se reduce a la mitad de la jornada de trabajo cuando se emplean instrumentos de metal¹³⁶. En realidad, la introducción de instrumentos metálicos no significó ninguna ventaja para la población indígena, pues ésta tuvo que aumentar su productividad para satisfacer los tributos de carácter agrícola exigidos por los conquistadores y nuevos colonos españoles¹³⁷.

¹³² Luis Ferrero, "Ethnohistory and Ethnography in the Central Highlands - Atlantic Watershed and Diquís". *Between Continents / Between Seas*, Op. Cit., p. 96.

¹³³ Snarskis, Op. cit., p. 81

¹³⁴ Isabel Fernández, *La agricultura entre los antiguos mayas*. Universidad Autónoma del Estado de México, 1982, pp. 63, 77.

¹³⁵ Manuel Mario Peralta. *Costa Rica, Nicaragua y Panamá en el siglo XVI: Su historia y sus límites*. Madrid- París, 1881, p. 585.

¹³⁶ Isabel Fernández, *Communautes Villageoises Mayas du Yucatán: Organisation de L'asense et fonction économique dans une société coloniale (1517-1650)*. Tesis doctoral. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, París, 1981, p. 221.

¹³⁷ Véase especialmente: Juan Carlos Solórzano, "Costa Rica colonial: una síntesis interpretativa", *Cuadernos Centroamericanos de Ciencias Sociales (Costa Rica colonial: Tres Ensayos)*, No. 11, 1984, p. 24.

Junto a los cultivos tradicionales de la población indígena, los españoles comenzaron a desarrollar la siembra de productos agrícolas europeos. De éstos, el trigo tuvo principal trascendencia. Carlos Meléndez en un trabajo publicado originalmente en 1958 explica la importancia y desarrollo de este producto en el período colonial¹³⁸.

Es muy probable que el trigo fuese introducido originalmente al país por el primer grupo español que ingresó al interior del territorio bajo el mando de Juan de Caballón en 1561. Sin embargo, durante casi dos décadas, el trigo tuvo ínfima importancia:

“En estos años predominó el molino de mano que consistía en un disco movable de piedra superpuesto a otro fijo. El disco movable era puesto a girar sobre un eje, y el grano prensado entre las dos piedras se iba convirtiendo en harina. El movimiento se lograba por acción humana”¹³⁹.

Los “metates” indígenas fueron igualmente empleados para moler el trigo. Este instrumento estaba compuesto de una piedra con una cara lisa y un poco cóncava, sobre la cual se colocaba el grano, moliéndolo con un rodillo de piedra. El metate había sido originalmente fabricado por la población autóctona y empleado en el molino de maíz y otros productos¹⁴⁰.

Fue hasta el año 1577 cuando el gobernador Artieda Chirinos, en carta fechada en Cartago indica que:

“...no andándose a sembrar (los colonos españoles) por no haber molinos en que molerlo; yo estoy haciendo uno que se acabará dentro de un mes, que a sido causa que todos los vecinos se animen a sembrar; será causa de mucho caudal para esta tierra”¹⁴¹.

El historiador Carlos Meléndez considera que este primer molino fue hidráulico, probablemente semejante a los empleados en Europa, en aquellas regiones que por sus características no habían podido adoptar el molino de viento¹⁴². En cuanto a éste último tipo de molino, desconocemos si fue empleado en nuestro país durante estos años. El molino mencionado estaba ubicado en las cercanías de Cartago, con toda posibilidad en el río que corre hacia el oeste de la ciudad, que lleva precisamente el nombre de Río de los Molinos¹⁴³.

Pronto se desarrolló el cultivo del grano. Los españoles emplearon la mano de obra indígena en el desarrollo de las labores de trigo. Hacia 1606 había una importante demanda de trigo tanto en Panamá como en Portobelo. Así, se amplió el área cultivada con este producto y aumentó el número de molinos hidráulicos. Hacia 1630, de

¹³⁸ Carlos Meléndez, “Aspectos sobre la historia del cultivo del trigo durante la época colonial”. Hemos empleado la versión publicada en: Costa Rica: tierra y poblamiento en la colonia. San José, Editorial Costa Rica, 1977, pp. 99-116.

¹³⁹ Ibidem, p. 108.

¹⁴⁰ Alberto Sáenz Maroto Historia agrícola de Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica: Serie Agronomía No. 12, 1970, p. 153.

¹⁴¹ León Fernández, Colección de Documentos para la Historia de Costa Rica. París, Imprenta. Dupont, 1886, Tomo y, p. 86.

¹⁴² Véase: B.H. Slicher van Bath, Historia agrícola de la Europa Occidental Barcelona: Editorial Península, 1974, p. 274.

¹⁴³ Carlos Meléndez, op. cit., p. 109.

acuerdo con el mismo autor, había cinco molinos en Cartago¹⁴⁴, probablemente situados en el mismo Río de los Molinos.

A principios del siglo XVII la demanda de trigo se incrementó en Panamá. En 1622 el Cabildo de Cartago decía en un documento que:

"la provincia tiene grandes cosechas de trigo que se lleva en harinas y biscocho a las dichas ciudades de Panamá y Puertobelo, así para el sustento de ellas como para las grandes armadas de Su Majestad..."¹⁴⁵.

Debido al aumento de la demanda de trigo, en 1629 había ya un molino de trigo hidráulico en el Valle Central Occidental, en tierras del pueblo indígena de Barva. En esta zona algunos colonos españoles habían desarrollado cultivos de trigo empleando en ellos la mano de obra indígena del pueblo de Barva. Pronto se construyeron molinos en otras regiones. De acuerdo con el historiador Carlos Meléndez, en Curridabat, a media legua al oeste del pueblo hay informes de la existencia de un molino en 1658. En 1662 se menciona otro en Salitral del Valle de Aserrí, ubicado en el Río Poás¹⁴⁶. En este año, en Barva había ya tres molinos de trigo. Dice un informe del gobernador Allas Maldonado:

"en distrito de seis leguas, más de ochenta haciendas de labor de trigo y maíz y de ganado mayor de españoles, mestizos y mulatos y tres molinos de moler trigo (subrayado nuestro)"¹⁴⁷.

Es precisamente en la década de 1660 cuando ya comienza a ser evidente la decadencia de la población indígena y el aumento progresivo de un campesinado mestizo. Este campesinado mestizo consume trigo y maíz, sustituyendo al indio, consumidor esencialmente de maíz.

En la segunda mitad del siglo XVIII hay un notable incremento demográfico de la población mestiza habitante de los nuevos centros urbanos de la región occidental del Valle Central: Heredia, San José y Alajuela. En estos años se construyeron nuevos molinos trigueros hidráulicos en las regiones aledañas a estos centros.

El cultivo del trigo y la tecnología a él asociada, se mantuvo durante la primera mitad del siglo XIX y aún hasta la década de 1880. Sin embargo, ya en la década de 1850 el trigo importado de Chile y California, a cambio de la exportación de café, resultaba más barato que el producido en el país. De esta forma se fue abandonando su cultivo, desapareciendo toda una tradición tecnológica y con ella, los molinos hidráulicos¹⁴⁸. El café invadió así las antiguas regiones productoras de trigo.

¹⁴⁴ Loc. cit.

¹⁴⁵ Las "grandes armadas de Su Majestad" eran las flotas de embarcaciones que anualmente llegaban a Portobelo, procedentes de España: los "Galeones para Tierra Firme", y a Panamá procedentes del Perú: la "Armada del Sur", Consúltense sobre este tema: Geoffrey I. Waiker, *Política española y comercio colonial: 1700-1759*. Barcelona: Editorial Ariel, 1979 y el estudio clásico de Clarence H. Haring, *Comercio y navegación entre España y las Indias, México*, fondo de Cultura Económica, 1979 (la reimpresión). La cita en cuestión fue tomada de Meléndez, *Op. cit.*, p. 109.

¹⁴⁶ Meléndez, *Ibidem.*, pp. 109-110.

¹⁴⁷ Transcrito por Meléndez, *Loc. cit.*

¹⁴⁸ *Ibidem*, pp. 111-115.

Las técnicas en los productos agrícolas de carácter esencialmente comercial: cacao, tabaco y azúcar.

A. El cacao

Originalmente el cacao fue obtenido de la población indígena. Los indios de Nicoya primeramente y luego los de Quepos fueron obligados a tributar cacao. No obstante, el cacao de procedencia indígena desapareció junto con la población nativa.

Hacia mediados del siglo XVII la población indígena de Costa Rica se encuentra en franca decadencia¹⁴⁹. Ya no es posible obtener de ella la misma cantidad de productos. Por otro lado, tanto Portobelo como Panamá ya no requieren las mismas provisiones que anteriormente, pues el comercio transístmico se encuentra interrumpido en estos años. Las nuevas circunstancias llevan al grupo español de Cartago a establecer plantaciones de cacao en el Valle de Matina. Para ello emplean la mano de obra indígena. Ya en 1665 el gobernador López de la Flor obliga a los indios Votos y de las regiones aledañas al Río Sarapiquí a trasladarse hacia Aturo, para que hagan las fincas de cacao de la élite española de la ciudad de Cartago¹⁵⁰.

Sáenz Maroto considera que el cacao propiamente indígena es de la variedad criolla o autóctona; se trata de un tipo de cacao de origen mexicano distinto de otros que se trajeron del área Caribeña, como el cacao "forastero" de Santo Domingo, Venezuela, Colombia, Puerto Rico, Jamaica y Cuba¹⁵¹. Carlos Rosés piensa que las técnicas de cultivo en Matina fueron muy semejantes a las empleadas en la Guayana Francesa hacia la misma época¹⁵². En lo que respecta a las técnicas de producción, este autor considera que en ausencia de descripciones detalladas, debemos contentarnos con datos aislados. En su estudio, Rosés recurre a la complementación de estos datos con las descripciones existentes de los sistemas de cultivo de cacao utilizados en otras regiones del Caribe durante la época colonial¹⁵³.

El cacao era plantado en almácigo. Cuando la planta tenía de seis a diez meses era transplantada a los terrenos de cultivo. Entre cada planta de cacao se dejaba una distancia de ocho pies aproximadamente. Las haciendas de cacao eran sembradas con plátanos y bananos que servían para proteger las plantas de los vientos. El cacao requería de poco mantenimiento: podas periódicas, limpieza de las malas hierbas, especialmente el "matapalo". En Matina se obtenían dos cosechas anuales: una en junio y otra en diciembre (de San Juan y Navidad, decían en la época). De las plantas, las almendras eran bajadas utilizando una "almarada", nombre que se daba a una especie de puñal agudo colocado en el extremo superior de una vara. En las haciendas había también otro tipo de instrumentos metálicos: hachas, machetes, cuchillos, piedras de moler cacao, agujas para coser cueros, etc.¹⁵⁴.

Una vez bajadas las almendras, se procedía a abrirlas para extraer los granos, los cuales eran puestos a fermentar y luego secados al sol. El secado se realizaba poniendo el cacao sobre cueros de vaca. Las haciendas cacaoteras tenían así de seis a

¹⁴⁹ Juan Carlos Solórzano, op. cit., pp. 25-27.

¹⁵⁰ A. Sáenz Maroto, op. cit., p. 86.

¹⁵¹ *Ibidem.* p. 83.

¹⁵² Carlos Rosés, *El cacao en la economía colonial de Costa Rica*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica. Escuela de Historia y Geografía, 1976, p. 37.

¹⁵³ *Loc. cía.*

¹⁵⁴ *Ibidem.*, p. 38.

doce cueros empleados para el secado. Este secado al sol era de suma importancia pues de él dependían en gran parte el sabor y el aroma. Una vez secados los granos, se procedía al "enzurronado", es decir, el embalaje de los granos en zurrone de cuero. Estos zurrone eran colocados en mulas para ser transportados hacia el interior del país. No obstante, la mayor parte del cacao era negociado con ingleses de Jamaica y mosquitos de la costa caribeña de Nicaragua, que a su vez lo comerciaban con los ingleses.

Las plantaciones cacaoteras se mantuvieron a lo largo de todo el siglo XVIII. Sin embargo, ya desde principios de este mismo siglo los plantadores abandonaron la explotación directa de las haciendas de cacao y pasaron a arrendarlas a otros grupos sociales, especialmente mulatos y ladinos. Así, el trabajo esclavo de los indios en las haciendas, característico de la segunda mitad del siglo XVII fue sustituido por la aparcería en el siglo XVIII¹⁵⁵. Es en la década de 1790 cuando decae ya en forma definitiva el cultivo del cacao en la región de Matina¹⁵⁶. Otro producto agrícola sustituye definitivamente al cacao como producto de cambio en las transacciones con el exterior: el tabaco.

B. El tabaco

El tabaco es una planta conocida en nuestro país desde tiempos prehispánicos. Sin embargo, su ubicación original se encuentra en la península de Nicoya donde fue observada por el cronista González Fernández de Oviedo, en 1529, quien dice:

"porque esta hierva es un tallo o pimpollo como de cuatro a cinco palmas o menos de alto, y con unas hojas anchas e gruesas, é blandas, é vellosas, y el verdor tira algo a la color de las hojas de la lengua de buey ó blugosa que llaman los hervolarios é médicos..."

"...trajo el mismo cacique un manajo de tabacos que son de tamaño de un jeme é delgados como un dedo, é son de una cierta hojas arrolladas é atadas con dos é tres hilos de cabuya delgadas, la cual hoja é planta de ellos crían con mucha diligencia para el efecto de estos tabacos, y encendianlos por el un cabo poca cosa, y entre si va quemando (como un pibete) hasta que se acaba de quemar, en lo cual dura un día, é de cuando en cuando metíanla en la boca por la parte contraria por donde arde, é chupan para adentro en poco espacio aquel humo por la boca é las narices" (...) En cada una de estos indios que he dicho tenía una de estas hojas revolladas, a la cual ellos llaman "capoquete" y en lengua de la isla de Haití o Española se dice tabaco"¹⁵⁷.

Desconocemos si el tabaco fue cultivado en el Valle Central durante la época prehispánica. En todo caso el desarrollo de su cultivo en esta región parece haber sido obra de los criollos españoles, empleando los trabajos forzados de la población indígena.

Hay diversa información relativa a la explotación de la fuerza de trabajo indígena en la siembra de tabacales, especialmente en la década de 1670. Hacia 1689 se menciona ya la exportación de tabaco con destino a Panamá¹⁵⁸. Parece existir una

¹⁵⁵ Carlos Meléndez, "Formas en la tenencia de la tierra durante el régimen colonial". Costa Rica, tierra y poblamiento en la colonia, Op. cía., p. 83.

¹⁵⁶ Carlos Rosés, op. oit., p. 77.

¹⁵⁷ Transcrito por Sáenz Maroto, op. cit., pp. 107- 108.

¹⁵⁸ Información de Sáenz Maroto, ibident, p. 109.

relación entre la decadencia de la población indígena en estos años y el intento de los criollos españoles por desarrollar nuevas producciones agrícolas que fuesen capaces de sustituir los abastos de trigo y otros productos que antiguamente se enviaban del Valle Central hacia Panamá y Portobelo y que ahora declinaban. En todo caso, un desarrollo incipiente del cultivo del tabaco en el Valle Central ocurrió al tiempo que se iniciaba la producción de cacao en el Valle de Matina. La expansión de este cultivo continuó a lo largo de todo el siglo XVIII. Su desarrollo está estrechamente ligado al nacimiento de nuevos centros urbanos en la región occidental del Valle Central: Heredia, San José y Alajuela. Además, el desarrollo del tabaco parece haber predominado en pequeñas explotaciones agrícolas de campesinos ladinos. En la segunda mitad del siglo XVIII el producto adquiere gran importancia y se convierte en el principal medio de intercambio comercial con el exterior.

Las técnicas de la producción del tabaco durante el siglo XVIII han sido bien estudiadas por el historiador Víctor Hugo Acuña¹⁵⁹: Las condiciones necesarias para el cultivo de este producto se encuentran presentes en los distintos valles de la región central del país: temperaturas de entre 12 y 25 grados centígrados, régimen moderado de precipitación pluvial; permanente humedad atmosférica y suelos arenosos y arcillosos abundantes en humus.

En la elaboración del tabaco es necesario distinguir tres etapas: a) las tareas de la siembra, cuidado y recolección; b) el beneficio o preparación y, c) el almacenamiento, transporte y venta del producto.

La preparación de los almácigos constituía la primera tarea; la labor se llevaba a cabo en los meses de junio y agosto. Al mismo tiempo, se desmontaba el terreno donde se realizaría el trasplante de los vástagos. Se utilizaba el fuego (las "quemadas") y luego se procedía a limpiar el sitio, para finalmente ararlo, dejándolo preparado para la siembra de los vástagos. El trasplante se efectuaba durante los meses de septiembre a octubre. El cultivo obligaba a una continua rotación de los terrenos, ya que el tabaco esteriliza con bastante rapidez los suelos.

A partir de 1766 la siembra del producto quedó bajo el control de la administración colonial. Aún las técnicas de producción llegaron a ser fijadas por la "Factoría de Tabacos", el organismo creado ese año con el fin de controlar la producción. En 1795 fue dispuesto que:

"las matas han de plantarse una vara de distancia de una a otra, dejando cinco cuartas para las melgas (surcos) cuya práctica, es la mejor para que se críen robustas y rindan más y mejor fruto..."¹⁶⁰.

El tabaco requiere de mucha atención. Los sembradíos necesitan hasta cuatro deshieras con el objeto de mantener limpio el contorno de la mata. También se volteaba la tierra amontonándola al pie de la planta. Finalmente, es necesario eliminar los gusanos destructores de las hojas.

Las plantas eran podadas a cierta altura, con el objeto de impedir su crecimiento, pues altas producen hojas pequeñas y delgadas. Por el contrario, la planta de baja altura garantiza hojas fuertes y gruesas. También eran eliminadas las hojas de

¹⁵⁹ Víctor Hugo Acuña, "Historia económica del tabaco. Época colonial". Anuario de Estudios Centroamericanos, No. 4(1978), pp. 316-320.

¹⁶⁰ Información transcrita por *ibidem.*, p. 317.

la parte baja de la planta y todas aquellas que no mostrasen buena apariencia. Finalmente, había que eliminar los vástagos o retoños. Todos estos cuidados estaban orientados a lograr una producción de hojas de buen peso y textura. La Factoría de Tabacos supuestamente debía aceptar sólo tabaco de buena calidad. Así lo advertía en 1795 el director de la Renta de Tabacos al Factor de Tabacos en Costa Rica:

“los cosecheros deberán cortar las hojas inútiles de las matas pues solamente se les han de recibir las de primera y segunda calidad, con la separación debida; se les quemarán las hojas de bajero o retoño que quieran introducir”¹⁶¹.

La cosecha se realizaba hacia el mes de marzo. Se procedía cortando hoja por hoja y no toda la planta. El beneficio tenía dos fases. En primer lugar el secamiento de las hojas: las cuadrillas de trabajadores formaban una galera o ramada en el centro de la siembra para proteger los tendales donde se colocaban las sartas de tabaco. Luego se secaban al sol y al viento. Una vez secado el tabaco, se retiraba de los tendales y con varias sartas se procedía a elaborar los “cabeceados” o cabezas de los cigarros, puestos a fermentar en las prensas o trojes. Los cabeceados eran los envoltorios donde se encerraba el tabaco herméticamente, prensándolos posteriormente mediante la colocación de objetos pesados encima. Así el tabaco se fermentaba. Después de cierto tiempo se abrían los trojes, dándose vuelta a los cabeceados de manera que los del centro pasasen afuera, con el fin de que el tabaco se fermentara por igual. Luego los cabeceados eran sacados de las prensas y nuevamente puesto a secar. Finalmente se escogía el tabaco según las calidades y se enviaba a la Factoría para su acondicionamiento final¹⁶².

El acondicionamiento final se componía de tres tareas sucesivas: la confección de manojos, el en fardaje en petacas de cuero y, por último, las petacas puestas al sol para eliminar la humedad que averiaba el tabaco. Las petacas eran exportadas hacia Panamá y Nicaragua. Otras eran distribuidas al interior del país.

La Factoría de Tabacos también produjo puros entre 1784 y 1788. En realidad, la Factoría compraba los puros a los cosecheros, cuyas mujeres se encargaban de confeccionarlos con ayuda de otros miembros de la familia y, gr., los hijos, los sobrinos, etc. Sin embargo, la actividad fue abandonada pues la Factoría acumuló existencias que no pudo vender debido a la poca aceptación de los cigarros.

El tabaco y el cacao permitieron la continuación y ampliación de las relaciones comerciales entre el Valle Central y el exterior durante el siglo XVIII. No obstante, el tabaco tuvo mayor importancia, ya que su actividad se desarrolló conjuntamente con un proceso colonizador y de crecimiento demográfico de la población campesina en el interior del país.

C. El azúcar

En lo que respecta al azúcar debemos dejar establecidas dos consideraciones: en primer lugar, para su análisis carecemos de un trabajo semejante a los ya realizados para los productos agrícolas que hemos examinado. En segundo, debemos reconocer que el azúcar no tuvo la importancia de los productos anteriores.

¹⁶¹ Ibidem., pp. 386-387.

¹⁶² Hemos seguido casi al pie de la letra la descripción de estas técnicas tal como las presenta Víctor Hugo Acuña, ibidem, pp. 317-318.

Es en el transcurso del siglo XVIII cuando se generaliza este producto, sustituyendo probablemente las bebidas alcohólicas de origen indígena, fabricadas a base del maíz como la "chicha". El aguardiente y la "panela" de azúcar ocupan un lugar importante en la dieta alimenticia del campesinado ladino, en crecimiento constante a lo largo de este siglo. Estos productos, obtenidos de la caña dieron lugar a transacciones comerciales tanto internamente como con Nicaragua¹⁶³.

Desconocemos cuando fue introducido el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país. De acuerdo con Sáenz Maroto, ya en 1577 se extraía el caldo de la caña de azúcar mediante el aplastamiento de las cañas con "muelas" de piedra rústica¹⁶⁴. No obstante, esta información no nos parece fidedigna. Es cierto que en la década de 1570 la caña de azúcar, traída probablemente por Colón de las islas Canarias, se había propagado con rapidez en las Antillas y diversas regiones del continente. Por tal razón, en las capitulaciones otorgadas al Gobernador de Costa Rica en 1573 se le da licencia para entregar tierra a perpetuidad a los colonos españoles a la vez que se prohíbe la ejecución de esclavos, herramientas y pertrechos a los dueños de ingenios de azúcar¹⁶⁵. Esta disposición legal no implica la existencia de ingenios azucareros en Costa Rica en estos años, pero pone en evidencia la generalización del cultivo de la caña de azúcar en Hispanoamérica en la segunda mitad del siglo XVI.

En 1632, en un informe sobre el estado de la provincia de Costa Rica, se indica la inexistencia de trapiches de azúcar. Sólo un testigo declara que hay un trapiche, pero: "tan tenue y de tan poco fundamento que no sirve más de entretenimiento"¹⁶⁶.

Ya en 1689 se menciona la exportación de azúcar por el puerto de La Caldera¹⁶⁷. Pero, tal como señalamos anteriormente, la expansión del cultivo ocurre en el transcurso del siglo XVIII. En 1741 el Gobernador de Costa Rica afirma que en las jurisdicciones de Aserri, Barva y Santa Ana hay 159 haciendas de trapiche. Muy numerosas comparadas con las escasas 3 haciendas de trapiche existentes en Cartago y las 4 del Valle de Ujarrás. En los trapiches, cada ocho o diez días se fabricaba, con alguna abundancia de azúcar y en los demás (días) para el gasto de sus dueños¹⁶⁸.

En 1764 había más de 100 trapiches en la jurisdicción del valle de Barva, en cuyo territorio se erigió la villa de Heredia. Parte de la producción de dulce y azúcar se comerciaba con Nicoya y Nicaragua¹⁶⁹. Catorce años más tarde el cultivo se ha extendido a la región de la Lajuela, que daría origen a la ciudad de Alajuela en años posteriores.

En lo que respecta a las técnicas de producción, disponemos de escasos datos. La caña de azúcar era procesada en "trapiches" de madera, muy simples y accionados con fuerza animal o humana.

¹⁶³ A. Sáenz Maroto, Op. cit., p. 170.

¹⁶⁴ *Ibidem.*, p. 168.

¹⁶⁵ Manuel María Peralta, op. cit., p. 506.

¹⁶⁶ "Información hecha a pedimento del Procurador Síndico de Cartago sobre que la Provincia de Costa Rica no ha pagado nunca Alcabala". León Fernández, Op. cit, Barcelona, Imprenta Viuda de Luis Tasso, 1907, Tomo VIII, p. 204.

¹⁶⁷ León Fernández, Historia de Costa Rica durante la dominación española, 1502-1821. San José, Editorial Costa Rica, 1975 (2a edición), p. 135.

¹⁶⁸ "Relación de la Provincia de Costa Rica por Su Gobernador Don Juan Gemmlr y Lleonart", León Fernán. dei. Colección de Documentos... op. cit., Tomo IX, pp. 372-373.

¹⁶⁹ León Fernández, Historia de Costa Rica... op. cit., pp. 188-189.

No poseemos ninguna descripción relativa a la fabricación del dulce de caña de azúcar en la época colonial. Por tal razón hemos recurrido a la descripción de un trapiche tradicional hecha en el año de 1942. Las técnicas empleadas son tan rudimentarias que probablemente guarden relación con las utilizadas desde los siglos coloniales. El trapiche se encontraba en Tucurrique y fue descrito por Juan Bautista Castillo en 1942 como parte del estudio realizado para su graduación en la Escuela Nacional de Agricultura. Resumiremos a continuación los pasos principales en el proceso de fabricación de la panela¹⁷⁰.

Primero debía traerse la caña hasta el trapiche, tarea realizada con mulas o carretas. Generalmente el acarreo de la caña se hacía la víspera de la molida. Esta empezaba en la madrugada, empleando el trapiche, compuesto por tres mazos colocados verticalmente y accionados con bueyes. El caldo o zumo extraído de la caña se recogía en recipientes y luego trasladado a las pailas, la cual era calentada con un horno. El jugo se vertía en la paila. Mientras, los recipientes iban siendo llenados conforme continuaba la molienda.

Para limpiar las impurezas se empleaba mozote preparado de la siguiente forma: el día anterior a la molienda se machacaban los tallos delgados de la planta dejándolos en agua durante la noche. Al día siguiente, en el agua se formaba una baba espesa, de naturaleza coloidal, la cual era mezclada con el caldo en las pailas, haciendo subir las impurezas a la superficie. Estas eran recogidas por medio de "pascones". Estas impurezas recibían el nombre de "cachaza", empleadas en la alimentación de los cerdos.

En la paila el dulce alcanzaba su punto; tomando una pequeña cantidad de miel e introduciéndola en el agua, ésta se convertía en caramelo, éste era el "punto".

A la miel se le agregaba manteca o sebo en pequeñas cantidades. Finalmente, la miel se vertía en las "canoas", cajones de madera en forma trapezoidal, donde se procedía a "sobar" la miel, es decir, batirla con una paleta grande de madera. De la canoa se pasaba la miel a los moldes, en donde un ayudante la emparejaba con ayuda de pequeñas paletas. Al enfriarse los moldes, quedaban formadas las "tapas de dulce". Los moldes eran entonces rociados con agua para facilitar el enfriamiento rápido así como la sacada de las tapas.

Una vez que el dulce había enfriado lo suficiente, se mojaba por encima, volcándose los moldes sobre una cama de bagazo. Las tapas de dulce eran luego envueltas con hojas de caña seca y amarrada con tiras delgadas de cabuya. Preparado de esta forma, el producto estaba listo para el consumo.

Toda la anterior jornada era media tarea, la otra seguía el mismo proceso.

El estudio de la fabricación de "tapas de dulce" nos obliga a reflexionar sobre las pailas empleadas en los numerosos trapiches establecidos en los valles de Aserrí, Barva y Santa Ana durante la segunda mitad del siglo XVIII. Hoy día sabemos que en los trapiches tradicionales, éstas eran metálicas. ¿Qué sabemos entonces de los trapiches del siglo XVIII? Patricia Alvarenga en un trabajo de investigación en curso ha encontrado que las pailas eran de cobre y recibían el nombre de "perules". ¿Eran éstas

¹⁷⁰ Juan Baitista Castillo, "Informe Finca situada en el Distrito de Tucurrique, Cartago - abrII 1942", fa- bajos sobre la caña de azúcar. Mecanografiado 5. 1., s.f. Biblioteca de la Universidad de Costa Rica.

importadas o fabricadas aquí? No lo sabemos, en todo caso en nuestro país había fragua para el trabajo del metal. Así, por ejemplo, en 1726 se importó desde la colonia inglesa establecida en Punta Gorda, en la costa Atlántica de Nicaragua, una fragua con todos sus aperos: yunque, fuelle, tenazas, cinceles y martillos¹⁷¹. Creemos sería de gran interés una investigación más pormenorizada mediante el estudio de otras fuentes¹⁷².

El desarrollo del trapiche continuó junto al proceso de colonización de nuevas regiones por parte del campesinado, en constante crecimiento durante los siglos XVIII y XIX. Los trapiches continuaron su existencia hasta nuestro siglo, siendo sustituidos recientemente, debido al incremento de los ingenios azucareros.

Conclusiones

Hemos analizado brevemente las técnicas aplicadas a los productos agrícolas que necesitaban de un proceso antes de su utilización por parte de los consumidores. No hay duda que el estudio de las técnicas empleadas en la producción agrícola requiere de análisis más profundos. Nuestro trabajo buscaba únicamente ordenar conocimientos obtenidos principalmente de estudios realizados por otros autores, con el fin de estimular el desarrollo de investigaciones en este campo aún poco explorado de nuestro pasado colonial.

Luis Diego Morales

HISTORIA DE LA SISMOLOGIA EN COSTA RICA

Summary: *The development of Seismology in Costa Rica has been divided in five periods: I. 1575—1851. Notes about earthquakes in the colonial period and about the destruction of Cartago (1841). II. 1852—1887. Systematic observations without instrumentation get started with monthly detail and annual reports that developed in an elementary bulletin. III. 1888—1920. Observations began, with local construction of seismoscopes. Improvement of the bulletin and the reports. A center for studies and a seismoscopes network established. IV. 1921—1922. Decline of seismological studies. V. 1973—1985*

¹⁷¹ Juan Carlos Solórzano, Comercio exterior de la Provincia de Costa Rica (1690-1760). Tesis de licenciatura. Escuela de Historia y Geografía. Universidad de Costa Rica, 1977, p. 144.

¹⁷² Así por ejemplo, el estudio de las mortuales coloniales, donde se mencionan los diversos bienes poseídos por los testadores, trabajo que realiza actualmente la investigadora Patricia Alvarenga para la región de Heredia entre 1780 y 1850, Por otro lado, es probable que en un futuro la arqueología colonial pueda suministrar mayor información, pues actualmente se encuentra poco desarrollada.

Rebirth of seismological studies: human resources formation, installation of a seismographic network, Seismic code, teaching and research.

Resumen: *El desarrollo de la sismología en Costa Rica ha sido dividido en cinco períodos:*

1. 1575—1851. Notas sobre temblores, daños y la destrucción de Cartago (1841). II. 1852—1887 Observaciones sistemáticas sin instrumentos, con detalle mensual y reporte anual. "Boletín sismo- lógico" desde 1878. II. 1 888—1920. Observaciones sismográficas y construcción local de sismoscopio. Boletines e informes más técnicos. Un "Centro de Estudios Sismológicos" y una red de sismoscopios. IV. 1 921—1972. Ocaso de los estudios sismológicos. V 1973—1985. Resurgir de los estudios sismológicos, formación de especialistas, instalación de redes, código sísmico, docencia e investigación.

Introducción

Las condiciones geológicas de Centro América son el resultado del desarrollo de una serie de procesos geofísicos responsables de los temblores y las erupciones volcánicas que han afectado esta región desde su más remoto pasado geológico, hace aproximadamente 70 millones de años¹⁷³. Por lo tanto, nuestro país siempre ha estado expuesto a los fenómenos sísmicos y es probable que así continúe por muchos millones de años más durante su evolución geológica.

Con el poblamiento de nuestro territorio surge la posibilidad de tener datos o referencias sismo- lógicas, pero en los documentos conocidos de historia precolombina no aparecen referencias al respecto. Lo mismo ocurrió durante la etapa de los descubrimientos y de la conquista (1500— 1575)¹⁷⁴.

Con el asiento definitivo de la ciudad de Cartago en 1575 y la concesión de los títulos de propiedad de la tierra (y en particular entre 1574 y 1584) por el gobernador, capitán Diego de Artieda Chirinos¹⁷⁵, se pone en movimiento un proyecto colonizador del cual surgiría la sociedad agraria costarricense y el poblamiento del Valle Central. Sin embargo, el desarrollo demográfico y económico durante la colonia (1575—1821) fue muy lento y pobre.

Para tratar de comprender y seguir el desarrollo de las actividades sismológicas en nuestro país lo haremos por períodos o etapas que nos permitan llevar un orden cronológico, como se explica a continuación:

I. 1575—1851:

Primeros reportes y descripciones sobre terremotos y temblores fuertes que ocasionaron daños.

¹⁷³ Hartmut Seyfried, Peter Sprechmann. Acerca de la formación del puente-istmo centroamericano meridional, con énfasis en el desarrollo acaecido desde el campaniense al eoceno. *Revista Geológica de América Central* 2: (San José, 1985); 63-87.

¹⁷⁴ León Fernández. *Historia de Costa Rica*. (2da. edición. San José; Editorial Costa Rica, 1975). p. 18-68.

¹⁷⁵ Carlos Meléndez. *Costa Rica: tierra y poblamiento en la colonia*. (2a. Edición. San José: Editorial Costa Rica, 1978), p. 34-52.

II: 1852–1887:

Primeras observaciones sistemáticas de temblores, con anotación anual y detalle mensual, sin instrumentos.

III. 1888–1920:

Observaciones instrumentales, boletines, publicaciones, período floreciente de la sismología en nuestro país.

IV. 1921–1972:

Pérdida de impulso, equipos muy viejos, desorganización, discontinuidad en las observaciones sismológicas, nuevos equipos y falta de especialistas.

V. 1973–hasta el presente:

Nuevo auge de la sismología, redes de estaciones sismográficas, docencia e investigación.

Etapas 1: 1575–1851 (276 años):

Esta etapa abarca todo el período colonial y algunos años después de la independencia. Comprende los primeros reportes y descripciones sobre temblores fuertes y terremotos que ocasionaron daños o temblores que, por un motivo u otro, fueron consignados en documentos públicos. Aquellos temblores que no producían daños o eran de poca intensidad apenas serían recordados por un corto tiempo o del todo olvidados; aunque algunos, a pesar de su intensidad, no se anotaron, porque no se presentó la oportunidad de hacerlo, o bien no se les dio mayor importancia.

En un trabajo que recopila la información sobre temblores y erupciones volcánicas en Centroamérica, y con base en su propia experiencia en El Salvador, Montessus de Ballore¹⁷⁶, presentó los fenómenos sísmicos y volcánicos que ocurrieron en esta región, poco antes de iniciarse la conquista (1520), hasta 1884. Sin embargo, es sorprendente que en dos siglos, (desde 1520 hasta 1722) no se anote o describa ningún suceso en Costa Rica; mientras que, durante este lapso, se produjeron ruinas y daños notables en las ciudades de Guatemala (1541, Santiago de Guatemala; 1586, 1607, 1651 y 1717 Antigua Guatemala); en San Salvador, (1575, 1593 ó 1594, 1659, 1707 y 1719) y León de Nicaragua, (1528, 1609, 1651 y 1663).

Es probable que por haber sido la provincia de Costa Rica, la más pobre y despoblada y con la ausencia de vías de comunicación y alejada del Reino de Guatemala, cualquier suceso pasara inadvertido o bien, que no hubiera ningún fenómeno sísmico o volcánico notable antes de 1722, período consignado por Monseñor Thiel¹⁷⁷ como el de los tiempos más oscuros y desconocidos de la historia de Costa Rica, esto es, desde el descubrimiento (1502, y conquista, hasta el final del siglo XVII (1700).

¹⁷⁶ Ferdinand de Montessus de Ballore. Temblores y erupciones volcánicas en Centro América. (1a. Edición. San Salvador; Imprenta del doctor Francisco Sagrini, 1884), 246 pp.

¹⁷⁷ Bernardo A. Thiel y otros. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. (1a. Edición. San José: Editorial Costa Rica, 1977). p. 67.

Acerca de los vecinos y el estado de las construcciones, dice la historia¹⁷⁸ que la pobreza de Costa Rica en 1604 era todavía tan grande, que las casas del cabildo de esta ciudad (Cartago) son cubiertas de paja y una cerca (pared) de barro muy débil. Y en queja de Gaspar de Chinchilla, procurador síndico de Cartago, contra el Gobernador Ocón y Trillo el 29 de febrero de 1608 consta que:

“Ni se cogen ni siembran ningunos mantenimientos y así están todos los vecinos pobres, miserables, y es de manera que los pobres vecinos de esta ciudad viven en unas casas viejas, sin cercas (paredes) y las cubijas (techos) de paja, y tales que con cualquier rocío se mojan todos; y los que se mueren no tienen iglesias en que los enterrar por estar todas rotas y desechadas”.

En Real cédula de 10 de noviembre de 1626 se dice que en la provincia de Costa Rica no había más de 50 vecinos, todos pobres por no tener comercio ni contrataciones, y no había frutos ni hacienda suficiente...¹⁷⁹.

La primera vez que aparece en los documentos de historia patria una referencia a los temblores es en la gobernación de Gregorio de Sandoval¹⁸⁰, y se cuenta de él que: construyó iglesias en los pueblos de indios e “hizo reparar las de Cartago, que estaban dañadas a causa de temblores”, y reedificó las casas de Cabildo, Según Cleto González¹⁸¹ estos trabajos se hicieron entre 1638 y 1640.

¿Cuándo ocurrieron los temblores que dañaron las iglesias de Cartago? No aparece fecha precisa, ni es posible determinarla exactamente por falta de datos, tal y como dice Cleto González¹⁸².

Basados en los procesos geológicos y geofísicos actuales, debemos considerar con todo fundamento científico que, desde la formación de nuestro territorio, el país ha sido afectado por los fenómenos sísmicos y de que si no hay reportes de ellos, podría ser por las siguientes razones: lo deshabitado del país y la poca concentración de la población, construcciones pequeñas o ligeras, ausencia de infraestructura para el desarrollo; de modo tal que, incluso un temblor fuerte no tendría tanta trascendencia por cuanto casi ni habría personas a las cuales asustar, ni casas o iglesias u obras civiles importantes que dañar, ni patrimonio que cuidar. Sin embargo, es probable que no hubiese ocurrido un temblor de gran intensidad, aunque sí temblara; de modo tal que si hubiera ocurrido un terremoto, los gobernadores y otros funcionarios lo habrían consignado en sus informes, cartas o algún otro documento de la época; o bien, habría formado parte de las tradiciones históricas.

La segunda ocasión en que aparece una referencia escrita sobre los temblores en nuestro país es en los protocolos de Cartago de 1678¹⁸³, en donde consta que doña Inés de Chúves vende unas casas sitas en dicha ciudad, que no puede mantener por “Haberse deteriorado por causa de los temblores que hubo por el año pasado de 78”.

¹⁷⁸ León Fernández. Op. cit., p. 79.

¹⁷⁹ Ibid. p. 91.

¹⁸⁰ Ibid. p. 98.

¹⁸¹ Cleto González Víquez. Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1608—1910. (1a. Edición: San José: Tipografía de Avelino Alsina, 1910), p. 1.

¹⁸² Ibid. p. 1.

¹⁸³ Ibid. p. 2.

El 15 de marzo de 1719 el gobernador don Diego de la Haya dirige al Rey un interesantísimo informe a cerca de la provincia¹⁸⁴ en el cual se lee que: Y por tiempo nacen y proceden de este volcán (Irazú) diferentes temblores que han arruinado y maltratado sus templos y casas.

Tenemos aquí no sólo una tercera referencia a los temblores y los daños causados, sino, lo que es más importante aún, una referencia a la causa u origen de los temblores: el volcán, afirmación no siempre cierta.

El día martes 16 de febrero de 1723 se inicia un período de gran actividad del volcán Irazú, con erupciones de cenizas y escorias, y frecuentes temblores. El informe de Diego de la Haya sobre estos sucesos, contiene detalles de interés científico e histórico¹⁸⁵.

Con Diego de la Haya se inician en nuestro país las primeras observaciones sismológicas y vulcanológicas, con descripciones referentes al origen, al número y características de los temblores sentidos y de los efectos producidos, así como sobre el comportamiento de los pobladores y los falsos rumores sobre la destrucción de la ciudad, con una referencia a San Gregorio Obispo, patrón de la ciudad, por temblores.

El miércoles 14 de julio de 1756 (día de San Buenaventura) entre las 2 y 3 de la tarde, ocurre un fuerte temblor de tierra que duraría como cuatro minutos y al cual siguieron varias réplicas¹⁸⁶. Es este uno de los pocos temblores ocurridos en Costa Rica durante el siglo XVIII, del que guardan recuerdo nuestras crónicas¹⁸⁷ y del cual se conserva un acta.

En noviembre de 1781, la Audiencia autorizó la reedificación de la iglesia parroquial de Cartago que se hallaba arruinada por temblores de tierra¹⁸⁸. Sin embargo, no se dice o sugiere cuándo ocurrieron.

Debido al fuerte temblor del día 10 de abril de 1821 entre 3 y 4 de la tarde, el Cabildo, con asistencia del gobernador Cañas, señaló el 2 de mayo para reconocer la parroquia. Citó, entre otros, a maestros albañiles y carpinteros para el reconocimiento¹⁸⁹. Es esta la primera referencia que tenemos sobre una comisión de especialistas nombrada para reconocer y evaluar los daños producidos por temblores en una estructura determinada.

En 1822 con el violento temblor ocurrido entre 1:30 y 2 a.m. del día 7 de mayo (día de San Estanislao) se lee en Cleto González¹⁹⁰ que los documentos de la época y las actas municipales de Cartago y San José tienen una descripción de los daños, lugares afectados y del comportamiento de la población.

La primera destrucción de la ciudad de Cartago ocurrió el 2 de septiembre de 1841, a las 6:30 horas, con el llamado terremoto de San Antolín.

¹⁸⁴ León Fernández. Op. cit., p. 153.

¹⁸⁵ Ibid. p. 156-161.

¹⁸⁶ Cleto González. Op. cit., p. 10.

¹⁸⁷ León Fernández. Op. cit., p. 187.

¹⁸⁸ Ibid. p. 199.

¹⁸⁹ Cleto González. Op. cit., p. 17.

¹⁹⁰ Ibid. p. 199.

Sufrieron daños considerables Tres Ríos y Curridabat, San Pedro y en menor grado San José. Es relevante el informe que el 4 de octubre de 1841 dirigió el gobernador de Cartago Telésforo Peralta al Jefe de Estado, describiendo el fenómeno y los daños causados, responsabilizando al Irazú de tal desgracia¹⁹¹.

La destrucción producida por el terremoto, 4025 casas inutilizadas en total, llevaron al Jefe de Estado, Braulio Carrillo a tomar una serie de medidas en cuanto a construcción, por lo que puede ser considerado como el primero en presentar un código sísmico¹⁹².

El 23 de octubre de 1841, aprobó unas instrucciones sobre construcción que tenían como fin que se edificase con firmeza. En el prólogo dice: En un país rodeado de volcanes, "donde con frecuencia se repiten los temblores de tierra", es preciso poner al mayor esmero en la construcción de edificios, para no encontrarse familias enteras repentinamente sepultadas bajo sus ruinas¹⁹³.

El procurador de Cartago, Francisco de Paula Gutiérrez, llevó nota, de la actividad sísmica, en donde consta que desde el día del terremoto (septiembre 2 de 1841) continuó temblando por espacio de un año, 8 meses y 27 días, o sea hasta el 19 de mayo de 1843¹⁹⁴. La diferencia anotada fue que en los últimos meses se sucedían con mayores intervalos, y eran de menor intensidad, excepto uno que hubo el día 21 de marzo de 1824 que fue bastante fuerte y ocasioné algunos daños en Alajuelita y otras poblaciones de San José.

Un fuerte temblor sacudió al Valle Central el 28 de marzo de 1851 a las 7:15 a.m. afectando a San José, Heredia y sobre todo a Alajuela. En la Gaceta No. 126 de 26 de abril, 1851¹⁹⁵ se publica un corto informe con la descripción de ese fenómeno y los daños causados, agregando que aún no se sabe cuál volcán causó el terremoto.

Se observan en esta primera etapa descripciones cualitativas de los efectos y daños causados por los temblores fuertes, la falta de observaciones sistemáticas y una marcada tendencia a buscar en los volcanes la causa u origen de los temblores. A escala mundial el desarrollo de la sismología era también incipiente y lo más relevante eran las observaciones sistemáticas que desde hacía muchos años venían haciendo chinos y japoneses.

Etapa II: 1852—1887

Se caracteriza este período por tener registros más detallados sobre el número de temblores en cada año, con una enumeración más regular de los temblores sentidos, basados en observaciones personales aunque sin instrumentos.

La inmigración alemana de 1848 va a contribuir notablemente con el desenvolvimiento científico de Costa Rica¹⁹⁶, y en lo que a la sismología respecta, merecen destacarse los nombres de Francisco Kurtze y Fernando Streber. Otros dos

¹⁹¹Ibid. p. 22.

¹⁹²Jorge A. Gutiérrez. Earthquake Engineering activities in Costa Rica: A review. Earthquake Information Bulletin, V. 14. (January-February, 1982), 26-29.

¹⁹³Cleto González. Op. cit., p. 26.

¹⁹⁴Ibid. p. 27.

¹⁹⁵Ibid. p. 28.

¹⁹⁶Luis Felipe González. Historia de la influencia extranjera en el desenvolvimiento educacional y científico de Costa Rica. (1a. Edición. San José: Editorial Costa Rica, 1976), p. 81.

alemanes que realizaron observaciones meteorológicas y sismológicas, fueron Francisco Rohrmoser y, Federico Maison quien llegó en 1862.

En 1855 publicaron el ingeniero Kurtze y el Dr. Streber, un artículo sobre "Temblores de tierra"¹⁹⁷, el primero en su género publicado aquí en Costa Rica y de gran valor. Escriben dichos autores sobre las causas y efectos de los temblores, características de las sacudidas y la respuesta del suelo; fenómenos atmosféricos y volcánicos asociados y el comportamiento animal. Presentan el primer análisis crítico sobre el estado de la arquitectura y las construcciones de la época y sobre el seguro contra terremotos. Con ellos se inician las observaciones sismológicas sistemáticas, con anotaciones del número anual de temblores a partir de 1852, reconociendo la necesidad de instrumentos y observaciones sísmicas contemporáneas en distintos lugares y la imposibilidad de conseguirlos.

Dicen Kurtze y Streber que: hasta donde alcanzan las tradiciones históricas, en la época de tres siglos (ahora serían más de cuatro) sólo los cuatro siguientes terremotos verdaderos, han hecho estragos en el país: el terremoto del día de San Gregorio, entre los años 1680 y 1689 (podrían ser los del año 1678 como ha sido referido en la primera etapa); el de 1756, el día de San Buenaventura; el del 7 de mayo de 1822, (temblores de San Estanislao); y el del 2 de septiembre de 1841, (terremoto de San Antolín), que destruyó principalmente la ciudad de Cartago y la Villa de la Unión (Tres Ríos). Nótese la costumbre de llamar el terremoto por el día del santo en que ocurriera.

En 1864, el 25 de septiembre, publica la Gaceta¹⁹⁸ unas notas sobre la erupción de cenizas del Volcán Turrialba, cuya actividad se extendió desde el 17 de agosto de 1864 hasta mediados de marzo de 1865, con otra erupción más violenta tal vez, en 1866, la cual empezó el primero de febrero y fue acompañada de muchos temblores (8 de mayo) que se sintieron hasta en San José.

En 1867 publica la Gaceta¹⁹⁹ un cuadro de observaciones de Streber sobre los temblores sentidos en San José, y otro cuadro de las observaciones hechas en Heredia por Francisco Rohrmoser quien residía en dicha ciudad, y que aparte de sus observaciones sismológicas, realizaba importantes observaciones meteorológicas desde 1855²⁰⁰.

En el diario oficial La Gaceta²⁰¹, en marzo de 1878 comienza a publicarse lo que vendría a ser "un primer boletín sismológico" para los temblores sentidos, que incluía fecha, hora e intensidad (fuerte-débil) con que fue sentido, en base a las observaciones de Federico Maison. Durante esta etapa, es relevante la divulgación que hace la Gaceta de la información sismológica (y meteorológica), producto de los estudios de Streber y Maison. El primero fue fundador de la Oficina de Estadística en 1863 y director de la Gaceta por varios años; mientras que el señor Maison, aparte de ser director de la Oficina de Estadística por varios años hasta su muerte (mayo

¹⁹⁷ Francisco Kurtze, Fernando Streber. Temblores de tierra. En Cleto González. Op. cit., p. 161-168.

¹⁹⁸ Cleto González. Op. cit., p. 36.

¹⁹⁹ Ibid. p. 41.

²⁰⁰ Luis Felipe González. Op. cit., p. 43.

²⁰¹ Cleto González. Op. cit., p. 43.

1881)²⁰², llevó un registro de observaciones meteorológicas y sismológicas desde 1866 hasta 1880²⁰³.

En 1882, el 3 de marzo a las 7:48 horas²⁰⁴, ocurre el temblor más importante de este período, el cual fue sentido en casi todo el país, causando daños moderados en el Valle Central y en Puntarenas.

Con las contribuciones de Enrique Villavicencio, Guillermo Molina y Pedro Nolasco Gutiérrez quien siempre hacía correlaciones entre los temblores y las fases de luna, sin encontrar ninguna relación, causa-efecto, termina este período de observaciones personales, sin instrumentos y con detalle mensual de los temblores sentidos. La influencia alemana durante este período fue relevante, tal y como ha sido expuesto.

Durante este período se dan a escala mundial los siguientes hechos importantes en el desarrollo de la Sismología²⁰⁵.

1860 R. Mallet, Mapa Mundial de la Sismicidad

1874 De Rossi, la primera y más generalmente usada Escala de Intensidad

1878 R. Hoernes, clasificación de los temblores de tierra

1880 T. Gray; J. Milne y J.A. Ewing, construcción del sismógrafo.

Etapa III: 1888—1920

Es este uno de los períodos más relevantes en la historia de las ciencias físicas y naturales de nuestro país. Si en la segunda etapa el empuje fue alemán, ahora el desarrollo lo será gracias a estudiosos suizos, dedicados a la docencia en las primeras instituciones de enseñanza secundaria y a la investigación, en sus ratos libres. Cuentan con el apoyo de Mauro Fernández, reformador de la enseñanza en Costa Rica, de discípulos como José Fidel Tristán, quien llegará a ser una de las figuras más importantes de este período; un naturalista como Anastasio Alfaro y el valioso aporte de Cleto González Víquez, primer historiador de los desastres naturales en nuestro país e impulsor de los estudios sismológicos.

Corresponde este período con una de las crisis sísmicas más fuertes de nuestra historia y la más desastrosa hasta el presente.

Por decreto publicado en la Gaceta del 7 de abril de 1888, se crea el Observatorio Meteorológico Nacional²⁰⁶, se nombra director del mismo al Dr. Henri Pittier, quien era profesor de "Ciencias Físicas y Naturales" en el Liceo de Costa Rica y estaba recién llegado de Suiza.

En el mismo liceo comenzó a funcionar el Observatorio y se instaló en ese año, en el piso bajo, un sismógrafo Ewing de doble péndulo²⁰⁷ (componentes horizontales, N—S; E—W) y un sismógrafo de péndulo invertido que amplificaba seis veces²⁰⁸, dando

²⁰² Luis Felipe González. Op. cit., p. 88.

²⁰³ Cleto González. Op. cit., p. 57.

²⁰⁴ Ibid. p. 47.

²⁰⁵ Maxkus Bath. Introduction to sismology. (1a. Edición. Basel: Birkhauser Verlag, 1973), p. 17.

²⁰⁶ Amán Rosales Caamafío. Comunicación escrita.

²⁰⁷ José Fidel Tristán. En Cleto González. Op. cit., p. 194.

²⁰⁸ Henri Pittier. En Cleto González. Op. cit., p. 105-106.

inicio así a las primeras observaciones sismográficas en nuestro país, las que fueron contemporáneas de otras estaciones sismográficas en Japón, Europa, y Estados Unidos. Esto fue indudablemente un gran avance, ya que apenas en 1880 los ingleses, Gray, Milne y Ewing, habían construido el primer sismógrafo mientras trabajaban en Japón, y se estableció así la primera estación sismográfica en el mundo (Observatorio Meteorológico en Tokio, 1881)²⁰⁹.

La primera referencia a un instrumento hecho en Costa Rica para registrar temblores, aparece en un comentario del Dr. Pittier sobre un temblor fuerte ocurrido el 17 de diciembre de 1888, del cual dice que: por medio de un sismógrafo (sismoscopio) inventado por un discípulo mío, Fidel Tristán, se obtuvo un trazado muy claro²¹⁰. El terremoto de Fraijanes del 30 de diciembre de 1888 fue el primer gran temblor, en ser registrado por los nuevos equipos sismográficos del Observatorio Nacional y ocupó preferentemente la atención del Dr. Pittier, quien publicó en los Anales del Instituto un interesante estudio²¹¹, el primero en su género, sobre las características y naturaleza del terremoto y de la serie de temblores que le precedieron y siguieron, recurriendo a observaciones personales en el área afectada y apoyándose en los datos sismográficos obtenidos. Consideró que dichos temblores eran de naturaleza volcánica, relacionándolos con el Volcán Poás principalmente.

El 14 de enero de 1889 dirige Pittier un informe al gobierno sobre los fenómenos sísmicos y volcánicos ocurridos en el Valle Central en diciembre de ese año²¹². Este informe presenta una serie de observaciones sobre los efectos del terremoto y sus causas, y se destaca una referencia al poco cuidado con que se construyen las casas rurales y aún las de las ciudades, a pesar de las tremendas lecciones y avisos de la naturaleza, recomendando al gobierno ciertas normas para construcciones sismo-resistentes.

En el año de 1889, el Instituto Metereológico pasó a ser parte de una institución más amplia al fundarse el Instituto Físico-Geográfico²¹³, siempre bajo la dirección de Pittier y con las siguientes secciones: el Observatorio Metereológico (encargado también de las observaciones sismológicas) el nuevo Servicio Geográfico, el Museo Nacional y el Herbario Nacional²¹⁴.

En los Anales del Instituto²¹⁵ para el año 1889, presentó Pittier una comparación entre la serie udométrica y la serie sísmica, encontrando que el mayor número de temblores se ha producido en los meses de mayor precipitación de lluvia. Considera Pittier que la hipótesis mencionada merece estudiarse, a pesar de las objeciones que pueda encontrarse y en referencia a los temblores, dice que: "no piensa absolutamente tampoco que los volcanes son la causa de los temblores, sino que unos y otros tienen un mismo origen".

²⁰⁹ Leslie Herbert-Gustar. Patrick A. Nott. Was seismology lucky to acqulre John Milne? Earthquake Information Bulletin, V. 15 (September-October, 1983), p. 169.

²¹⁰Cleto González. Op. cit., p. 54.

²¹¹ Henri Pittier. En Cleto González. Op. cit., p. 52-59.

²¹²Ibid. p. 62-67.

²¹³ Henri Pittier. Plantas usuales de Costa Rica. 2a Edición. San José: Editorial Costa Rica, 1978), p. 23.

²¹⁴ Amán Rosales. Comunicación escrita.

²¹⁵ En Cleto González. Op. cit., p. 69-75.

Es notable durante 1889 el uso de la escala de Rossi-Forel para los datos de intensidad, según consta en el informe anual que sobre los temblores presentó Pittier en los Anales del Instituto.

El informe del Dr. Pittier del año de 1890,²¹⁶ indica el número, frecuencia, intensidad, duración y repartición en el tiempo, de los temblores registrados en San José. Pero se encuentran todavía reducidos a meras inferencias en lo que se relaciona con la causa, origen y modo de transmisión de los distintos sismos. Aparece reproducida en este informe, la escala de intensidades de Rossi-Forel para dar una idea de lo que se entiende por intensidad de los temblores.

En 1901, a los datos sobre temblores que desde 1878 el señor Maison venía divulgando con el mismo formato, Pittier agregó el número de eventos desde 1888 y el dato de intensidad en la escala Rossi-Forel en 1889, y salieron presentados con el nombre de "Boletín del Instituto Físico Geográfico", el cual fue uno de los primeros boletines de este tipo en el mundo²¹⁷.

El Instituto Físico Geográfico pasa a un nuevo local en el año 1903, situado en lo que fue el antiguo Museo Nacional y donde hoy están las oficinas de la Caja Costarricense del Seguro Social.

En 1904 se aleja del país el eminente científico Henri Pittier, quien tanto contribuyó al desarrollo de las ciencias geofísicas. Continuará con las observaciones sismológicas José Fidel Tristán, con el apoyo posterior de Pablo Biolley C.

El temblor de mayor magnitud, ($M = 7,75$), del cual se tenga noticia en Costa Rica, ocurrió un 20 de diciembre de 1904, cerca de la actual Villa Neilly al sur este del país, en la región fronteriza con Panamá. El 20 de enero de 1905, el país fue sacudido por un violento temblor de intensidad VII u VIII (Rossi-Forel) en San José. Acerca de estos dos temblores existe una valiosa publicación del Dr. Pittier²¹⁸ y una referencia de José Fidel Tristán sobre los efectos del último temblor. Es particularmente interesante (por la vigencia que siempre ha tenido) la referencia que hace Pittier²¹⁹ a las disquisiciones fantásticas de la prensa (hoy día tendríamos que agregar, radio y televisión) y a las disertaciones, más bien literarias que científicas, cuando se produce un fuerte temblor. Hasta se ha pretendido —después de pasado todo— que cierto personaje había predicho el terremoto. En otros países tales profetas se consideran peligrosos para la salud pública y se envían al manicomio.

Los años de 1907 a 1909 fueron muy tranquilos, hasta que en el año de 1910, un 25 de enero a las 4:45 p.m., se inicia una formidable erupción de cenizas del Volcán Poás, la más grande de que se tiene recuerdo²²⁰, sin embargo, durante enero y febrero de este año, no se registraron temblores en los sismógrafos del Observatorio.

El terremoto del 13 de abril de 1910 a la 1:05 a.m., llegó precedido por un violento temblor a las 00:37 a.m., y afectó sobre todo la región del Tablazo, al sur de San José. El profesor José Fidel Tristán distribuyó una circular a los telegrafistas,

²¹⁶Ibid. p. 76-81.

²¹⁷ Setumi Miyamura. Sismicidad de Costa Rica. (1a. Edición. San José. Editorial Universidad de Costa Rica, 1980), p. 10.

²¹⁸ Henri Pittier, en Cleto González. Op. cit., p. 104-108.

²¹⁹Ibid. p. 107.

²²⁰ Cleto González. Op. cit., p. 114.

pidiéndoles información sobre los temblores sentidos; con los datos recogidos, logró determinar el área mesosísmica, o sea la zona más afectada por el terremoto²²¹. Este trabajo significó un paso adelante en los estudios sismológicos del país.

La mayor catástrofe sísmica de nuestra historia, ocurrió el 4 de mayo de 1910 a las 18:47 horas, con la segunda destrucción de Cartago, por el llamado terremoto de Santa Mónica.

De gran valor es el informe del Museo Nacional, presentado por el profesor Anastasio Alfaro el 7 de septiembre de 1910, sobre los efectos de este terremoto²²². Por sugerencia del geólogo R. A. Jagger, se imprimieron y distribuyeron a escala nacional, centenares de fórmulas con un cuestionario sobre el movimiento sísmico del 4 de mayo, con lo que se tiene así un trabajo de alcance nacional sobre los efectos del temblor, extendiendo el pasado dato en ese mismo sentido por Fidel Tristán, con el terremoto del 13 de abril de 1910. Escribió Anastasio Alfaro sobre los violentos temblores del 13 de abril, sus características y daños producidos, pasando luego a referirse al terremoto de Cartago: intensidad, duración, dirección del movimiento, efectos en relación con el suelo y el tipo de construcción. Relevantes el hecho de que por primera vez aparece un apartado dedicado a las "fallas geológicas".

En carta del 5 de julio de 1910, comunica Montessus de Ballore al profesor Tristán que: en lo tocante a la teoría tectónica de los temblores, usted puede decir que está ahora aceptada generalmente en los círculos sismológicos. Refiere finalmente que el terremoto de Cartago no puede ser o1cínico aunque ignora sus causas inmediatas²²³.

Durante los años de 1910, 1911 y 1912 se publican muchos artículos sobre temblores, donde m destacan los nombres de José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro y Gustavo Michaud, con publicaciones en revistas de prestigio internacional como el "Boletín de la Sociedad Sismológica de América" (Bulletin of the Seismological Society of America) y Científica Americana (Scientific American). El extraordinario libro de Cleto González Víquez, Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1608—1910, publica en este período, lo mismo que el primer (y único) número de los Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica, que fue creado en octubre de 1911.

Para el año de 1910 estaban en funcionamiento cuatro sismógrafos, los dos del Observatorio Nacional y uno instalado en la casa del profesor Juan Rudín y construido por él mismo (también era un excelente constructor de telescopios)²²⁴, con un mecanismo eléctrico que marcaba en el disco horario la hora y duración de los temblores. El cuarto sismógrafo estaba en el Colegio de Cartago a cargo del Dr. Gustavo Michaud. Se registraban los temblores sobre un disco, placa o plan-cha de vidrio ahumado, donde se marcaba el trazo de una aguja o pluma colocada en el extremo de un péndulo invertido, colocado en una caja de madera de aproximadamente un metro de altura y una base rectangular de 40 a 50 cm.²²⁵. Desde 1909 el Dr. Michaud había empezado a enviar informes regulares a la "Asociación Internacional de Sismología", recientemente fundados en Estrasburgo²²⁶. El sismógrafo

²²¹ José Fidel Tristán, en Cleto González. Op. cit., p. 125-129.

²²² Anastasio Alfaro, en Cleto González. Op. cir., p. 182-192.

²²³ Cleto González. Op. cit., p. 157-158.

²²⁴ Luis Felipe González. Op. cit., p. 281.

²²⁵ Gustavo Michaud, en Cleto González. Op. cit., p. 144.

²²⁶Ibid. p. 142.

del Colegio Superior de Señoritas, con un peso pendular de 18 kilos, fue construido por César Cots y quedó instalado a fines de junio de 1911²²⁷.

El Centro de Estudios Sismológicos (CES), tenía por objeto recoger buenos datos de los temblores y ensanchar en lo posible los estudios emprendidos ya por el Observatorio Nacional y establecer una red sismológica, para lo cual se dispuso la construcción de algunos sismógrafos²²⁸. Por el gran mérito que les corresponde, damos los nombres de los miembros del CES: Cleto González Víquez, José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro, Gustavo Michaud, Pablo Biolley C., Juan Rudín, César Cots, Higinio Cots y Elías Leiva.

Lamentablemente, la actividad del Centro declinó rápidamente y de 1913 a 1920 se encuentran sólo esporádicos reportes y algunas publicaciones, en especial una de Fidel Tristán, en el boletín de la Sociedad Sismológica de América, sobre el violento temblor de 1916 frente a las playas del Coco²²⁹. En 1921 salió una publicación de Fidel Tristán y Ricardo Fernández en la Revista de Costa Rica²³⁰, sobre los temblores del año 1920 y así terminó este primer auge de la sismología en Costa Rica.

Con la instalación de sismógrafos entre 1880 y 1890 comenzó la sismología a desarrollarse como ciencia. En la década de los 90 (siglo XIX), Oldham en Inglaterra y Wiechert en Alemania, encuentran independientemente que las ondas longitudinales y transversales, así como las superficiales existen en los sismogramas.

John Milne introduce su sismógrafo de péndulo horizontal en 1893, e inicia a fines de siglo en Shide isla de Wight (Inglaterra), sus observaciones (más de 50 estaciones) a escala mundial y publica en sus conocidas "circulares de Shide" los primeros resultados epicentrales²³¹. En 1906 Galitzin en Rusia, construye su sismógrafo, aplicando inducción electromagnética, con registro galvanométrico en papel fotográfico; esto será de fundamental importancia para el desarrollo posterior de los sismógrafos²³².

Los primeros mapas de sismicidad a escala mundial aparecen en 1900, publicados por Montessus de Ballore y John Milne separadamente.

Para 1906, H.F. Reid postula su "teoría del rebote elástico", todavía aceptada para explicar los temblores tectónicos. Culmina esta etapa con el descubrimiento de la discontinuidad bajo la corteza por II. Mohorovicic (1909), y la discontinuidad entre el manto y el núcleo de la tierra por B. Gutenberg en 1913.

Etapas 1V: 1921—1972

²²⁷ José Fidel Tristán. Apuntes sobre el temblor del 25 de agosto. Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica. (1a. Edición. San José: Tipografía Nacional, 1911), p. 43.

²²⁸ Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica. (1a. Edición. San José: Tipografía Nacional, 1911), p. 3-4.

²²⁹ José Fidel Tristán: The Costa Rica earth quake of February 27, 1916. Bulletin of the Seismological Society of America, V. 1. (1916), 232-235.

²³⁰ José Fidel Tristán, Ricardo Fernández P. Temblores registrados en el Observatorio Nacional durante 1920. En Setumi Miyamura. Op. cit., p. 170.

²³¹ Leslie Herbert-Gustar, Patrick A. Nott. Op. cit., p. 175.

²³² Markus Bath. Op. cit., p. 22. José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro. En Cleto González, Op. cit., p. 182-194.

Al abandonar el Instituto Físico Geográfico las observaciones sismológicas al final de 1920, no va a existir una institución nacional encargada de continuar tan meritoria labor y el gran avance logrado en la etapa anterior se perderá. Debe destacarse el hecho de que se necesitaban nuevos equipos, pues los que existían eran muy viejos o rudimentarios (observación ya hecha por don José Fidel Tristán y don Anastasio Alfaro en 1910²³³ y no existía personal dedicado y capacitado para continuar con las observaciones y estudios sismológicos; ni la voluntad política de hacerlo.

Con el terremoto (M = 7) del 4 de marzo de 1924 (San Casimiro), ocurrido cerca de Orotina²³⁴, y que afectó todo el Valle Central, causando daños y angustias entre sus moradores; volverá a nacer la idea de continuar con la observación sismológica, la prensa clamará por datos e informes, aparecen unos cuantos artículos y pasada la crisis sísmica, el olvido volverá de nuevo a la ciencia sismológica.

Con la llegada al país a finales de 1931 del suizo, Dr. Pablo Schaufelberger (químico con cierta formación en geología), aparecen nuevas inquietudes por la sismología, unas pocas publicaciones y algunos datos sin continuidad.

Al eliminarse el presupuesto del Instituto Físico Geográfico en 1936, desaparece una de las primeras instituciones geofísicas del continente. La actividad se traslada entonces al Centro Nacional de Agricultura en San Pedro de Montes de Oca donde a partir de 1936 y hasta 1943 se va a continuar con las observaciones meteorológicas y menos regularmente con las sismológicas. El Dr. Schaufelberger colocó entonces un equipo sismo- lógico viejo, que estaba sin trabajar en el Museo, en una pequeña casita construida al lado oeste de lo que es hoy el Centro de Recreación y comedor estudiantil de la Universidad de Costa Rica²³⁵.

A la partida del Dr. Schaufelberger en 1938, continué con las observaciones el profesor Ricardo Mangel, quien preparó tablas de datos que se publicaron en la revista del Ministerio de Fomento²³⁶.

Violentos temblores sacudieron al país en 1939, 1940 y 1941, con magnitudes entre 6,5 y 7,5 causando daños.

En 1944 se crea el Servicio Meteorológico y Sismológico Nacional con sede en la Universidad de Costa Rica (Barrio González Lahmann) y dependiente del recién creado Instituto Geográfico Nacional. El primer director del Servicio lo sería el profesor José Merino y Coronado, quien venía trabajando desde 1941 en la Escuela Nacional de Agricultura. Los viejos equipos son retirados del servicio y se instala en el sótano del edificio de la Universidad (donde hoy está el edificio de la Corte Suprema de Justicia) un acelerógrafo, donado por el Servicio Costero y de Geodesia de los Estados Unidos²³⁷.

En mayo de 1948 quedó a cargo de la dirección del Servicio Meteorológico y Sismológico el Ing. Eliot Coen P., quien fue su director hasta el año de 1968. En 1949 se eliminó la partida del Servicio y vuelve a reanudar actividades en 1950, en la esquina noreste del actual Museo Nacional (antiguo cuartel Bellavista), dependiendo

²³³ José Fidel Tristán, Anastasio Alfaro. En Cleto González, Op. cit., p. 182-1 94.

²³⁴ Luis Diego Morales. Riesgos geológicos asociados con terremotos en los alrededores del Golfo de Ni- coya. Brenesia 21: (San José, 1983), 93-117.

²³⁵ César Dóndoli. Comunicación verbal.

²³⁶ César Dóndoli. Comunicación verbal.

²³⁷ Elliot Coen París. Comunicación verbal.

ahora del Ministerio de Agricultura e Industrias²³⁸. El acelerógrafo es trasladado al nuevo local donde dejaría de funcionar a partir de 1952.

Con el terremoto de Guanacaste (M = 7,7, octubre 5 de 1950) se inicia una crisis sísmica que terminaría con el terremoto de Toro Amarillo (M = 5,8, septiembre 1 de 1955), sin lograr despertar un interés académico o político que favoreciera el desarrollo de la sismología.

El Servicio Meteorológico y Sismológico, bajo la iniciativa de Eliot Coen, inicia a partir de mayo de 1953 y hasta 1970, la obtención de datos sobre la intensidad (Mercali modificada) de los temblores, mediante la distribución de tarjetas de indagación a diferentes lugares del país²³⁹.

La actividad del Irazú del año 1963 originó situaciones de emergencia que motivaron la cooperación internacional, obteniéndose una donación del Servicio Geológico de los Estados Unidos, que consistía de tres estaciones sismográficas de tres componentes y registro fotográfico, las cuales fueron instaladas a partir del año 1965 con la colaboración de la Oficina de Defensa Civil en La Lucha, Sanatorio Durán y San Pedro de Poás. Esta pequeña red sismográfica estuvo a cargo de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo, pero lamentablemente su operación fue muy irregular y no se conocen boletines o informes sobre los sismos registrados²⁴⁰.

Dos acelerógrafos (AR—240), fueron adquiridos en el año de 1965 y 1967 por la Caja Costarricense del Seguro Social e instalados uno de ellos en el edificio central de la Caja (avenida segunda) y el otro en el Hospital México. Dichos instrumentos continuaron funcionando en sus respectivos lugares, pero sus datos no han sido hasta ahora aprovechados.

Los estudios sismológicos y el viejo acelerógrafo Montana, pasan del Servicio Meteorológico a la Dirección de Geología, Minas y Petróleo en 1970.

La creación y apertura de los cursos de geofísica, de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica en 1970, será uno de los acontecimientos importantes en el futuro desarrollo de la sismología en Costa Rica. Debido al interés y diligencias del Dr. César Dóndoli, director y fundador de la Escuela de Geología y exdirector de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo, se logró transferir el equipo sismológico de esta última institución, a la Escuela de Geología en 1971.

En su informe de junio de 1972, el Dr. Manuel Maldonado Cordel, experto de la Organización de Estados Americanos, recomienda a la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, como sede para Centroamérica del Centro Participante del Programa Multinacional de Ciencias de la Tierra (Sismología y Vulcanología)²⁴¹.

²³⁸ Amán Rosales. Comunicación escrita.

²³⁹ Setumi Miyamura. Op. cit, p. 57.

²⁴⁰ César Dóndoli. Comunicación verbal.

²⁴¹ Escuela Centroamericana de Geología. Informe del proyecto de asistencia técnica en geofísica para 1973-1974.

Durante esta etapa la sismología ha alcanzado un mayor desarrollo mundial, tanto en las observaciones sismográficas y procesamiento de datos, como en el conocimiento de los fenómenos al interior de la Tierra.

Etapa V: 1973—mayo 1985

El terremoto que destruyó Managua el 23 de diciembre de 1972 ($M = 6,2$) y el terremoto de Tilarán del 4 de abril de 1973 ($M = 6.5$), van a servir de catalizador para desarrollar las observaciones y los estudios sismológicos en nuestro país.

Con el apoyo de la Organización de Estados Americanos (OEA), la Escuela Centroamericana de Geología organiza en 1973 una red de estaciones sismológicas alrededor del Valle Central, contando con la asesoría de expertos internacionales para la calibración de equipos, capacitación de personal y cursos regulares de sismología. Mediante dos becas para estudios de posgrado (maestría) en geofísica con especialidad en sismología, se logró tener personal bien capacitado para la enseñanza e investigación sismológica.

Para disminuir las posibilidades de pérdidas por terremotos, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos estableció una comisión que preparó un borrador del código sísmico", el cual fue aprobado en enero de 1974²⁴². Paralelamente, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica desarrolla actividades docentes y de investigación en ingeniería sismo-resistente, complementándose con el interés y dedicación de ciertas empresas privadas en el campo del diseño y la construcción.

El departamento de Geología del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en colaboración con la Universidad de Texas, establecieron en 1974 una red de estaciones sismológicas telemétricas en la región de la laguna de Arenal²⁴³ y sus alrededores, donde se desarrollaría el gran proyecto hidroeléctrico de Arenal. Esta red se extendió hasta cubrir desde el Volcán Arenal, hasta la península de Nicoya, con una muy buena resolución para la sismicidad del noroeste del país, pero lamentablemente duró pocos años.

En el año de 1974 llegó al país el sismólogo japonés Dr. Setumi Miyainura, quien se preocupó por estudiar la sismicidad del país, por orientar y colaborar con quienes trabajábamos en el campo de la sismología, tanto en la Universidad de Costa Rica como en el Departamento de Geología del ICE.

La Escuela Centroamericana de Geología con el apoyo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia de la OEA, organiza en la Universidad de Costa Rica el primer seminario latinoamericano sobre riesgo sísmico y volcánico" en julio de 1975. Dicho evento constituyó un éxito y un estímulo para seguir adelante.

La sección de Sismología y Vulcanología de la Escuela de Geología UCR, publica su primer boletín sismológico en septiembre de 1975 para intercambio de datos con otros centros sismológicos internacionales.

A fin de satisfacer el interés de los medios de comunicación, estudiantes y público en general, se publica un boletín mensual para la divulgación de los temblores

²⁴²Jorge Gutiérrez. Op. cit., p. 26.

²⁴³Walter Montero. Seismological programs in Costa Rica. Earth quake Information Bulletin, V. 15. (January-February, 1983), 11-15.

sentidos y de la actividad volcánica en general, a partir de julio de 1976. Los dos boletines, el sismológico y el de divulgación, continúan publicándose regularmente.

El Colegio de Geólogos organizó un seminario sobre la investigación sismológica en Costa Rica, en abril de 1976, con sede en la UCR, donde se dan a conocer los programas, avances de los proyectos y los resultados obtenidos a escala nacional en el campo de la sismología y la ingeniería sismo-resistente.

Con el programa de cooperación entre la Escuela de Geología y la OEA, se logró para el año 1976 obtener nuevos equipos y la llegada de dos expertos, el Dr. James Dewey el especialista en equipos sismológicos, Ing. William Strahle. En colaboración con el Dr. Dewey, se puso en marcha un programa de computación (HYPO—71) para localizar hipocentros y otros datos sobre los temblores, con lo que se logran las primeras localizaciones instrumentales por computadora en Costa Rica. El ingeniero Strahle y el técnico de la sección instalaron las nuevas estaciones de San Ramón (tres componentes) y Volcán Poás (una componente), mejoran y calibran las estaciones sismográficas de San José (UCR) (tres componentes), Sanatorio Durán (tres componentes) y la Lucha (tres componentes), con lo cual se logra expandir y mantener en correcta operación la red sismológica del Valle Central, a la que se agrega un acelerógrafo (SMA—1) instalado en la planta baja de la escuela, los dos de la Caja y dos (SMA--1) en el nuevo edificio del Instituto Nacional de Seguros (INS), a los que la sección prestaría servicios técnicos para su mantenimiento y operación.

En el año de 1977 es aprobada una ley que le da carácter legal al código sísmico. Durante este mismo año, el INS contrata un estudio sobre el seguro contra terremoto, el cual es presentado por Sauter y asociados en septiembre de 1978 y, después de unos años, se tiene la cobertura contra terremoto.

El profesor Miyamura vuelve a Costa Rica en 1978 y colabora estrechamente con la Sección de Sismología en la UCR.

Por acuerdo del Consejo Universitario de la UCR, se crea el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), en febrero de 1979, como una unidad de investigación científica interdisciplinaria, una de cuyas actividades es la sismología.

Con estaciones sismográficas portátiles de alta ganancia (MEQ—800), a partir de 1979 en la sección de Sismología y Vulcanología de la UCR, se iniciaron estudios sobre la actividad de microtemblores en áreas tectónicas y volcánicas de interés, sobre todo en los alrededores del Valle Central.

Durante los meses de noviembre y diciembre de 1980, la sección de Sismología y Vulcanología de la Escuela de Geología de la UCR, en colaboración con especialistas italianos de la Universidad Nacional (UNA), coloca una red de estaciones sismográficas portátiles en el cráter del Volcán Poás y se obtienen así las primeras localizaciones instrumentales de temblores en este macizo volcánico.

Un programa de colaboración institucional para la observación sismológica del país se pone en marcha en 1982. Participan el departamento de Geología del ICE, el programa de investigaciones vulcanológicas de la Escuela de Geografía de la UNA, y la sección de Sismología y Vulcanología de la Escuela Centroamericana de Geología de la UCR. Se crea así la llamada "red sismológica nacional" (RSN), ICE—UNA—UCR, con estaciones distribuidas de modo tal que permiten una cobertura de la sismicidad del país. Dicha red integraba personal y equipos en un esfuerzo conjunto y minimizaba

costos, pero lamentablemente, por mezquindades y oportunismo, ante la aparición de un proyecto de la Universidad de California, Santa Cruz (UCSC), financiado por la Agencia Interamericana de Desarrollo (AID), los representantes de la UNA negociaron al margen del grupo tripartita y se retiraron (julio 1983) para trabajar solos con el proyecto de la UCSC.

Como resultado de lo anterior, tenemos hoy día dos redes de estaciones sismográficas en el país; la que mantienen en operación conjunta el ICE y la UCR (RSN), y la de la UNA—UCSC, que empezó a funcionar a partir de abril de 1984. Por otra parte, el Instituto de Investigaciones en Ingeniería de la UCR (INII) logra, al amparo del proyecto de la UCSC, instalar una pequeña red de acelerógrafos (SMA—1), en sitios estratégicos del país y se espera que continúe trabajando y coordinando todo lo relacionado con acelerógrafos, de los cuales el ICE posee otra pequeña red.

Durante el año de 1983 se presentó una crisis sísmica, donde el violento temblor del sábado santo del 2 de abril (Osa-Golfito) y el terremoto de División Buenavista (Pérez Zeledón), fueron los eventos sísmicos más notables²⁴⁴.

La sección de Sismología y Vulcanología de la Escuela de Geología de la UCR, ha recibido la colaboración y ayuda de la Agencia Internacional Japonesa de Cooperación (JICA), con becas de entrenamiento (1975, 1984 y 1985), envió de expertos (1975, 1978 y 1982) y donaciones de modernos equipos e instrumental sismológico, incluyendo un microprocesador (1982 y 1984).

Durante esta corta etapa, se ha avanzado más que en todas las anteriores juntas. El desarrollo tecnológico, secciones y centros dedicados a la observación e investigación sismológica en las universidades, el interés de colegios profesionales (Geólogos y Federado de Ingenieros y Arquitectos) y de instituciones como el ICE, y empresas comprometidas en el diseño y construcción de obras civiles sismo-resistentes, han contribuido en este nuevo impulso a la sismología.

Existe hoy día un buen número de publicaciones sobre los fenómenos sísmicos que afectan a Costa Rica, tanto en revistas nacionales como internacionales, reflejando así el interés y el espíritu científico de que goza hoy la sismología en Costa Rica.

²⁴⁴ Luis Diego Morales, Walter Montero. Los tem- su relación con la sismicidad del país. Revista Geológica temblores sentidos en Costa Rica durante: 1973—1983, y de América Central 1: (San José, 1984), 29-56.

José María Gutiérrez

**ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE CLODOMIRO PICADO TWIGHT
Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS
MÉDICAS Y NATURALES DE COSTA RICA**

Summary: *The role of Clodomiro Picado in the development of Costa Rican natural sciences is discussed. The influence of different people and ideas on his education is analyzed, as well as Picado's contribution to several branches of Medicine and Biology. Furthermore, it is proposed that Picado was an example of a humanistic scientist, concerned not only with the advancement of scientific ideas but also with the human implications of scientific work.*

Resumen: *Este trabajo analiza el papel del Dr. Clodomiro Picado en el desarrollo inicial de las ciencias médicas y naturales en Costa Rica. Se discute algunas influencias que tuvo este científico en sus años de formación y se revisa brevemente su contribución a diversas ramas de las ciencias biológicas y médicas. Finalmente, se propone que el Dr. Picado fue un científico humanista, profundamente interesado en las implicaciones éticas del trabajo científico.*

Tradicionalmente considerado el científico costarricense más importante, el Dr. Clodomiro Picado ha sido aislado con frecuencia del contexto político y cultural en el que se desarrolló. La tendencia a describir su labor con base en la enumeración de sus trabajos y en una serie de datos anecdóticos ha perjudicado el análisis serio y provechoso de su obra y de su personalidad. Es tarea de primer orden estudiar a este científico desde una perspectiva más amplia que permita comprender el contexto en el que se ubicó y los verdaderos alcances de su obra. El presente ensayo ofrece algunas reflexiones en este sentido.

Los años de formación:

Clodomiro Picado Twight nació en 1887 y creció en un medio caracterizado, entre otras cosas, por fenómenos culturales muy particulares. De un lado, la institucionalidad democrático-liberal había desarrollado un sistema educativo caracterizado por la extensión de la enseñanza formal a amplios sectores de la población. Por otro lado, aparecieron grupos de artistas y educadores que forjaron un medio cultural dinámico. Sumado a lo anterior, el intercambio cultural con Europa y la visita al país de personalidades como José Martí y Rubén Darío contribuyeron a enriquecer nuestro ambiente. Es importante destacar, además, que se había desarrollado una labor introductoria en el estudio de nuestra historia natural, gracias al trabajo pionero de individuos como Carl Hoffman, Alexander von Frantzius, José Zeledón, Anastasio Alfaro, José Fidel Tristán y Henri Pittier (Gómez y Savage, 1983). La existencia de un ambiente cultural propicio y el florecimiento del estudio de nuestra fauna y flora ejercieron, a no dudar, una importante influencia en Picado.

Luego de su educación formal en Costa Rica, y gracias a una beca concedida por la Asamblea Legislativa (Zeledón, 1965), Clodomiro Picado realizó estudios en Francia, tanto en la Sorbona como en el Instituto Pasteur (Picado, 1980). Los efectos de esos años en su formación fueron trascendentales. Tres elementos merecen ser destacados: (a) La adquisición de una perspectiva experimental y rigurosa en el estudio de los fenómenos biológicos, superándose así la simple descripción y ordenamiento de datos. Algunas áreas de la Biología, tales como la Fisiología y la Microbiología, habían adquirido una base experimental fuerte desde el siglo pasado (Allen, 1978). El diseño de experimentos altamente ingeniosos es una de las características del trabajo de Picado. (b) La influencia de los conceptos evolucionistas, con el correspondiente impacto que provocaron en el pensamiento biológico de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Es de destacar que Picado tuvo una estrecha relación con el "Laboratorio de Evolución de Seres Organizados", a la sazón dirigido por el profesor Maurice Caullery (Picado, 1980). (c) El efecto de los avances recientes en Microbiología e Inmunología, los cuales estuvieron al alcance de Clodomiro Picado durante sus estudios en el Instituto Pasteur por medio de la influencia ejercida por profesores como Weinberg, Sabouraud y Metchnikoff. Años después, ya en Costa Rica, las investigaciones microbiológicas e inmunológicas de Picado constituyeron uno de sus aportes más significativos.

Su producción científica:

Al regresar a Costa Rica, en 1914, Picado se hace cargo de la dirección del laboratorio del Hospital San Juan de Dios. Esta ubicación reviste especial importancia pues es en dicho laboratorio donde se va a desarrollar el grueso de su obra científica. Por un lado, este nombramiento le brindó la infraestructura básica para iniciar sus labores y, por otro, influyó en la orientación temática de su trabajo, al orientarlo al área de las ciencias médicas.

El estudio en detalle de su aporte científico va más allá de los marcos de este ensayo. A modo de sinopsis, se mencionan a continuación algunas de las áreas en las que trabajó Picado, así como sus contribuciones específicas. Sus investigaciones fueron publicadas en revistas especializadas tanto en Costa Rica como en el exterior.

Biología: Realizó un aporte muy significativo en el estudio de las bromeliáceas epifitas como medio biológico, tema de su disertación doctoral (Picado, 1913). Es de destacar que le dio a este estudio una perspectiva ecológica que fue pionera en varios aspectos. Además, realizó una serie de estudios importantes en Entomología.

Ofidismo: Es éste uno de los campos a los que se dedicó con mayor énfasis. Por un lado, estudió aspectos estrictamente biológicos y de historia natural de nuestras serpientes. Además, inició en nuestro país el estudio de las características toxicológicas de los venenos, enfocando la relevancia del accidente ofídico en nuestra medicina. Finalmente, se preocupó por implementar en Costa Rica un sistema de tratamiento basado en la importación de sueros antiofídicos del Instituto Butantan de Brasil. Su esfuerzo en este sentido hizo que la cantidad de muertes por mordeduras de serpiente disminuyera radicalmente. Sus experiencias en el tema del ofidismo fueron condensadas en una obra clásica de nuestra literatura científica, el libro "Serpientes venenosas de Costa Rica. Sus venenos, Seroterapia antiofídica" (Picado, 1931).

Laboratorio clínico: Desde su ingreso al laboratorio del Hospital San Juan de Dios, Picado se esforzó por modificar algunas técnicas e introducir otras para mejorar el diagnóstico de laboratorio de varias enfermedades. Esto significó un paso importante en nuestra medicina, al fortalecerse el diagnóstico de laboratorio como brazo complementario al diagnóstico clínico. En estos trabajos se puso de manifiesto el espíritu creativo del investigador.

Microbiología: Sus contribuciones a esta disciplina fueron abundantes, destacándose un estudio extenso sobre enfermedades causadas por hongos en Costa Rica (Picado, 1915). Suyo es un tratado, de singular belleza, denominado "Nuestra microbiología doméstica" (Picado, 1921). Por otro lado, estudió la calidad química y biológica de las aguas consumidas en San José (Picado, 1915).

Fitopatología: Picado investigó varias enfermedades que afectaban a nuestros cultivos básicos como el café y el banano, demostrando la presencia de microorganismos como causa de las mismas (Picado, 1933).

Fisiología del envejecimiento: Una de sus áreas de interés se centró en las bases fisiológicas del envejecimiento. En este campo, Picado puede ser considerado un precursor al sugerir la existencia de autoanticuerpos que participan en el proceso de envejecimiento. Sus experiencias fueron incluidas en el libro "Vaccination contra la Sénescense precoce" (Picado, 1937). Este tema, de gran vigencia en nuestros días, está siendo retomado por algunos de nuestros investigadores.

Otras contribuciones: Varios fueron los campos a los que dedicó su interés. Por ejemplo, al final de su vida publicó una monografía sobre fisiopatología tiroidea que resume una serie de experiencias endocrinológicas de varios años (Pido, 1943). Además, efectuó algunas investigaciones en Fisiología Vegetal.

Resulta interesante analizar estos temas de estudio desde una perspectiva cronológica, con el objeto de percibir la evolución de sus áreas de interés. Durante la década 1910-1920 sus publicaciones se ubican en los campos de la Biología General (incluyendo el grueso de sus trabajos en Francia) y de Laboratorio Clínico y Microbiología Médica (Incluyendo sus primeras contribuciones al regresar a Costa Rica). En los primeros años de la década 1920-1930 Picado produjo investigación en Fisiología Vegetal y Biología General, en tanto que a partir de 1925 se inicia el período más fructífero en su vida científica. Esta etapa se caracteriza por el desarrollo de una serie de investigaciones altamente originales en áreas relacionadas con la Medicina Experimental (principalmente en Fisiología, Inmunología, y Tratamiento), las cuales culminan con sus trabajos monográficos sobre el problema del ofidismo (Picado, 1931), sobre el envejecimiento (Picado, 1937) y sobre fisiopatología tiroidea (Picado, 1943). En el cuadro 1 se resume sus prioridades temáticas a lo largo de su carrera científica.

Este rápido recorrido por las áreas que despertaron su interés muestra una obra intensamente prolífica. Sin ser el primer estudioso de nuestra realidad biológica, sí podemos concluir que Picado fue el primero que profundizó, desde una perspectiva científica, en algunos de nuestros problemas biológicos y médicos. En muchos casos, su trabajo marcó el inicio del estudio científico de algunas disciplinas en nuestro país, las cuales fueron consolidadas años después por investigadores más recientes.

Más allá de los aportes académicos particulares, la gestación de un modelo de científico integral humanista:

Más allá de la gran cantidad de trabajos que el Dr. Clodomiro Picado publicó en diversas áreas de la biología y la medicina experimental, su aporte principal consistió en sentar las bases para el desarrollo de las ciencias naturales en Costa Rica. Su experiencia sirvió de impulso para el florecimiento de una serie de ramas del conocimiento biológico en nuestro país y se constituyó él mismo en lo que podríamos denominar un científico integral humanista. Clodomiro Picado se empeñó en desarrollar nuestra ciencia de una manera integral, es decir, forjando un balance entre ciencia local y ciencia mundial, entre ciencia básica y aplicada y entre crecimiento "en superficie" y crecimiento "en profundidad" en el trabajo de investigación. Además, su trabajo lo realizó sin perder la perspectiva de que el científico debe ser socialmente responsable, debe estar vinculado con su gente y con su tiempo.

Picado tuvo la claridad para entender, en primer lugar, que para una maduración científica integral se debe dar un balance entre el desarrollo mundial y el desarrollo local del conocimiento. Desde sus épocas de estudiante en París, Clodomiro Picado siguió con tesón la evolución científica mundial. En sus contribuciones siempre tomó en cuenta los aportes de investigadores de muy diversas regiones del mundo y mantuvo una relación con grupos de científicos de Francia, Brasil y Estados Unidos. Prueba de ello lo constituyen sus contribuciones científicas a revistas especializadas extranjeras tales como las Memorias del Instituto Butantan, el Boletín del Instituto de Antivenenos de América y los Anales del Instituto Pasteur, entre otros. Sin embargo,

Picado siempre tuvo clara la perspectiva de cuáles eran las tareas específicas que le correspondían en un medio como el nuestro; supo entonces adecuar su formación a nuestras particularidades y efectuó una aleación muy fructífera entre el desarrollo científico mundial y las necesidades y particularidades de nuestro medio.

En este sentido, Clorito se adelantó y resolvió, en la práctica, una situación que ha sido motivo de muchas discusiones entre los planificadores de la ciencia: ¿Ciencia nacional o ciencia mundial? Picado demostró que ninguna de esas alternativas es adecuada y que la pregunta en sí carece de sentido. Lo que debe existir es un adecuado balance, una relación de unidad y separación, entre ambas. Metodológicamente la ciencia es universal, por lo que un planteamiento aislacionista es absurdo y conduce al fracaso; quienes preconizan una ciencia exclusivamente dedicada a asuntos de interés local olvidan que el método científico es universal, que existen leyes generales en la explicación de los fenómenos. Ignorar las contribuciones efectuadas en otras latitudes lleva directamente a la debacle científica.

Por otra parte, quienes no toman en cuenta nuestras particularidades históricas pierden de vista que no tiene sentido plantear pautas generales en lo que a políticas de desarrollo científico se refiere ya que éstas deben adecuarse al medio. El trabajo de Clodomiro Picado enseña que de lo que se trata es de seguir muy de cerca el avance de la ciencia a nivel mundial, tomando lo que nos puede beneficiar e interesar, recreándolo a la luz de la realidad costarricense y adecuándolo a nuestras condiciones de desarrollo científico. Lo anterior requiere una altísima dosis de espíritu creativo y representa un reto permanente. Cuando Picado publicó su obra sobre fisiopatología tiroidea (Picado, 1943), trabajo que se nutre de lo mejor del conocimiento mundial en ese campo, el investigador se preocupó por adecuarlo a nuestras circunstancias, actitud que quedó bellamente reflejada en el siguiente trozo de la introducción: "Este trabajo es fruto costarricense neto, no sólo por el espíritu que lo anima y los fines que persigue, sino también por su ejecución material: los modestos renacuajos de nuestras charcas fueron los intérpretes que nos sirvieron para interrogar lo desconocido y sus mudas respuestas quedaron tan claras que pueden consignarse en cifras. Carentes de aparatos microfotográficos tuvimos que construirnos uno con maderas del bosque patrio y sacar de allí las figuras que ilustran esta memoria. Por no tener lámparas potentes tuvimos que recurrir al Sol de nuestro cielo y mediante unos espejos, montados por un humilde hojalatero tico, detener su imagen y obligarla a impresionar las placas fotográficas". En éste, como en otros campos a los que se dedicó, Picado tomó del desarrollo mundial del conocimiento lo que le interesaba y lo adaptó a la luz de nuestra realidad, gestando obras que, por su parte, contribuyeron al legado mundial de la ciencia. Su ejemplo en este punto tiene una asombrosa validez en las circunstancias actuales de nuestro desarrollo científico y puede resumirse en la frase de Mario Bunge: "Ciencia con rasgos nacionales, sí; ciencia nacionalista, no" (Bunge, 1975).

La dicotomía entre el avance "en profundidad" y el avance "en superficie":

Otro aspecto de la obra de Picado que merece ser analizado es el balance entre el avance "en profundidad" y el avance "en superficie". El trabajo científico "en superficie" se caracteriza por el estudio de las cualidades más generales y superficiales de diversos fenómenos, en tanto que en el trabajo "en profundidad" el científico se centra en un fenómeno y lo estudia a fondo, tratando de ir más allá de la descripción superficial y buscando encontrar los mecanismos que expliquen el fenómeno. Uno y otro enfoque tienen sus ventajas y deficiencias; el estilo "en superficie" permite acumular una gran cantidad de información. Por otra parte, silo que se persigue es una

comprensión más profunda de los elementos involucrados en un determinado fenómeno, un enfoque superficialista sería insuficiente. El desarrollo de la ciencia en un determinado país requiere de un balance entre estas dos formas de enfrentar la tarea investigativa; la importancia relativa de una y otra depende del estado de desarrollo de una disciplina en cada etapa de su evolución.

Examinando la obra de Clodomiro Picado se percibe un predominio del avance "en superficie", ya que al estudiar una gran cantidad de fenómenos de biología y medicina experimental, sacrificó el avance "en profundidad" en algunas de estas áreas. ¿Representa esto una deficiencia? Una vez más se debe evitar llegar a conclusiones sin tomar en cuenta el contexto histórico particular. Cuando Picado se enfrentó a su enorme tarea, probablemente percibió que lo prioritario en esa etapa de nuestro desarrollo científico era inaugurar una serie de áreas de estudio y conocer las características generales de una serie de fenómenos biológicos, agronómicos y de salud pública importantes en Costa Rica. Más que concentrarse en un área particular, abrió las puertas de varias disciplinas. En este sentido, hizo lo que estaba a la orden del día. Pese a ello, no se debe perder de vista que su trabajo fue meticuloso y profundo en algunas áreas particulares, tales como el estudio de las bromeliáceas epífitas, de las serpientes venenosas y del envejecimiento; en el tratamiento de estos tópicos su trabajo fue "en profundidad".

Ciencia básica y ciencia aplicada:

Otro aspecto importante en la actividad científica de Clodomiro Picado fue el manejo de la relación entre ciencia básica y ciencia aplicada. Pese a que gran parte de su obra se concentró en el estudio de importantes fenómenos de salud pública y agronomía, estudios con aplicaciones prácticas de resonancia, Picado nunca perdió de vista que era fundamental emprender estudios básicos, sin más finalidad inmediata que la de entender fenómenos biológicos. Cuando la profesora Emma Gamboa le preguntó acerca de sus estudios con los hongos del género *Penidihium*, Picado expresó: "...Los he abordado solamente con el propósito de obtener los resultados, los descubrimientos". (Picado, 1980). A este respecto, es interesante anotar que su obra sobre las serpientes venenosas de Costa Rica (Picado, 1931) incluye, a la par que estudios sobre los aspectos prácticos del tratamiento de mordeduras de serpiente, investigaciones biológicas cuya finalidad era estrictamente académica, tales como la descripción de los microornamentos de las escamas de nuestras serpientes.

Su manejo de la relación entre ciencia básica y ciencia aplicada sentó las bases de una política correcta en este sentido, la cual se basa en la premisa de que los temas de estudio deben ser enfocados manejando dinámicamente la dicotomía entre lo básico y lo aplicado. La solución de un problema, por más urgente que ésta sea, tiene muchas veces como requisito la comprensión del mismo. Además, la ciencia básica es importante no sólo en tanto sirve de base para aplicaciones futuras, sino también como elemento constitutivo de nuestra cultura, dado que ésta incluye necesariamente la comprensión científica de la realidad.

El humanismo de Clodomiro Picado:

Durante su trayectoria, Picado demostró tener un gran interés por nuestros problemas más generales al poseer una conciencia social, una actitud ética y un interés cívico encomiables. Señalemos, en primer lugar, que Clorito estudió con gran interés ciertos problemas que aquejaban a nuestra población y que, al hacerlo,

contribuyó con acierto a la solución de algunos de ellos. Cabe destacar, a manera de ejemplo, que complementé sus estudios sobre serpientes venenosas con la lucha por establecer una ley de defensa contra el ofidismo, la cual fue aprobada en 1926 (Picado, 1931). Pero además, Clorito fue un individuo solidario con sus compatriotas en un sentido más general; en muchas ocasiones se manifestó públicamente por medio de la prensa escrita, desprendiéndose de sus intervenciones una amplia conciencia social y un apego a la defensa de nuestra soberanía y nuestra dignidad. Resulta ejemplar su firmeza incondicional a la hora de oponerse a las diversas formas de corrupción y explotación humanas, ya fueran éstas afectadas por individuos o por gobiernos. En este aspecto tuvo una clara conciencia antiimperialista. Su estilo periodístico fue de alto relieve y no le tembló el pulso para denunciar arbitrariedades e injusticias de una manera directa y frecuentemente irónica. Sin embargo, sus intervenciones periodísticas fueron más allá de la simple denuncia de situaciones particulares; en muchas ocasiones mostró un agudo sentido político para analizar los conflictos más importantes de nuestra vida y los peligros que amenazaban a nuestra soberanía en aquellos años. El pensamiento político de Clodomiro Picado constituye todo un aspecto de su vida que merece ser estudiado detenidamente.

El aporte humanista de Picado debe ser analizado en el contexto de la Costa Rica en que le correspondió vivir. Las primeras tres décadas de este siglo fueron escenario de una serie de transformaciones profundas en nuestra sociedad. De un lado, nuestra dependencia con las grandes potencias se consolidó y adquirió nuevas formas; además, la evolución de nuestra sociedad llevó a la aparición de una serie de sectores de clases rurales y urbanas que alteraron el perfil social del país y fueron la base de una serie de tensiones y luchas sociales de mucha trascendencia. Nuestro medio se vio influido por corrientes filosóficas y políticas como el anarquismo, el reformismo y el socialismo; también se desarrollaron importantes luchas populares reivindicativas en busca de mejores condiciones de vida, al mismo tiempo que se dio un incremento en el nivel de organización política popular, lo cual dio como resultado, entre otras cosas, la fundación del Partido Comunista de Costa Rica en 1931 (de la Cruz, 1980). Todos estos fenómenos afectaron e influyeron la vida cultural del país. Es así como surgió, en los planos artístico y educativo, una vigorosa generación de intelectuales encabezada por individuos como Joaquín García Monge, Omar Dengo, Carmen Lyra y Vicente Sáenz, entre otros. Ellos crearon obras de enorme calidad artística que, sin rechazar y más bien aprovechando el contacto y aprendizaje con las escuelas europeas, surgieron de nuestra realidad y tuvieron como propósito reflejar la vida, las ilusiones y las dificultades de los más amplios sectores de nuestra población. Se dio entonces en Costa Rica una tendencia dominante en el plano cultural formada por 'est6 grupo de intelectuales, los cuales conjugaron calidad y talento con vocación histórica para producir aportes culturales arraigados en lo mejor de nuestras tradiciones democráticas y libertarias. Desde su perspectiva de científico, Clodomiro Picado fue a su manera un integrante de esta generación; su obra científica se vio complementada por un hondo interés por los problemas más generales del hombre costarricense.

Es importante mencionar, para concluir, un aspecto adicional del humanismo de Clodomiro Picado: su empeño por trasladar a un público amplio los resultados de sus investigaciones. Este esfuerzo se reflejó en varios ensayos de gran belleza literaria, publicados en revistas y periódicos, en los que presentó datos científicos complejos de una forma comprensible para la población general. Al hacerlo se constituyó, junto con pensadores como García Monge, en impulsor de una tendencia de derribar poco a poco los muros que separan a los que producen o conocen de ciencia (los que estudian, interpretan y transforman la realidad desde una perspectiva científica) del resto de la

población. Con su práctica, Picado enseñó que es tarea urgente, en un modelo integral humanista de científico, difundir conceptos que la ciencia ha descubierto y trasladar los elementos básicos de las concepciones científicas de la realidad (tanto natural como social) a una gran cantidad de sectores de nuestra población para que les sirvan como instrumento en la comprensión y transformación de la realidad circundante. Así, en un proceso dinámico, muchas más personas estarían gestando concepciones e interpretaciones que formarían parte de nuestra cultura científica.

BIBLIOGRAFIA

Allen, G. (1978), *Life Science in the Twentleth Century*. 257 pp. Cambridge: Cambridge University Press.

Bunge, M. (1975), *Teoría y realidad*. 301 pp. Barcelona: Editorial Ariel.

de la Cruz, V. (1980), *Las luchas sociales en Costa Rica*. 304 pp. San José: Editorial Costa Rica y Editorial Universidad de Costa Rica.

Gómez, L.D. y Savage, J.M. (1983) "Searchers on that rich coast: Costa Rican fiel biology, 1440-1980". En: *Costa Rican Natural History*, PP. 1-11, Janzen, D., Ed. Chicago: The University of Chicago Press.

Picado, M. (1980), *Dr. aodomvo Picado. Vida y obra*. 379 PP. San José: Editorial Costa Rica.

Picado, C. (1913), *Las bromeliáceas epífitas consideradas como medio biológico*. Tesis. Universidad de París.

Picado, C. (1915), *Análisis sanitario de las aguas que se consumen en San José*. 18 PP. San José: Imprenta Alsina.

Picado, C. (1915), *Primera contribución al conocimiento de las Mycosis en Costa Rica*. *Anales del Hospital de San José*. Tomo 1, fascículo 1, PP. 1-21.

Picado, C. (1921), *Nuestra Microbiología doméstica*. 31 pp. Publicaciones Colegio de Señoritas, Serie A. No. 5. San José: Imprenta Alsina.

Picado, C. (1931), *Serpientes venenosas de Costa Rica. Sus venenos. Seroterapia antiofídica*. 219 pp. San José: Imprenta Alsina.

Picado, C. (1933), "Una enfermedad del banano". *Repertorio Americano* No. 21, Tomo 26, pp. 335-338.

Picado, C. (1937), *Vaccination contre la Sénescense precoce*. 240 PP. Editorial Le Francois: París.

Picado, C. (1943), *Investigaciones sobre Fisiopatología tiroidea*. 92 Pp. San José: Publicaciones de la Secretaría de Salubridad Pública.

Zeledón, R. (1965), *Dr. Clodomiro Picado Twight*. 25 pp. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. Serie Educación No. 8. San José.

Cuadro No. 1
Distribución quinquenal por temas de los trabajos publicados
por Clodomiro Pinedo

Area de Investigación	1910-1915	1916-1920	1921-1925	1926-1930	1931-1935	1936-1940	1941-1945	Total
Laboratorio Clínico (Diagnóstico, incluyendo Serología, química clínica y bacteriología)	1	5	—	1	—	1	—	8
Microbiología (General y médica)	4	—	2	1	1	1	1	10
Medicina Experimental (Fisiología, Inmunología, tratamiento)	—	—	—	21	9	20	10	60
Biología General	7	1	3	2	1	—	—	14
Fitopatología	—	—	2	—	4	—	—	6
Fisiología Vegetal	—	—	5	—	2	—	—	7
Otros	—	—	2	2	1	1	—	6

111

Orlando Morales

TRAPICHES HIDRAULICOS EN COSTA RICA

Summary: *When one thinks of molasses mills in Costa Rica, the image that comes to one's mind is that of the mill driven by oxen. Yet, the hydraulic mill had a remarkable, although highly localized, development, which is the subject of this paper.*

Resumen: *Cuando pensamos en trapiches en Costa Rica, la imagen que viene a la mente es la del trapiche movido por bueyes. Pero la aplicación de energía hidráulica en este campo tuvo un notable desarrollo, aunque limitado en el tiempo y el espacio.*

Introducción

Aunque los trapiches hidráulicos suministraron el dulce o panela que consumía la población costarricense, poco se ha estudiado específicamente sobre sus diversas facetas, tanto sociales como económicas y sobre todo tecnológicas. A pesar de esta afirmación, en el marco de la evolución de la industria de la caña de azúcar en Costa Rica, se han publicado valiosos datos^{245,246}, pero todavía se carece de un estudio de campo y de la interpretación del origen y desaparición de los trapiches hidráulicos. Existen también tesis de grado que enfocan sobre todo los temas socioeconómicos relacionados a la actividad cañera, pero que por su objeto de estudio tocan apenas marginalmente el caso que nos ocupa^{247,248,249}; y, en otras situaciones el interés básico es el rendimiento energético en sistemas agroindustriales²⁵⁰.

Los términos trapiche y dulce, aunque de uso frecuente, deben aclararse.

Los trapiches son unidades agroindustriales en que se procesa la caña de azúcar para obtener de su jugo, por evaporación del agua, un producto sólido que se expende en forma de conos truncados, llamados tapas de dulce.

También se le llama trapiche, y ésta es la acepción que da el Diccionario de la Real Academia²⁵¹, a los molinos que sirven para extraer el jugo de la caña. En forma ampliada, otros diccionarios^{252,253} incluyen ambas acepciones; y así, el término trapiche sirve para denotar el molino como a la instalación en que se procesa el dulce. Aquí, en general, nos referiremos al conjunto, aunque el contexto indicará lo que se está comentando sin que haya lugar a confusión.

²⁴⁵ Guzmán, H. et. al., Evolución de la industria de la caña de azúcar en Costa Rica. Escuela de Historia y Geografía de la Universidad de Costa Rica, edición mimeografiada, 1977.

²⁴⁶ Achí, M. y A. C. Escalante. La industria azucarera en Costa Rica a partir de 1960: un sector capitalista desarrollado. Tesis de grado No. 5029, Universidad de Costa Rica, 1979.

²⁴⁷ Bermúdez, N. y R. M. Pochet. La agroindustria de la caña de azúcar en Costa Rica. Tesis de grado No. 5213, Universidad de Costa Rica, 1979.

²⁴⁸ Vásquez, M y N.I. Vargas. Estudio de las unidades productivas cañeras y las unidades cafetaleras de la zona de Alajuela-Grecia. Tesis No. 7489, Universidad de Costa Rica, 1983.

²⁴⁹ Fernández, M. Evolución de la estructura de la tenencia de la tierra en Costa Rica. 1950-1978. Tesis No. 6238, Universidad de Costa Rica, 198.

²⁵⁰ Hart, R. D. et. al. Análisis energético de sistemas agrícolas. CATIE, Turrialba, Costa Rica, ed. mimeografiada, 1980.

²⁵¹ Diccionario de La Real Academia Española de la Lengua, ed. 1970.

²⁵² Diccionario General Ilustrado de la Lengua Española, VOX.

²⁵³ Diccionario Larousse de Ciencia y Tecnología.

En cuanto al dulce, que es el producto elaborado en los trapiches, es un costarriqueñismo ya que en otros lugares se les conoce como panela o raspadura.

El dulce se comercializaba en las ferias semanales que se llevaban a cabo en la Ciudad de Alajuela. En los días del mercado del dulce (días de feria), sábados y martes, la ciudad se inundaba de carretas de bueyes que traían el producto de Grecia, Poás, Santa Bárbara y de varios distritos del Cantón Central de Majuela.

Había entonces una comercialización libre determinada por las fuerzas de la oferta y la demanda, realizándose la puja en sitios específicos llamados sesteos, grandes solares de propiedad particular, localizados en plena ciudad.

En Costa Rica, la mayor parte de las personas tienen el criterio errado de que el trapiche folclórico, aquél movido por bueyes y de una o dos pailas a lo sumo, era el que suplía de dulce o panela a la población. Esto pudo ser cierto antes del presente siglo, cuando la población era muy pequeña; por ejemplo, en la época del primer censo en 1864, apenas llegaba a los 120.499 habitantes²⁵⁴ y por otro lado, el tipo de estructura agraria estaba catalogado como de tipo chacra y establecida sobre todo en el Valle Central²⁵⁵. La chacra se caracterizaba por ser unidades autosuficientes en buen grado, manejadas por propietarios del terreno y con una explotación básicamente de tipo familiar.

El crecimiento de la población, aunado con la generación de capital producto de las exportaciones de café, llevaron a que se importaran trapiches metálicos y las primeras ruedas hidráulicas a finales del siglo pasado. Un molino de caña más eficiente llevó consigo al aumento en el número de pailas, mayor producción de dulce y considerable adelanto tecnológico, si se compara con las industrias contemporáneas de finales de siglo: beneficios de café, tenerías, aserraderos, hornos de teja, herrerías y hornos de cal²⁵⁶.

La exploración de los trapiches hidráulicos, iniciada por mera curiosidad, continuó con -mucho interés sobre todo al verificar el desconocimiento sobre su significado tecnológico, su contribución a la economía del país y sobre todo las causas de su desaparición.

Se buscaba confirmar la suposición de que en las faldas de los volcanes Poás y Barba, casi con exclusividad se dio el tipo de trapiches movido por ruedas hidráulicas. Además, la investigación permitiría conocer las causas que llevaron a la desaparición de estos establecimientos agroindustriales, lo mismo que un mejor conocimiento de su funcionamiento y la delimitación del área de distribución.

Recolección de datos

Se usó el doble enfoque de trabajo de campo y estudio bibliográfico. En cuanto a lo primero, las visitas se hicieron con ayuda de informantes conocedores de la región, que orientaban sobre la localización de los trapiches para su observación. Sin embargo, se buscó siempre a un pariente de edad avanzada o alguien que hubiera trabajado en

²⁵⁴ Dirección General de Estadística y Censos. Censo General de la República de Costa Rica. Imprenta Nacional, San José, 1868.

²⁵⁵ Meléndez, C. Costa Rica: tierra y poblamiento en la colonia. Edit. Costa Rica, San José, Costa Rica, 1977, p. 98.

²⁵⁶ Guzmán y otros, op, cit., p. 26.

el trapiche sobre el que se buscaba información. Se iniciaba luego una conversación para obtener la investigación deseada. En algunos casos se buscó de nuevo información con otras personas cuando había duda sobre la veracidad de las afinaciones obtenidas. Debido a la amplia cobertura del teléfono, en algunos pocos casos se reconfirmaron los datos por este medio. Se tomaron fotografías de la mayoría de los trapiches, como prueba documental del hallazgo o presencia del trapiche.

Para esto debieron hacerse frecuentes visitas a la zona y con ayuda de mapas del Instituto Geográfico Nacional, a escala de 1:50.000, se fijó la localización de los trapiches.

Llamó poderosamente la atención que en la zona trapichera los jóvenes se han olvidado de los trapiches hidráulicos y a veces los restos están en solares de casas cuyos habitantes dicen desconocer el origen de las ruinas. En muchos casos se tiene una vaga referencia sobre los trapiches y a veces más bien nos ha tocado ilustrar a los lugareños sobre este fenómeno.

Además de las entrevistas, el estudio de las referencias bibliográficas, sobre todo datos estadísticos derivados principalmente de censos agropecuarios, permitió una constante retroalimentación en ambos sentidos.

Resultados

Para su mejor descripción, se hará una breve descripción de cada tópico de interés que fue encontrado.

1. Número de trapiches

Hasta el momento se han visitado 147 trapiches, aunque datos estadísticos de 1944 dan para la zona en estudio un total de 137. El aumento en el número se explica porque algunos han aparecido luego de esa fecha, y por otro lado, en el estudio se incluyen algunos que ya habían dejado de funcionar. Es posible que el número aumente y pueda llegar cerca de 200, cuando se termine la exploración exhaustiva.

2. Calidad de los trapiches

La gran mayoría son movidos por fuerza hidráulica, unos pocos por turbinas o motores eléctricos. La tendencia en los nuevos trapiches es el uso de motores diesel. En el caso del cantón central de Alajuela, 85% de los trapiches eran 'movidos por ruedas hidráulicas.

3. Localización

En forma general, el área en que se localizan los trapiches está entre los 10° 00' y 10° 07' de latitud N, y los 84° 07' y 84° 21' de longitud O, que delimitan un rectángulo de 25 km. de largo y 13 1cm. de ancho (325 2).

Esta área en general está entre los 800 y los 1500 metros sobre el nivel del mar y con un régimen de lluvias que cubre dos áreas bien delimitadas en cuanto a la precipitación: de 2.000 a 2.500 mm anuales en la parte más baja y de 2.500 a 3.000 mm anuales en las faldas volcánicas.

4. Estructura del trapiche

Destaca la rueda, cuya mitad inferior está oculta en una oquedad del suelo hecha de concreto y llamada "el herido", todo lo cual forma una unidad con el trapiche de la molienda y la pila del caldo. La segunda unidad lo constituye el tren de pilas, a cuyos extremos están el hueco de las hornillas y la chimenea. El número de pallas tuvo un valor promedio cercano a 6, las más pequeñas eran de 4 y las más grandes eran de 8; la moda fue de 5 pailas.

Otros elementos del trapiche lo constituyen la pila de los moldes la mesa de los moldes y el cuarto del dulce, y a veces la pequeña pila del mozo- te. En los restos arqueológicos las estructuras de madera han desaparecido pero persisten los componentes de concreto y otras evidencias que permiten reconstruir la localización de sus componentes.

5. Hidrología

Entre los Ríos Sarchí hacia el oeste y Bermúdez al este, se encuentran las diferentes redes hidrográficas que suministraron agua para los diferentes trapiches.

Los Ríos principales, drenan al sistema Río Colorado-Grande de San Ramón, en el oeste; y al Río Virilla por el este, y en su orden, sin incluir afluentes menores son: Sarchí, Agualote, Poró-Rosales, Tacares, Prendas, Poás, Tambor, Itiquís-Tacocorí y Alajuela, en el primer grupo; y en el segundo: Ciruelas, Segundo-Porrosatí, Quebrada Seca y Bermúdez.

De todos ellos parten pajas de agua, de variada longitud. Las mayores sirven varios trapiches en su recorrido desde las faldas de los volcanes hacia la parte baja del Valle. En muchos casos, las mismas pajas de agua se utilizaron también en usos domésticos por los vecinos de diferentes comunidades menores, y pocas veces con fines de irrigación.

6. Tipos de rueda

Pueden caracterizarse cinco diferentes tipos de ruedas hidráulicas en dos subgrupos:

- a) De paletas; con eje horizontal o vertical.
- b) De cubos o cangilones; que pueden recibir agua por debajo, a mitad de la rueda o por encima.

Todos los tipos de ruedas encontrados recibían el agua mediante una canoa, "por encima", lo cual corresponde al tipo de rueda de mayor eficiencia energética²⁵⁷.

La medición de un grupo de ellas dio un valor promedio poco menor de los 6 metros de diámetro; las hubo muy pequeñas de cerca de dos metros y hay unas pocas de grandes dimensiones, que han sido utilizadas en los ingenios.

No se han encontrado de madera, aunque tanto en Santa Bárbara como en Poás, algunas personas han indicado que si existían de ese tipo. Como hallazgos

²⁵⁷Smith. N. The origins of the water turbine. Sci. Am. 242 (1): 138-148, 1980.

inesperados se localizaron dos ruedas con claras inscripciones en relieve en que se indica la compañía constructora, el lugar de construcción y la fecha.

La rueda de Glasgow fue construida en 1867 y la de Kirkaldy en 1872. Como la transición del trapiche de madera al de hierro y posiblemente el advenimiento de la rueda hidráulica es un fenómeno de finales del siglo, permanece la interrogante sobre el año de llegada al país. La primera funcionó también en el Ingenio Victoria y la segunda estuvo en servicio inicialmente en la Hacienda Espinad en San Lorenzo de San Joaquín de Heredia.

7. Trapiches de bueyes y los hidráulicos

Aunque en la región hubo unos pocos trapiches movidos por energía animal (bueyes), lo cierto es que cuando se consulta por trapiches, lo usual es que no se les tome en cuenta, no sólo por su eficiencia, escasa capacidad (una o dos pailas) y sobre todo por la forma irregular de funcionamiento.

Por tanto, los trapiches de bueyes a pesar de lo extendidos que estuvieron por todo el territorio, no tuvieron relevancia económica: eran ineficientes y trabajaban poco. El dulce que producían corrientemente lo expendían en "tamugas", constituidas por un par de atados colocados longitudinalmente y unidos por una envoltura de hojas secas de caña.

8. Efecto dinamizador tecnológico

Las ruedas primitivas, posiblemente un producto artesanal de los carpinteros, pasó pronto al dominio del personal de talleres mecánicos que las hicieron a imitación de las importadas. En varios casos, los hijos cuyos padres habían sido herreros continuaron con un trabajo de mayor complejidad.

Dos talleres en San José, el de Alfredo Chávez y el taller Carazo participaron en la construcción y arreglo de trapiches.

La construcción de las hornillas, el tren de pallas y la chimenea requirió también de conceptos prácticos fundamentales para que funcionara eficientemente el combustible usado, bagazo y leña. Algunos sucesores de los hornilleros tradicionales han construido apreciable cantidad de cocinas, a la vista muy cómodas y al parecer muy eficientes, utilizando tecnología trapichera, lo cual es un interesante caso de uso de tecnología apropiada que espera ser difundida.

El caso de los trapiches hidráulicos es un interesante caso en que el aspecto tecnológico precedió al científico, o al menos funcionó sin necesidad del aporte científico.

9. Usos de la rueda de agua

Se ha encontrado que casi con exclusividad la rueda hidráulica se utilizó en los trapiches, algunos beneficios de café y unos pocos aserraderos. No se han encontrado ruedas para elevar agua (norias), ni dedicadas a ningún otro uso industrial, salvo casos ocasionales en que se le acoplaba al eje un generador para la producción de electricidad. Resulta intrigante que cortadoras de pasto o mezcladoras de alimentos animales y en general otras actividades industriales no hicieran uso de la rueda hidráulica.

Evolución de los trapiches

La extracción del jugo de la caña de azúcar se realizó inicialmente retorciendo las cañas en horquetas o mediante uso de pesadas piedras para triturarlas, métodos realmente muy rudimentarios²⁵⁸.

El trapiche con mazas o muelas de madera fue el posible sucesor y tal como se muestra el modelo que se exhibe en el Museo Nacional y del que todavía existen unos pocos en regiones apartadas del país, pero ya en desuso.

Viajeros por nuestro territorio en 1825 indican la carencia de instrumentos de labranza de hierro²⁵⁹ y aún a finales del siglo XIX, Biolley señala que los trapiches eran de madera, muy rudimentarios y accionados por tracción animal o humana²⁶⁰.

A finales del siglo pasado en 1883 se recogió información sobre la caracterización de los trapiches en madera y en hierro. Se observa claramente que hay un ligero predominio de los trapiches de madera (583) sobre los de hierro (419), pero esa tendencia va invirtiéndose y ya en 1922 IOS trapiches de hierro constituyen el 76.87%.

El cultivo de la caña de azúcar que en las provincias de San José y Alajuela era muy parecida en cuanto a extensión a finales del siglo pasado, se diferencia pocas décadas después y queda Alajuela como la provincia con mayor superficie cultivada de caña de azúcar²⁶¹.

Lo interesante es sin embargo, comparar la transición tecnológica entre el trapiche de madera y el de hierro y el advenimiento de la rueda hidráulica que aumentó en número a principio de siglo.

A principios de siglo, en el momento en que aumenta el área sembrada, hay una disminución porcentual en el número de trapiches. Drásticamente se reducen los de madera y en menor grado los de hierro. Al mismo tiempo, en la provincia de Alajuela, se da el fenómeno casi único del país y es que contiene el mayor porcentaje de trapiches hidráulicos de los 81 reportados para el país en 1907.

La explicación probable es la siguiente: el trapiche de bueyes y mazas de madera era muy débil para trabajar acoplado con una rueda hidráulica y esto eliminó a aquellas pequeñas unidades que poseían trapiches de madera.

Ahora, aquellos trapiches que aunque tenían mazas de hierro eran movidos por fuerza animal, bueyes en el caso de Costa Rica, tenían una o dos pailas y eran ineficientes desde el punto de vista de la extracción de caldo, pues se requerían varias yuntas en la función, aún para un trapiche mediano. Por otro lado estaba el caso de la ineficiencia energética, ya que el trapiche de bueyes es el más desventajoso en el uso del calor por el bajo número de pailas. Sin embargo, no siendo posiblemente la leña un

²⁵⁸ Sáenz, A. Historia Agrícola de Costa Rica. Depto. Publicaciones UCR. San José, Costa Rica, 1970, p. 169.

²⁵⁹ Hale, 3. citado en: Fernández, R. Costa Rica en el S. XIX, EDUCA, 1970, p. 32-33.

²⁶⁰ Billey, P. Costa Rica et son avenir. A. Giard, Libraire, 1889, p. 94.

²⁶¹ Guzmán y otros, op. cit., p. 17-18.

factor limitante, es posible que fuera más bien la lentitud de los bueyes lo que puso fuera de uso al trapiche de bueyes en la región de Alajuela, aunque tuvieran mazas de hierro. En efecto, en las faldas de los volcanes Poás y Barba, la gente usualmente llama trapiches a los movidos por rueda hidráulica y llama despectivamente "trapichillo" a los pocos de bueyes que por un tiempo coexistieron.

Hubo entonces menor número de trapiches de molienda, pero mejor utilizados por el uso de la rueda hidráulica y así ocurrió el cambio trascendental del uso de la fuerza animal por la energía hidráulica.

Ahora, la rueda hidráulica significó un subproducto tecnológico ya que la máquina de vapor ya se había desarrollado en Inglaterra en el S. XVIII y a finales del siglo pasado era la fuente más activa en los países industrializados, junto a las turbinas, como mejor forma de utilización de energía hidráulica²⁶².

En realidad la rueda hidráulica fue el máximo representante de la revolución tecnológica medieval²⁶³²⁶⁴, pero llegó a nuestro país con varios siglos de atraso. Sin embargo es justo indicar que las ruedas utilizadas en los trapiches fueron las más eficientes.

Opina el historiador Carlos Meléndez que no hay informes que señalen como operaban los molinos de trigo, pero ya que el caballo o burro eran muy caros, que posiblemente fueran movidos por fuerza hidráulica por estar en una zona de abundantes aguas²⁶⁵, pero las pruebas documentales son muy débiles y más bien corresponden a deducciones. Pero lo cierto es que se habla de molinos pero no se indica la forma de energía, aunque se ha dicho que el molino típico era hidráulico y se propone un modelo que posiblemente no fuera el usado, debido a su complejidad.

Causas de la desaparición de los trapiches hidráulicos

En este caso pareciera que se está ante una teoría multifactorial ya que los entrevistados siempre mencionaron varias causas o por lo menos, las causas no afectaron a todos por igual. Se presenta enseguida una lista de los principales factores que condujeron a la desaparición de los trapiches:

1. En la primera parte de la década de los años cincuenta, los precios del café alcanzaron considerables alzas, lo cual condujo a que los agricultores cambiaron los cultivos de caña por los de café, en tierras de por sí muy apropiadas para este cultivo.
2. El tipo de trabajo era sumamente fuerte y duraba varios turnos, día y noche, sin que hubiera cuadrillas de reemplazo, lo cual era agotador. Por otro lado, el apareamiento de leyes laborales en la década de los cuarenta, que protegían al trabajador, hizo que se limitara la mano de obra.

²⁶²Smith, op. cit., p. 143-147.

²⁶³Reynolds, T. S. Medieval roots of tite industrial revolution. *Sci. Am.* 251 (1): 108-116, 1984.

²⁶⁴Gimpel, J. *Tite medieval machine*. Penguin Books, U.S.A., 1976 (cap. 1).

²⁶⁵ Meléndez, op. cit., p. 120.

3. El aumento en el grado de urbanización pudo haber sido también un factor determinante, por cuanto restringió y en muchos casos limitó la acción de los trapiches. De hecho muchos han desaparecido para dar lugar a urbanizaciones. Además, el área de cultivo se restringió o se tuvo que transportar la caña a mayor distancia, aumentando el costo.

4. La difusión de la educación y la modernización del estado fue un fenómeno importante y así, la obtención de mejores empleos y con menos esfuerzo para los hijos de antiguos trabajadores de trapiches, fue una realidad.

5. La escasez de agua se hizo sentir, no sólo por una merma del caudal propia de procesos de deforestación, sino porque el agua se utilizó como fuentes para la cañería de varios poblados. Hubo también falta de organización de los usuarios en el mantenimiento de las pajas de agua y en cuanto al uso equitativo del recurso.

6. Cambio de valores culturales: Aunque los entrevistados no mencionaron este punto, a ojos vistas el país tuvo un interesante proceso de transformación cultural iniciado en la década de los años cincuenta: industrialización, expansión de la educación, telecomunicaciones, televisión, carreteras, etc. Dentro de esta esfera, el uso del dulce era un resabio de tiempos pasados y rápidamente fue sustituida por el azúcar. Los viejos costarricenses tomaban "aguadulce", una bebida casi desconocida por muchos en el medio urbano.

7. Todavía podría pensarse que la revolución cubana tuvo algo que ver en la cuestión. Indudablemente, el cierre del mercado norteamericano hizo que la cuota azucarera se ampliara en los otros países productores de azúcar y se aumentó el área de cultivo en zonas neocañeras, lo mismo que la producción de azúcar. Sin embargo, ya los trapiches habían entrado en una fase decadente en esa época.

8. Tal vez la falta de estímulos económicos a la actividad trapichera incidió en forma importante, cambiándose el tipo de cultivo. De hecho, las áreas en que antes había caña ahora se han cultivado de café. Además, es indudable que los cultivos de exportación reciben mayores ventajas y la producción de dulce era destinada al consumo interno.

9. Finalmente, se ha dicho que con la desaparición física del trapichero desaparece la actividad. Han muerto los abuelos y los padres también, encontrándose con poca frecuencia en manos de los nietos, pero con la muerte de los viejos muere la actividad. Se ha encontrado que resulta más fácil entregar caña a los ingenios en vez de procesarla en los trapiches.

El caso de los trapiches hidráulicos ha resultado un fenómeno único en Costa Rica, por representar la sustitución de energía animal por hidráulica, hecho ocurrido a finales de siglo. También fue un caso de transferencia tecnológica tardía y restringida en espacio a las faldas de los volcanes Poás y Barba, y así mismo, el uso dado a la rueda fue limitado fundamentalmente a los trapiches.

Guillermo Rohmoser

CENTENARIO DE LA ELECTRICIDAD EN COSTA RICA

Summary: *Costa Rica got its start in the use of electricity merely two years after the first lights were turned On in New York One hundred old years later, this remarkable process of change has extended to all corners in the country and to all aspects of its national life.*

Resumen: *La temprana electrificación de Costa Rica —apenas dos años después de la de Nueva York— es el punto de partida de un notable proceso que se ha extendido a todo el país y a todos los aspectos de la vida nacional.*

El 9 de agosto 1984 hizo exactamente 100 años que el Presidente don Próspero Fernández inauguró el alumbrado eléctrico en las calles de esta Ciudad.

En 1882, dos años antes, se inauguraba el alumbrado eléctrico en la Ciudad de Nueva York. Desde esa inauguración el Ing. Manuel V. Dengo quiso que la Ciudad de San José fuera alumbrada de la misma manera. Al año siguiente, en 1883, se asocia con el señor Luis Batres, ciudadano de gran prestigio de origen guatemalteco y funda la Compañía Eléctrica de Costa Rica.

Un año después de fundada la Compañía ponen en operación la primera planta hidroeléctrica que estaba situada cerca de lo que es la fábrica de hielo, hoy en día en Barrio Aranjuez. Esta Planta utilizaba el sobrante de agua de la cañería que surtía la Ciudad de San José, aprovechando una caída de 15 metros.

El alumbrado eléctrico que se inauguró en esa memorable fecha consistía en 25 luminarias del tipo de arco Thompson Houston.

Esa noche y las noches posteriores venían romerías de gentes de todos los rincones del país a admirar esta maravilla de iluminación. Los comentarios eran diversos porque no querían creer que una lámpara se alumbrara sola y la gente comentaba que los alambres eran huecos y que por dentro eran tubos donde pasaba el canfín.

El éxito alcanzado por este alumbrado fue tan grande que en los años sucesivos se hicieron plantas hidroeléctricas adicionales para alumbrar otras ciudades del país.

En 1887 la Compañía Eléctrica de Costa Rica firmó un nuevo Contrato con la Municipalidad de San José, en el cual llegaría a instalar un total de 50 luminarias. Dentro del Contrato se estipula "El alumbrado se encenderá al anochecer y durará hasta el amanecer, con excepción de las noches en que haya luna, que no se encenderán durante las horas en que la luz de la luna sea suficientemente clara para transitar por las calles, mas si el tiempo está nublado se encenderá hasta tanto que aclare. Si ocurriere algún caso fortuito, por el cual haya de suspenderse el alumbrado eléctrico, la empresa lo reemplazará con alumbrado de canfín a más tardar a la tercera noche después que haya faltado".

En el año de 1889 la Compañía Eléctrica de Costa Rica cambia su nombre a Compañía de Luz Eléctrica de Costa Rica. Pocos meses después, esta Compañía desaparece y se funda la Costa Rica Electric Light & Traction Company Ltd., encabezada por don Minor Keith y en este mismo año entran en operación dos plantas hidroeléctricas adicionales, una conocida con el nombre de la Planta de Torres, con una capacidad de 100 KW y la de Anonos, con una capacidad de 600 KW, que actualmente está en uso y es propiedad de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. En 1889 esta Compañía instaló el primer tranvía que corría desde la estación del Ferrocarril del Norte hasta la boca de La Sabana.

En años posteriores, por el éxito alcanzado con el tranvía, se extendieron los ramales desde San Pedro de Montes de Oca hasta el final de La Sabana. Lo mismo que del Ferrocarril al Pacífico, hasta Guadalupe. También hubo otro ramal desde lo que es la Cantina Chelles hoy en día, hasta la Plaza González Víquez. El tranvía terminó el 1º de agosto de 1950, cuando la Municipalidad de San José rescindió el Contrato con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Esta Empresa construyó la Planta Hidroeléctrica de Brasil que entró en funcionamiento en el año 1912, con una capacidad inicial de 1.500 KW y actualmente en uso.

En 1894 da inicio la Compañía de Luz Eléctrica de San José, Heredia y Alajuela, dueño de esta Compañía el caballero don Francisco Mendiola Boza y construye la Planta Hidroeléctrica de Río Segundo que entra en operación en el año de 1896, con una capacidad de 250 kilovatios, actualmente en uso. Don Francisco falleció en 1904 quedando esta Empresa en manos de su señora doña Piedad Zaldivar de Mendiola. Doña Piedad aumentó la capacidad generadora de su Empresa, construyendo la Planta de Porrosatí en 1908 y esta Planta trabajó hasta 1956, con una capacidad de 300 KW.

En el año de 1911 se funda la Compañía Nacional de Electricidad por el distinguido caballero don Felipe J. Alvarado y le compra las acciones y todos los bienes a la Compañía de Luz Eléctrica de San José, Heredia y Alajuela y en ese mismo año don Felipe construye la Planta de Hatillo, Planta que trabajó hasta 1944. En 1912 entra la Planta Hidroeléctrica de Belén construida por don Felipe, con una capacidad inicial de 2.500 KW. Esta misma Compañía instaló el primer servicio de teléfonos del país.

En el año 1922 se fundó la Compañía Nacional Hidroeléctrica S. A., la cual construyó la Planta Electriona. La Planta Electriona fue inaugurada en el año 1928.

En 1927 llegó al país la Electric Bond & Share Co. y compró las acciones y los bienes de las tres compañías: Costa Rica Electric Light & Traction Company, Compañía Nacional de Electricidad y Compañía Hidroeléctrica S. A.

En 1941 el Congreso de la República pasa el Contrato No. 2, en el cual se le da nombre a la refundición de las tres compañías y se pasa a llamar Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S. A. De ahí es muy conocido dentro de los costarricenses que cuando se refieren a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, la llaman "Las Compañías Eléctricas"

En 1968 El ICE adquiere todas las acciones en poder de la Electric Bond & Share y hoy en día es una empresa netamente nacional.

Desde 1884 en que empezamos con un abonado que es la Municipalidad de San José y con una demanda de 25 KW, tenemos hoy 208.420 abonados y una demanda de 256.792 KW.

Rodrigo Gutiérrez Sáenz

DESARROLLO DE LA ATENCION MÉDICA EN COSTA RICA

Summary: *The history of the development of health services in Costa Rica, from the Spanish Con quest up to recent times, is here analyzed from the viewpoint of the socio-economic structure of the country, which on its turn reflects the capitalist system of which it is a part. The 1941- 1948 period is subject of a more detailed consideration, since this is the epoch when fundamental and far-reaching social reforms were introduced, whose beneficial results last till today.*

Resumen: *La historia del desarrollo de la atención médica en Costa Rica, desde la conquista hasta nuestros días, se analiza en este artículo desde el punto de vista de la estructura socio-económica del país, inserto a su vez en la economía capitalista. Se estudia en detalle el período 1941- 1948, como determinante en la introducción de grandes reformas sociales que perduran hasta nuestros días.*

La atención médica durante la conquista y la colonia

Varios autores han demostrado que durante la conquista de Costa Rica, no se hizo ningún esfuerzo para dar atención médica a las masas indígenas, por parte de los españoles. Por el contrario, durante este período se destruye su sistema agrícola y su organización social y con ellos desapareció la atención médica que recibía la población indígena de sus médicos (sukias)²⁶⁶. Este hecho contribuyó, junto con la apropiación de la tierra por parte de los conquistadores, el sometimiento de los indígenas a diversas formas de servidumbre, una población carente de defensas inmunológicas a las enfermedades de los españoles y el envío de grandes cantidades de hombres jóvenes como esclavos cargadores para la conquista del Perú, al vertiginoso descenso de la población indígena, fenómeno conocido como "catástrofe demográfica"²⁶⁷. Estas características del crecimiento de la población se mantendrán por dos siglos, pudiéndose distinguir dos fases: una cuando la población indígena disminuye aceleradamente y aumenta la población no indígena, dando como resultado un crecimiento poblacional muy lento de alrededor de un 2% anual, hasta 1700. De 1700 y hasta 1778, disminuye el aceleramiento de la reducción de la población indígena porque disminuyen la frecuencia de las epidemias y aumenta el crecimiento de los blancos y los mestizos. La disminución de la población indígena se mantendrá hasta 1801²⁶⁸.

Durante la Colonia, el Gobierno Español elaboró políticas generales para atender los problemas de salud y por medio de las Leyes de Indias regulé la práctica de la medicina en sus colonias. Los protomedicatos se responsabilizaron de administrar estos asuntos desde los Virreinos, los que estuvieron siempre muy lejanos de Costa Rica, que durante todo este período se vio privada de servicios médicos calificados y aún de boticarios, debido a la poca importancia económica que para la Corona tenía esta región²⁶⁹. Sin embargo se dictaron medidas para evitar la destrucción de la fuerza de trabajo, tales como "prohibir el repartimiento de indios durante el período álgido de las epidemias y a la posterior reubicación de los sobrevivientes"²⁷⁰. Así mismo, las autoridades coloniales prohibieron la exportación de productos alimenticios a Nicaragua

²⁶⁶ Rivas Ríos Francisco, Desarrollo histórico de la práctica médica y los problemas de salud en Costa Rica (1880-1930), en polígrafo, Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, 1978.

²⁶⁷ Cardoso F.S. y Pérez B., Héctor. Los métodos de la historia. Una Introducción a los problemas, técnicas y métodos de la historia demográfica económica y social Publicaciones Universidad de Costa Rica, 1975.

²⁶⁸ Zelaya Chéster. Costa Rica contemporánea. Tomo IT. pág. 30, Ed. Costa Rica, 1979.

²⁶⁹ Barrionuevo Montealegre, José Ma. Medicina de la Colonia. Imprenta Lehmann, pág. 15. 1967.

²⁷⁰ Bolaños Villalobos, Rafael Angel. Contribución al estudio del decrecimiento de la población nativa de Costa Rica, durante el período colonial (1502 -1 821). Tesis Universidad de Costa Rica, pág. 106. 1981.

y Panamá, para proteger a la población del hambre y la miseria, cuando había disminución de la producción.

Con relación a las enfermedades más frecuentes en la Provincia de Costa Rica, especialmente la tuberculosis, la sífilis, la lepra, la rabia canina y la viruela, las autoridades dictaban medidas sanitarias mínimas, como la obligación de incinerar la ropa de los enfermos, una vez muertos. En-el caso de la lepra, se dictaron medidas a finales del siglo XVIII destinadas a aislar a los enfermos pero la pobreza del gobierno impidió la realización del proyecto. Para combatir la rabia canina, se hacían periódicamente, campañas para matar a los perros sin dueño²⁷¹.

Los servicios de atención médica, propiamente, fueron escasos y destinados a las familias más acomodadas, y que recaía en médicos y cirujanos en número escaso, muchos de dudosa formación profesional y que generalmente eran remunerados en especie. En términos generales, la burocracia colonial y los sectores dominantes, preferían trasladarle al Protomedicato de Panamá, cuando una enfermedad grave así lo demandaba.

Para la población pobre la atención médica estaba dominada por curanderos que eran al mismo tiempo. Pequeños propietarios o comerciantes locales y frailes, todos usaban principalmente yerbas en su terapéutica, muchas de ellas herencia de la medicina indígena, destruida. La borraja, el cardosanto, el frailecillo, el guaitil, el sándalo y la caña agria, eran algunas de las muchas yerbas que desde aquel entonces gozan de la confianza popular en el país²⁷².

Los indígenas que ejercían la medicina autóctona, especialmente los sometidos al trabajo forzado, fueron perseguidos como brujos y herejes, a pesar de que buena parte de los conocimientos que estas tribus tenían, sobre la salud, la enfermedad y de la terapéutica herboria fue aprovechada en el propio beneficio de los colonizadores.

Durante tres siglos, el proceso de acumulación de capital fue modesto pero importante, porque permitió el desarrollo de alguna experiencia empresarial, la construcción de obras de infraestructura y prepararon al país para su inserción en el sistema comercial mundial con la exportación de café a partir de 1832.

Con la caída del ciclo cacaotero, a finales del siglo XVIII, cuando el principal cliente de Costa Rica, Nicaragua, se hace autosuficiente en la producción de este fruto, el tabaco experimenta un auge a partir de 1766 y hasta 1792, cuando termina el monopolio de este producto que se inicia en 1787, para abastecer a todo Centroamérica. Consecuencia de este hecho de importancia económica es el incremento de la población en San José y otras pequeñas poblaciones del Valle Occidental, en detrimento de la población de Cartago, que era la capital de la provincia. "La inmigración, el crecimiento natural y la drástica reducción de mano de obra indígena, obligaron a muchos colonos a instalarse en los valles de Aserrí, Santa Ana, Barva, la Mata Redonda y Boca del Monte, donde vivieron aislados metidos en la montaña, separados por serranías y ríos difíciles de pasar en épocas de lluvia por falta de puentes"²⁷³. La acción de las autoridades coloniales eclesiásticas facilitaron el agrupamiento poblacional con el propósito de ejercer mayor control administrativo e

²⁷¹ Archivo Municipal, No. 483, Folio 72 vuelto, año 1714.

²⁷² Von Bülow, Tulio. "Apuntes para la historia de la medicina en Costa Rica durante la colonia". Revista de los Archivos Nacionales, vol. IX, No. 142, pp. 43-63, 1945.

²⁷³ Monge Alfaro Carlos. Historia de Costa Rica. latd. Coor, y aum., Librería Trejos, 1976.

ideológico, lo que se traduce, a finales del siglo XVIII, en la formación de tres núcleos urbanos primitivos: Villa Vieja, donde se asienta hoy día la Ciudad de Heredia; Villa Nueva de la Boca del Monte, origen de San José y Villa Hermosa, hoy día Ciudad de Alajuela. De todas ellas, es San José, la que experimentó el más rápido crecimiento²⁷⁴.

En 1784 se levantó un Censo en Cartago para conocer el número de leprosos y se destinaron casas para aislar los enfermos. Asimismo se dictaron medidas tendientes a prohibir el matrimonio con y entre enfermos de lepra y para que la ropa y los muebles de los enfermos se trasladaran al sitio de reclusión y las casas habitadas por los enfermos "se picaran en sus paredes exteriores e interiores hasta una pulgada y se removieran los pisos y ventanas y se lavaran los techos y marcos de puertas y ventanas con vinagre de maguey u otra sustancia conocida contra el contagio, etc."²⁷⁵.

El primer hospital del país, pareciera corresponder al de Cartago, cuando la Real Audiencia dispuso "convertir el edificio de los Padres Misioneros de San Francisco, en la Soledad de Cartago, en Hospital", en 1784²⁷⁶. La primera vacunación contra la viruela se intentó en febrero de 1805 y en 1806 se fundó una Junta Provisional de Vacunación que levantó, bajo la dirección del Dr. Manuel del Sol, médico enviado por la Audiencia de Guatemala para la coordinación y ejecución de la vacunación, un detallado censo de los inoculados por residencia, sexo, edad, raza, fecha de vacunación, etc.²⁷⁷. Para el año de la independencia, 1821, existían dos instituciones de salud: la Junta de Sanidad creada por el Ayuntamiento de Cartago y la Junta Filial de Vacunación.

La atención médica en la República

La independencia y el surgimiento de la República se encuentran rodeadas de condiciones particulares que van a darle ciertas características al Estado Costarricense, en materia de salud: 1. La independencia toma al país en un período de grandes dificultades económicas; 2. No había una población indígena que justificara la existencia de un ejército para su control y explotación; 3. En 1832 se inicia la exportación de café; y 4. La economía cafetalera se enfrentó, desde los inicios, al problema de la escasez de mano de obra. Por lo tanto, estas condiciones favorecieron la formación de un gobierno civilista y legal, donde se daría gran importancia a la inversión en infraestructura (camino, salud, escuelas, puentes) y se desalentaría la formación de un verdadero ejército.

La intervención del Estado durante todos estos años fue mínima en las actividades productivas y comerciales privadas, incluyendo la atención médica, donde en un principio era el patrón el que se la proporcionaba al trabajador en caso de enfermedad, gasto que el trabajador debía pagar con su trabajo. En cuanto a la salud pública, el Estado decretó partir de 1836 el Reglamento de Policía de Salubridad Pública que, con muy pocas reformas, permaneció normando las condiciones de salud

²⁷⁴ Meléndez Chaverri, Carlos. Historia de Costa Rica. Ed. Universidad Estatal a Distancia, pág. 72. San José, Costa Rica, 1983.

²⁷⁵ Von Bülow, Tulio. Obra citada, pág. 464 y 465.

²⁷⁶ Barrionuevo Montealegre, José Ma. Obra citada, pág. 30.

²⁷⁷ Guatemala No. 851, alÍo 1805, Enero 25, Hoja 20. Reglamento para la propagación y estabilidad de la vacuna en el Reino de GuateMala; y, Cartago, No. 960, año 1805, mes: febrero, día 9, hojas 2. Bando del Gobernador Acosta, haciendo saber que se ha nombrado al facultativo Lic. Manuel del Sol para dirigir la vacunación contra la viruela y ordena que: "sin excusa, todos se han de inocular con el fluido pagando los pudientes 2 reales y nada los pobres".

hasta 1927 y que contenía disposiciones a nivel colectivo e individual para prevenir las epidemias, tales como limpieza de establecimientos, casas, corrales, jardines, etc. y prohibía las concentraciones en salas, mercados e iglesias, en caso de epidemias. Durante este período, 1836, se crean las Juntas de Sanidad: a nivel nacional, la llamada General, a nivel provincial, las Juntas de un Partido y, a nivel cantonal, las Juntas de Caridad. Estas últimas se regían por un reglamento que en su artículo 28 establecía: Estas juntas tendrán por objeto la asistencia de enfermos infelices, cuidando se les suministre las medicinas necesarias, el vestuario preciso y los alimentos análogos, según las recetas e instrucciones de la materia, dando cuenta semanalmente a la Junta de Sanidad, del estado de los enfermos y de los medios que necesitan para auxiliarlos". Otro artículo, el 20, establecía: "procurarán que las de Caridad sean numerosas con el fm de que haya una en cada parroquia, también en cada una se nombrarán señoras de probidad y buena disposición de servicio de la humanidad".

La preocupación del Estado por el desarrollo de la atención médica se deduce del siguiente párrafo extraído del Mensaje del Jefe del Estado a la Asamblea Legislativa en 1829: "...si se compara el número de muertos con el de nacidos en clima tan sano, se observará que el Estado pierde mucho progreso de su población, ya por la incuria y torpeza con que son tratados los enfermos y principalmente las parturientas, entre la gente ignorante y pobre, ya también por la bárbara indiferencia y abandono con que se miran entre las mismas gentes las enfermedades de los niños. Cree el Poder Ejecutivo que esto se remediará con dotación bastante de los fondos Municipales y una botica surtida por los mismos fondos, siendo deber del facultativo el instruir a las parteras en su operación y algunos jóvenes que se apliquen o dedique la municipalidad a ejercer la facultad en los demás..."

En 1857 se creó el Protomedicato de la República que jugó un importante papel en los siguientes años, pues se intenta abrir una Facultad de Medicina que alcanza a formar tres profesionales y que en general, organiza el ejercicio de la profesión médica para satisfacer las necesidades de los grupos adinerados y dicta algunas medidas de carácter sanitario. El resto de la población continuó en manos de curanderos y recurriendo a la medicina casera.

En los años siguientes y hasta 1930, conocido como período liberal de la República, favorecido por la acumulación de capital que produce la exportación de café, se impulsa la construcción de ferrocarriles, caminos y otras obras de infraestructura, especialmente en las zonas donde se cultiva el café. Aparece el enclave bananero facilitado por la exportación de capitales que distingue a la primera expansión imperialista del capitalismo mundial, lo que hace aún más crítico el problema de la insuficiencia de mano de obra, lo que se resuelve parcialmente con la importación de la misma.

En el campo de la salud y de la atención médica, este período se caracteriza por el esfuerzo que hace el Estado para sanear al puerto de Puntarenas, el más importante del país hasta finales del siglo pasado, cuando alcanza gran desarrollo la producción bananera en manos de la United Fruit Company en Limón, después de cuantiosas inversiones que hace el Gobierno de Costa Rica, se convierte en el principal puerto de exportación. Este hecho se deduce de la información que en 1905 le envía el Gobernador de la Comarca de Limón al Gobierno: "...Los esfuerzos hechos por el gobierno para el definitivo saneamiento del Puerto de Limón, están dando ya buenos resultados en nuestro trópico marítimo pues la seria cuarentena impuesta en los

puertos del Estado de Luisiana, Estados Unidos, ha sido suavizada últimamente en lo tocante a barcos procedentes de nuestro puerto...²⁷⁸.

Al interior del país, surgen las instituciones hospitalarias en cada provincia según su importancia en el desarrollo económico. Será a partir de la segunda década del presente siglo, cuando la salud y la atención médica tendrán un notorio desarrollo, después de la Primera Guerra Mundial, que deja al país en condiciones de profunda crisis económica por los precios bajos que alcanzan los productos de exportación que se traduce en desocupación y pobreza para las mayorías, hecho que se refleja en mortalidad infantil que alcanza, en 1922, la tasa más alta de su historia: 220.0 por cada mil nacidos vivos.

En 1915 se funda el Instituto de Higiene que contó con la colaboración económica y técnica de la Fundación Rockefeller. El mismo año se iniciaron intensas campañas para combatir la infestación anquiostomiasis, en ese entonces primera causa directa e indirecta de mortalidad en el país. El 12 de julio de 1922 se crea la Subsecretaría de Higiene y Salud Pública. En 1925 se establecen las Agencias Principales de Policía e Higiene y Salud Pública para hacer cumplir las leyes y reglamentos de higiene. Ese mismo año se aprueba la Ley sobre Accidentes de Trabajo que venía peleando el movimiento obrero desde 1907 y en 1928 se crea el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

Las demandas populares que se suceden a lo largo de este mismo período están íntimamente relacionadas con los aspectos de salud, pues, la acumulación de capital que el país ha tenido, alternando con crisis económicas internacionales, traen al país desocupación para amplios sectores de trabajadores y marcado deterioro de la salud colectiva. Las principales fechas del movimiento popular son: en el período de 1870 a 1890 movimientos de huelga provocados por los trabajadores chinos e italianos traídos para la construcción del Ferrocarril al Atlántico, que lucharon por mejorar su condición económica y laboral²⁷⁹. En 1907 se inicia una lucha que durará 18 años por una Ley sobre Accidentes de Trabajo. Alrededor de estas luchas se organizan las Sociedades Mutualistas, origen del sindicalismo militante y se funda el Centro de Estudios Sociales Germinal entre cuyos dirigentes destaca el maestro Joaquín García Monge, quien junto a otros destacados intelectuales y líderes obreros, impulsan la constitución de la Confederación General de Trabajadores. En 1917 el movimiento obrero logra que en la Constitución de la República se apruebe, en el artículo 10, una regulación de las relaciones obrero patronales que beneficia a los trabajadores en caso de enfermedad, vejez, accidente y paro de trabajo involuntario. En la discusión de este artículo, los diputados ya hacen referencias sobre limitación de la jornada de trabajo a 8 horas, obligatoriedad del descanso semanal, indemnización por riesgos y responsabilidad empresarial por los accidentes que sufrían los trabajadores. En 1920, después de un importante movimiento huelguístico, los trabajadores logran la jornada de 8 horas. En 1923 el Congreso de la Confederación General de Trabajadores apoya el programa del Partido Reformista que su líder máximo, el General Volio, presenta a dicho congreso y en 1925 se logra la aprobación de la ley que obliga a los patrones a pagar un seguro de accidentes en favor de los trabajadores en el Banco Nacional de Seguros.

²⁷⁸ Ortiz., B.C.R. Leyes y Decretos. El 28 de marzo de 1892 se había aprobado el contrato con la Scría de Fomento y Mr. Minor Cooper Keith y Mggs, para emprender en Puerto Limón las obras de saneamiento, tajar y rellenar, desagües de la población, macadam de las calles, distribución de agua, tubería y canalización para la ciudad.

²⁷⁹ De la Cruz de Lemus, Vladimir. Luchas sociales en Costa Rica. Editorial Costa Rica, 1981.

En 1931 se funda el Partido Comunista de Costa Rica que incorpora dentro de su programa de lucha, entre otros puntos, el establecimiento de los seguros sociales a cargo del Estado para los sectores desocupados, accidentes de trabajo, enfermedades en general, vejez, maternidad, abolición del trabajo de los niños; reglamentación del trabajo de los menores y el de la mujer, leyes de organización sindical, derecho de huelga, salarios mínimos, provisión de casas de habitación higiénicas para los trabajadores, medidas de sanidad nacional, colonias sanitarias para niños y débiles, dispensarios y hospitales modernos, casas de maternidad, granjas de descanso, lucha contra las enfermedades sociales, señalando expresamente las venéreas, la tuberculosis y las drogomanías. En 1934, se organiza la primera gran huelga obrera en la zona bananera y se alcanzan mejoras importantes en las condiciones de vida de los trabajadores. Simultáneamente, a partir de esa fecha, el Gobierno responderá a las demandas de las comunidades por el establecimiento de Unidades Sanitarias y mejoramiento de los servicios comunales (agua potable, letrización, aceras, caños y alcantarillado).

Se ha tratado de señalar, en el análisis del desarrollo de la atención médica en Costa Rica, por medio de una descripción muy breve de su historia que hasta 1940 se dieron los siguientes hechos importantes:

1. Que la atención de la salud de la población en Costa Rica se ha organizado, desde los inicios de la conquista española, de la Colonia y de la República, para satisfacer las demandas de los grupos sociales dominantes y de la burguesía, cuando ésta se conforma como clase, bajo cuatro impulsos básicos:
 - a. Para facilitar el desarrollo económico, que acelere la acumulación de capital;
 - b. Para mantener y reproducir la fuerza de trabajo empleada en el modo de producción dominante en el país;
 - c. Acatando las disposiciones sanitarias que exigió el desarrollo del capitalismo internacional, especial el de Estados Unidos;
 - d. Que la atención de la salud y de la enfermedad para los sectores marginados del proceso económico dominante se debía resolver según los principios ideológicos que sustentan la clase en el poder, es decir, bajo el concepto de caridad.
2. Que el desarrollo de las instituciones de salud en el país y fundamentalmente la demanda de sus servicios, se ha reclamado y ganado como un derecho, por parte de las organizaciones populares, para el pueblo de Costa Rica.

1941—1948: Una coyuntura histórica

En la década de 1940 a 1949 se agudizaron en Costa Rica las contradicciones entre la oligarquía tradicional y el sector liberal que había dominado toda la vida económica y por lo tanto política de las décadas anteriores del presente siglo y que tanto pesan en la conformación del Estado Costarricense, porque muchas veces los sectores liberales se vieron obligados a buscar apoyo en las masas obreras y campesinas, lo que los lleva a definir el Estado como un Estado benefactor y civilizador que logre atenuar las contradicciones de clases. Sobre este particular decía don Ricardo Jiménez Orearuno, el más destacado liberal costarricense de este siglo y tres veces presidente: "...El Estado debe intervenir para evitar el progresivo distanciamiento entre las clases sociales, mediante impuestos a los ricos, empleados luego en el beneficio común... la clase pudiente misma, si comprende su propio interés, debe allanarse a compartir con el Estado, en justa proporción, sus ganancias. Si no lo hace dará pábulo a la importación de ideas extremistas que tiendan a la destrucción

del orden existente y que encuentran terreno abonado donde quiera hay injusticias en el repartimiento de los impuestos”²⁸⁰.

En 1940 se dan, en el seno de la clase dominante en Costa Rica, posiciones variadas en cuanto a la forma como deberán resolverse los problemas que se avecinan con la II Guerra Mundial, tomando en cuenta que en ese momento, la economía nacional depende casi totalmente del mercado norteamericano, principal comprador de los productos agrícolas de exportación y proveedor de materias primas y de mercancías para el consumo nacional.

Estas contradicciones entre los sectores liberales y la oligarquía tradicional, también responden a la lucha ideológica que se profundiza en el mundo entre las democracias burguesas, la Unión Soviética y los movimientos de liberación nacional del mundo, por un lado, y los Estados Fascistas por el otro, lo que obliga a las organizaciones populares, democráticas y progresistas, a formar los frentes de lucha contra el fascismo y a plantear un plan de Emergencia para la defensa de los sectores populares que se verán profundamente afectados por la economía de guerra de las grandes potencias, especialmente, la de Estados Unidos.

Efectivamente, en 1941 el Gobierno del Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia acepta la solicitud del Gobierno de Estados Unidos poner en lista negra a los ciudadanos de Alemania, Italia y Japón residentes en el país. Muchos de ellos, especialmente alemanes e italianos, eran dueños de grandes plantaciones de café y caña, así como de importantes comercios en el país y tenían relaciones comerciales y consanguíneas con rancias familias de la oligarquía nacional. La lista negra y la concentración de los ciudadanos alemanes e italianos para ser enviados a Estados Unidos se tomó como tema por los enemigos del Dr. Calderón Guardia para organizar un Golpe de Estado, al que responde el Partido Vanguardia Popular ofreciéndole al gobierno todo su apoyo a cambio de que se aprueben las leyes sociales entre las que se incluye la C.C.S.S., además de algunas otras demandas del Plan de Emergencia que ha preparado ese Partido, entre ellos la creación del Consejo Nacional de Producción. Y efectivamente, “en 1942 el presidente y su equipo gobernante entraron en alianza inestable con el Partido Comunista que buscaba consolidar su rápido ascenso. A esa alianza se plegó la Iglesia Católica, cuyo arzobispo, Monseñor Sanabria, percibió la inconveniencia de que el Gobierno se sostuviera con el apoyo de ese partido y, por decirlo así, corrió en auxilio del Presidente Cameron para darle a este más opciones en el juego y obtener para la Iglesia Católica importantes concesiones, que por cierto irritaron a los liberales anticlericales”²⁸¹.

En 1948 estallará la guerra civil entre los enemigos del Gobierno formados básicamente por los grandes capitalistas agrocomerciantes y de la banca, quienes señalaban “el carácter traicionero” de tal política (del Dr. Calderón Guardia) e insistían en destacar la incapacidad o falta de energía del Presidente y su equipo, para hacerle frente a los graves problemas...”²⁸² “...Claro está” que estos problemas no eran inventados ni novedosos. Todos ellos obedecían a factores o procesos heredados del orden económico de la República Liberal, cuyos efectos negativos habíanse agudizado por la situación de la Guerra. Pero lo cierto es que los grandes capitalistas agro-

²⁸⁰ Láscaris, Constantino. Desarrollo de las ideas filosóficas en Costa Rica. Pág. 211. Ed. Costa Rica, 19.

²⁸¹ Backer James. La iglesia y el Sindicalismo en Costa Rica. San José, 1974.

²⁸² Zelaya Antonio. La inflación y sus consecuencias en la economía. Imp. Nac. Costa Rica. 1944.

comerciales y de la banca estaban descontentos, a la altura de 1942, con un régimen que había intervenido con mano dura los intereses económicos alemanes, que predominaban en las ramas del café, el azúcar y la banca. Con estas medidas se amenazaba a la clase capitalista en su conjunto y se contribuía a crear un clima de incertidumbre²⁸³. El otro grupo enemigo del Gobierno estaba representado por "los estratos de la clase media urbana, que vieron más frustradas sus aspiraciones de ascenso social, por la imposibilidad de mantener, en medio de la guerra que encarecía o impedía las importaciones, un alto y diversificado patrón de consumo de bienes suntuarios"²⁸⁴.

Del lado del Gobierno estaría el Partido Vanguardia Popular, que llevan el peso de la guerra civil, donde murieron defendiendo la reforma social, centenares de sus militantes²⁸⁵.

Los ocho años que transcurrieron entre 1941 y 1948, que conmovieron profundamente la vida nacional, recién está comenzando a ser estudiada científicamente, es decir, libre de las pasiones e intereses que estuvieron en juego.

Todavía tendremos que esperar unos pocos años para que surja, limpiamente, la verdad histórica. Pero, desde el punto de vista del Estado y de la atención médica podemos señalar cuatro hechos importantes.

1. Que el Estado se modernizará con la Constitución de 1949, la que representa el pacto social y económico entre los liberales y la oligarquía tradicional, donde los primeros logran sacarle claras ventajas a la segunda. En la Asamblea Constituyente de 1949 estuvieron ausentes, consecuencia lógica del resultado de la guerra civil, los representantes de los sectores populares mayoritarios, los calderonistas y los comunistas.
2. Las bases para la organización de la atención médica que se establecieron en este período de ocho años, permitieron el inicio de un proceso irreversible y que ha servido de matriz para el desarrollo del actual sistema de atención médica nacional.
3. La amplia y dramática participación que tu. yo en este período, pero especialmente en los campos de batalla, el proletariado y los trabajadores pobres, en defensa de su derecho a una atención médica que sustituyera el viejo principio oligárquico liberal de la caridad, fue tan grande que debió ser reconocida por quienes ganaron la guerra junto a otros derechos sociales, como un proceso irreversible, si querían la paz para consolidar el poder político. Por cierto que este reconocimiento sirvió de "piedra de escándalo" para que importantes dirigentes de la oligarquía agroexportadora rompieran política- mente con el grupo más beligerante y progresista de los liberales, los socialdemócratas de entonces.
4. En la Constitución de 1949 y en las medidas que toma la Junta de Gobierno que preside don José Figueres en los años de 1949 y 1950, se chorrean los cimientos que permitirán modelar un Estado que permanece casi intacto hasta nuestros días,

²⁸³ Backer James. Obra citada.

²⁸⁴ Vega Carballo, José Luis. Costa Rica, coyunturas económicas, clases sociales y Estado en su desarrollo reciente. (1930-1975), polígrafo, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica, 1977.

²⁸⁵ Schiffet, Jacobo. La fase oculta de la guerra civil en Costa Rica Educa, 1979.

ajustado a las necesidades del proyecto político, es decir, económico y social que impulsará desde entonces el Partido Liberación Nacional.

El modelo actual de atención médica

El modelo o sistema de atención médica actualmente en vigencia responde a la conjugación de las mismas determinantes ya señaladas para otras etapas de desarrollo económico del país. Internacionalmente, el proyecto propuesto por Estados Unidos en Punta del Este. La Alianza para el Progreso, marcará el camino que deberá recorrer Costa Rica hasta el presente, junto a las demás naciones latinoamericanas, en materia de desarrollo social, como una respuesta al desarrollo que simultáneamente tendrá Cuba, bajo un modo de producción socialista, que prevé grandes mejoras en el campo de la salud, la educación, la vivienda, y, en general, el desarrollo económico. Al interior del país, el modelo de atención médica se desarrollará según el proyecto político del Partido Liberación Nacional (PLN) sosteniendo siempre algunas contradicciones menores con la oligarquía agroexportadora.

Las organizaciones comunales y políticas populares, a pesar de haber sido reprimidas fuertemente (después de la guerra civil de 1948 y en la Constitución Política de 1949 y hasta 1975, se prohibía la inscripción electoral de los partidos populares revolucionarios de inspiración marxista) cumplieron un papel fundamental en este período, apoyando las medidas del PLN que tendían a ampliar los derechos democráticos en materia de salud y combatiendo fuertemente y con éxito las que ponían en peligro la estabilidad de las instituciones de salud creadas por y con las organizaciones populares y para beneficio de las mayorías costarricenses.

En sus características principales, el PLN expresa un proyecto político impulsado por los sectores empresariales de nuestra clase gobernante que, en—contradicción con la oligarquía tradicional, tienen una visión un poco más moderna de la complejidad de la economía mundial del capitalismo de posguerra y que, por ello, están dispuestos a impulsar la modernización del Estado. Ideológicamente es la nueva generación de liberales que demanda una mayor intervención del estado en la dirección y aún en la participación de la producción. Las ideas neoliberales tomarán cuerpo, a finales de la década de los años 30, en el seno del llamado Centro de Estudios para problemas nacionales que posteriormente, en 1946, se convertiría en Partido Socialdemócrata, matriz, en donde nace en 1951, el PLN.

Desde un principio, la salud aparece como uno de los puntos fundamentales en el programa de Gobierno del PLN, pero ya no sólo como necesidad de protección, reparación y reproducción de la fuerza de trabajo, sino además, como un instrumento político para aglutinar alrededor de sus banderas a aquellos sectores importantes en su corriente político-electoral: la burocracia estatal, las capas medias de la ciudad y el campo. Buena parte del fortalecimiento electoral del PLN en las décadas del 50 y 60 se hace a base de aumentar los beneficios de la seguridad social para la burocracia estatal y la atención médica y la medicina preventiva, así como los demás servicios públicos, a la pequeña y mediana burguesía de la ciudad y el campo.

En 1965 la dirección del PLN presenta su Plan Nacional de Salud que consolida todas las medidas que anteriormente se han tomado a nivel jurídico e institucional, para ampliar los servicios de atención médica a toda la población, entre ellas la más importante: la incorporación, como precepto constitucional, de la obligatoriedad de universalizar la atención médica por medio de la CCSS, dictada en 1961. Este Plan ya contempla las tres etapas para la unificación de los servicios de atención médica y que

se impulsarán aceleradamente a partir de 1970, porque la derrota electoral de 1966 le entrega el Poder Ejecutivo al grupo más mediatizado por los intereses de la vieja oligarquía agroexportadora.

Posteriormente, en la década de 1970, se impulsarán en el país las políticas de salud claramente definidas en el histórico discurso del Presidente del Banco Mundial, señor MacNamara en 1973, cuidadosamente articuladas en los Planes Decenales de Salud de las Américas y por el propio Gobierno de los Estados Unidos, por medio de la AID y de las fundaciones de ese país, destinadas a llevar atención médica primaria a la población rural, y a obligar a los países subdesarrollados a emprestar millones de dólares del excedente del capital de los países desarrollados, para construir obras de infraestructura, especialmente hospitales y para compra de costosos equipos médicos.

Actualmente, la población se encuentra en su mayoría cubierta por algún tipo de atención médica: el 5% de la población se autofinancia servicios médicos privados, el 75% de la población recibe atención médica por medio de los servicios que ofrece la CCSS y el 15% de la población recibe atención médica primaria básicamente, por medio de los programas de Medicina Social del Ministerio de Salud. Se considera que la población rural dispersa que no recibe atención médica está en una cifra de alrededor del 5%.

El desarrollo de la atención médica durante el período de 1950 a 1980 obedece, según lo hemos señalado a las mismas determinantes que en otros períodos históricos:

1. Las políticas internacionales que dictan los países industrializados a los países bejo su influencia económica-política para ajustar esas economías periféricas a las demandas y necesidades de las economías centrales.
2. Las medidas que en el campo de la salud y la atención médica toma la clase gran propietaria para ajustar el desarrollo económico a las condiciones que le imponen desde fuera; y
3. Las demandas de los sectores populares para mejorar sus condiciones de vida siempre amenazadas de deterioro porque su nivel de vida varía según la clase gran propietaria salga bien o mal librada en sus relaciones con el mercado internacional, totalmente dominado por os países industrializados.

En los últimos ocho años, el proyecto político del Partido Liberación Nacional, en cuanto a atención médica se refiere, fue dirigido a centralizar la misma en la CCSS donde ese partido ha ejercido mayor influencia y donde había más recursos económicos disponibles.

Este movimiento, táctico exclusivamente, evitaba enfrentarse a la fuerza política oligárquica que ha dominado los principales medios de información y que tenía, al comenzar la década, una fuerte representación en la Asamblea Legislativa, como para reformar la Ley Constitutiva de la CCSS y financiar, en el presupuesto ordinario, millonarias sumas para establecer el Servicio Nacional de Salud.

El presente modelo nacional de atención médica ha provocado nuevos problemas por las siguientes razones principales:

1. La atención médica es discriminatoria en cuanto a la calidad de los servicios, entre importantes sectores de la población asegurada (asegurados directos, indirectos,

independientes), entre los asegurados del campo y de la ciudad, entre los asegurados y los indigentes financiados por el Gobierno, entre los asegurados y el numeroso sector de la población que recibe servicios por medio del Programa de Medicina Rural.

2. El organismo rector de la salud pública de hecho es la Junta Directiva de la CCSS, que por su integración, limitaciones legales y reglamentarias, en general por la estructura administrativa misma de la institución, está imposibilitada para el desarrollo de una política nacional de salud coherente. Al mismo tiempo el Ministerio de Salud que, por definición legal y por las características del Estado Costarricense, debe conducir, junto al Consejo Nacional de Salud, la política nacional de salud, no tiene mecanismos legales para someter a su esfera de mando a la C.C.S.S., ni siquiera imponer la coordinación de las acciones de salud.

3. Al haber utilizado una estructura rígida, como es la de la CCSS, que no sufrió adaptaciones para atender la demanda creciente de servicios habida en los últimos 20 años, los servicios han entrado en crisis lo que aumentará la presión sobre esa misma estructura, por parte de los grupos tradicionales de presión (organizaciones gremiales, patronales, etc.) por parte del mismo gobierno y de las organizaciones populares que demandan con justicia, mejor atención médica.

4. Modernamente se concibe la atención médica dentro de un modelo nacional de salud, donde las acciones para el mejoramiento de la salud individual y colectiva responden a diferentes niveles de complejidad del proceso y de la frecuencia con que se presentan los factores que alteran la salud. Los servicios de atención médica son una parte, por cierto muy importante del modelo. Pero nunca, para que el modelo sea eficiente, un servicio puede ser separado de los otros servicios de carácter preventivo o de todo el sistema de seguridad social. En esa forma, la estructura administrativa se irá conformando como estructura de apoyo a las acciones conforme se van resolviendo los problemas básicos, para dar lugar a otros, que generalmente son de más compleja solución.

La posibilidad de ajuste estructural es una de las características fundamentales de la integración de un modelo que tiene como único objetivo mejorar la salud y que requerirá, en ese caminar, de pasos acelerados y de pasos lentos, sólo que pasos dados al unísono por el Gobierno y las instituciones del Estado que en una u otra forma tienen ingerencia sobre los niveles de vida (saneamiento de ambiente, educación, servicios públicos, etc.). Una institución como la CCSS en nuestro país no puede tener una estructura como la que se requiere, pues sus objetivos responden a otras necesidades.

Luciana Sparisci

LA TECNOLOGIA EN ROMA

Summary: *This analysis claims to illustrate how, An the one hand, Rome offers an education focused on obtaining the best politicians possible and how, on the other hand, she also prepares her men in the widest possible variety of techniques found in the cultures available to her. Effective use of these skills, together with an adequate development of native techniques, enables Rome to make her valuable contribution to the history of western technology.*

Resumen: *Este análisis pretende ilustrar cómo, de un lado, Roma ofrece una educación enfocada a conseguir los mejores políticos, y, de otro, capacita a sus hombres en el manejo de las técnicas más variadas de las culturas sometidas por ella. El aprovechamiento de éstas y el adecuado desarrollo de las autóctonas, le permiten la valiosa contribución a la historia de la tecnología occidental.*

Después de haber conocido más directamente los objetivos de este encomiable primer seminario, me permito hacer una reflexión introductoria al tema de mi intervención.

Se han enfocado aquí los logros tecnológicos del área centroamericana y se han analizado las actividades educacionales de las disciplinas que hacen posible la realización de esas metas, con análisis retrospectivos y proyecciones futuras. Ahora bien, al completar el panorama de la historia de la ciencia y la tecnología con una referencia a la Roma clásica, me parece imprescindible considerar un contraste sumamente interesante de esa cultura maestra: el enfoque de su educación y la aplicación de la tecnología.

Cuando Roma en el 110 sg. a.C. se convirtió en potencia del Mediterráneo, después de vencer y eliminar a Cartago, se había alcanzado ya, en algunas culturas transmarinas, niveles altos de las expresiones de la cultura clásica: creaciones artísticas y literarias, instituciones políticas y religiosas, desarrollo del pensamiento científico y filosófico, etc. Roma republicana, en su firme e irreplicable política expansionista, conquista tierras, hombres y culturas y también se adueña de todas aquellas enseñanzas que le fueron más valiosas para la naturaleza de sus ideales, la conveniencia de sus actuaciones políticas y militares y el mejoramiento de estructuras al servicio de los siempre más numerosos ciudadanos.

La agreste Roma itálica de la Monarquía se ha convertido, a lo largo de la República, en ciudad cosmopolita, en donde el fenómeno inmigratorio está constituido por hombres conquistados con la voluntad o con la fuerza, y el emigratorio es representado básicamente por las masas de soldados dirigidos por ella y por comerciantes y políticos que cumplen sus actividades en las tierras de las provincias.

En la época republicana, la proyección política que Roma se impone, la obliga a necesitar de un tipo de educación especializada en el manejo de la vida política: el *cursum honorum* es el requisito de cuantos, dotados de gentilicio o de bienes, aspiraban al senado y, con suerte y apoyo, al consulado. Único ambiente propicio para este tipo de educación es la familia patricia, mejor si es de reconocido prestigio político o intelectual, o la que ha ido adquiriendo poder económico: sólo así los jóvenes hijos romanos pueden ser instruidos en forma privada, con experimentados padres que les hacen participar intensamente de la vida del Foro, con maestros griegos que les hacen conocedores de la lengua e historia griega y de la doctrina política; cuando sea conveniente, estos conocimientos pueden ser enriquecidos en la noble Atenas, con un fiel y culto esclavo griego como compañero.

La educación pública, si bien las fuentes no concuerdan, entró a funcionar tarde, alrededor del 250 a.C., cuando Roma estaba ya en la mitad de su vida republicana. Financiada por el estado en forma paupérrima, no condicionada con adecuadas estructuras físicas, era una mezcla de elementos disciplinarios mínimos: el famoso *“enumerare, leggere, scrivere”* parecía el mandamiento de los maestros. Escuela pobre, promiscua en cuanto a niveles, deteriorada desde su nacimiento en su *“mística”* por el mísero sueldo de los maestros; escuela pública creada para los hijos de la clase plebeya, el *“populacho”* de la Roma republicana.

Las necesidades de una mayor cultura, el contacto con el mundo griego, las exigencias del núcleo patricio y de los plebeyos con cierto bienestar, y otras razones más, hicieron que surgiesen a finales de la república, las famosas escuelas de *“gramática”* y *“retórica”*. Objetivo de esta enseñanza media, privada y pública, es el conocimiento del latín y griego, de las respectivas literaturas e historias, del arte y de las técnicas de la oratoria, y también de elementos fundamentales de geografía,

astronomía, física, útiles para la apreciación de los textos de poetas y prosistas latinos y griegos.

Es conocido que estas escuelas transformaban a los educandos romanos en perfectos conocedores de las lenguas latina y griega, en refinados y eruditos conversadores de temas literarios e históricos, en convincentes abogados para los procesos tan frecuentes en aquella época sombría de la última edad republicana.

Puede apreciarse que Roma no enseña disciplinas que conduzcan al desarrollo del pensamiento científico y de la técnica, tampoco en la edad imperial. Este es el contraste que señalaba anteriormente. Roma no es cultura de experimentos con bases teóricas: el examen de los "principios", la "especulación", la "experimentación" requieren actividad intelectual estable; Roma es de actividad dinámica, es de resolución pronta a los problemas de orden práctico que a una política expansionista de esa índole se presentan: prefiere la experiencia a la experimentación. Pero Roma conquistadora es también —como decía antes— Roma conquistada.

Conquistada por los logros, los avances, los descubrimientos, las técnicas de los pueblos sometidos, por todos aquellos que son válidos para sus necesidades. Su bien conocida conducta receptora le facilita el conocimiento y el dominio de técnicas ya experimentadas permitiéndole el más rápido desarrollo de tantas famosas creaciones.

Es así como Roma, para la cultura occidental, se hace vehículo de transmisión de conocimientos técnicos, y pasa a la historia del desarrollo del pensamiento científico con la aplicación de los métodos, más que con el aporte teórico. Sin embargo, la versatilidad de algunos escritores romanos y la tendencia a la erudición en determinados momentos históricos, permiten la elaboración de obras cuyo contenido técnico es superior al valor literario.

En la edad silana y cesariana (116 a C-27 d.c.), Varrón expone en una excursión sobre "Antiquitates" (título de la obra) su concepción histórica a través de las cuatro categorías: "homines, loci, tempora, res", que servirá de información erudita a paganos y cristianos. Rico propietario latifundista, de las experiencias adquiridas en la agricultura, de las lecturas y de las palabras de los "expertos", deriva su obra "De re rustica", cuyos temas, subdivididos en los tres diálogos "de agricultura", "de re pecuaria", "de villaticis pastionibus", más se inspiran en la explotación del latifundio que en la producción agrícola en gran escala. "Vir omni doctrina" según Cicerón, "Romanorum eruditissimus" según Quintiliano, diserta también sobre las nueve artes liberales que dan el título a la obra "Disciplinae": gramática, dialéctica, retórica, geometría, aritmética, astronomía, música, medicina, arquitectura.

En la edad de Augusto, inspirada en la última disciplina anterior, la obra "De architectura", de Vitrubio, es una pauta especial en materia de ciencia de la construcción. Es época de tregua bélica, y el afán político de enriquecimiento y esplendor artístico es bien conocido en ese momento histórico. Vitrubio, arquitecto, pone al servicio del arte imperial toda su erudición técnica, recibida de las fuentes griegas constantemente señaladas, así como su experiencia y ejercicio profesional. Su obra es una suma de datos técnicos, algunos conocidos, otros innovadores: examen minucioso del terreno en donde construir una ciudad o una vivienda, reseña de los varios materiales de construcción, descripciones de cuadrantes y de un reloj de agua, disertaciones sobre maquinaria de uso común y de guerra, introducción del diseño como elemento primordial para la ejecución de obras, aplicación del derecho para las servidumbres, enlace con la filosofía para regir la ática profesional; éstos y otros temas

más hacen que la obra sea una valiosa contribución a la historia de la ciencia y la construcción post-clásica.

Ligado a la destructora erupción del Vesuvio, en el 79 P.D., Plinio el viejo, máximo erudito de la edad de Trajano, deja su famosa "Historia naturalis" que, según su sobrino Plinio el joven, es "opus diffusum, eruditum nec minus varium quam ipsa natura" (epist. III, 5). Según confiesa, es resultado de la lectura de dos mil volúmenes de 500 autores griegos y latinos (éstos en menor número). Motivado más por la lectura y su relato que por la necesidad de meditación, firmemente convencido de que la erudición es fundamental para el hombre, puesto que por sí solo nada más sabe hacer que llorar, refiere sobre cosmografía, antropología, reino animal y vegetal, mineralogía, etc. sin pretender disertar sobre aquellos hechos que parecen contrarios a las leyes naturales.

Interesante, por fin, es la formación de la obra "De aqueductu urbis Romae libri II" de Frontino. "Curator aquarum", en el 97, bajo Nerva, el autor se destaca por su seriedad profesional y refleja aquel espíritu práctico que determina la conducta del hombre romano. Al ocupar ese cargo, se propone estudiar y dar a conocer la grandiosa utilidad de los acueductos romanos, y los exalta contra "las gigantescas y ociosas pirámides de Egipto y los inertes y famosos edificios elevados por los griegos". (Cap. 16).

A pesar de estas obras, los documentos del pensamiento científico y de la tecnología de Roma, se encuentran más en sus monumentos, instrumentos y artefactos que en textos doctrinarios o disciplinarios.

Roma, de hecho, es toda técnica: en la aplicación de las leyes para sus ciudadanos por nacimiento o por derecho y en la ejecución de la organización militar; en la racionalización de las pequeñas parcelas distribuidas a los sufridos plebeyos y en el auge del latifundio estructurado por los aristócratas o caballeros, merced a la fuerza laboral de los esclavos; en la creación de la leyendaria aldea monárquica y en la organización de la caótica, pero espléndida, Roma imperial; en la utilización de los materiales autóctonos y en el aprovechamiento de los productos extranjeros elaborados industrialmente. En las múltiples actividades de Roma se podría observar la aplicación de técnicas internas y su receptividad a técnicas externas que le permitiesen el logro de sus objetivos en forma más rápida y segura.

Vale la pena detenerse en algunos aspectos que más evidencian esta versatilidad en el manejo de las técnicas, tradicionales algunas, innovadoras otras.

La Arquitectura de Roma es demasiado conocida por todos. Llama la atención, sin embargo, por encima de la gran admiración que las soberbias obras suscitan, la técnica de construcción seguida según el material utilizado y según los objetivos requeridos por las estructuras (por el arco y la bóveda, por ejemplo). La antigua técnica del "Opus caementicium" fue sustituida, a finales del III sg. A.C., por el "Opus incertum", amalgama de cal y piedras, muy utilizado en la construcción de las murallas; en el 1 sg. a.C., el "Opus reticulatum", por la cohesión que ofrecía, se difundió paulatinamente, además de que el revestimiento de las pequeñas piedras piramidales en travertino y mármol, producía un efecto muy agradable; pero, cuando se conocieron los ladrillos, "lateres" (arcilla amasada con paja), entonces el "opus latericium" se propagó rápidamente por su solidez y por la ligereza en el manejo, y permitió esa audacia de estructuras superiores con arcos y bóvedas que caracterizan la arquitectura romana.

El arco, si bien no es elemento estructural inventado por los romanos, fue, sin embargo, de primera importancia en la actividad constructora de Roma. Antes de darle esa función tan decorativa y, por el uso, hasta superflua en la edad imperial, esa estructura fue trascendental para la realización de los acueductos. Roma estaba ubicada cerca de manantiales, el agro romano era en aquel entonces amplio, los territorios aledaños y las provincias necesitaban el agua: los ingenieros-arquitectos romanos explotaron el arco no sólo para facilitar con los puentes las vías de comunicación, sino también para la distribución del líquido. Quedan aún testimonios de ese afán del gobierno romano visibles en diferentes regiones, el "acueducto Claudio", el de "Segovia", el de "Pont du Gard" son algunos de los más imponentes. Existían, por cierto, tuberías de cobre y terracota, que se utilizaban para conducciones cortas, para irrigar campos y mover pequeños molinos. La estructura del acueducto es diferente según los accidentes del terreno, según la fuerza y la presión de los ríos y no siempre resulta la misma perfección técnica: para mantener la inclinación indispensable para el flujo, a veces se abren túneles, a veces se levantan edificios que sostienen los arcos. Los catorce viaductos llevaban a la ciudad a más de 1.000.000 de metros cúbicos de agua diarios. Claro está que, por lo que se refiere al su dicho afán social, hay reservas. Esta agua, en época imperial, debía primero abastecer los grandes edificios públicos, como las famosas termas, y el líquido sobrante se erogaba después para las necesidades urbanas comunes. No existía, sin embargo, un plan adecuado en la articulación de la red de distribución, lo mismo que sucedía para la recolección de aguas negras. Se ha observado frecuentemente que en donde mayor era la necesidad, menores eran las instalaciones. ¿Cómo solucionarían los romanos de los suburbios que ya vivían en edificios de varias plantas el problema? Sobran, en la literatura satírica imperial, versos inspirados a este tema.

Roma dominadora de gentes, no se deja dominar por el agua cuando ésta ofrece peligros: los expertos refuerzan el cauce de un río cuando está expuesto a fuertes inundaciones, o las partes escarpadas de un lago, así como los revisten según los accidentes del terreno; a veces, por no valerse de técnicas específicas, los métodos desarrollados son lentos, si bien eficaces.

El agua utilizada para las famosas termas, no es desperdicio para la sociedad romana: las termas es lugar terapéutico, con fines altamente higiénicos, saludables y recreativos, es reflejo de un ideal social que las costumbres hicieron a veces degenerar. La estructura de las termas revela un dominio admirable de las técnicas de conducción del agua: el "frigidarium" es la estancia para el baño frío, antesala del "tepidarium" que adaptaba el cuerpo a las diferentes temperaturas; el "caldarium" es sala para el baño caliente, provisto también de piscinas para natación; el agua se calentaba en el "hipocaustus", el horno alimentado con carbón de leña: de aquí se distribuía el líquido en las cavidades debajo del pavimento y a través de las paredes; el aire caliente era conducido por un grueso tubo, el "vaporarium", en las diferentes salas a través de un sistema de difusión parietal de tubos en barro cocido o de ladrillos huecos que permitían calentar con mayor o menor intensidad. Cabe recordar que el "técnico" del calentamiento del horno era un esclavo.

Me he referido con particular énfasis a las técnicas de utilización del agua, por estar este elemento constantemente presente y ser simbólico en la cultura clásica; pero es importante hacer una divagación sobre la tecnología de Roma que no se refiere a la actividad constructora.

Roma, en la edad imperial, es el resultado de todas las experiencias, es ciudad extremadamente poblada y muy rica: su economía se fortalece por las considerables entradas provenientes de las provincias, y es sin lugar a duda, de alto nivel. En la ciudad, por lo tanto, la clase dirigente se dedica, básicamente, a atender todo tipo de negocio con ella relacionado. Mientras se manifiesta su desinterés en atender las necesidades de la pequeña industria, sí en cambio, se evidencia su apoyo a la actividad agrícola porque los gobernantes son también grandes latifundistas cuya mano de obra sigue aún formada por las maestranzas serviles. Sin grandes novedades, las técnicas agrícolas presentan un desarrollo paralelo a las exigencias del mercado del Mediterráneo.

En este panorama económico, se multiplican los contactos con países lejanos y, a la vez, las exigencias de los romanos, factores que propician el desarrollo de la gran y pequeña industria en Roma y demás territorio itálico. Roma no monopoliza en ningún momento la actividad industrial; al contrario, representando ella en la península el mayor mercado, fomenta el ritmo de producción de las industrias locales. Su imperialismo político no llega a ser imperialismo industrial: mientras no impone sus productos en el mercado extranjero, necesita una alta importación debido a las exigencias de su población, cuyos gustos se satisfacen más con lo externo que con lo autóctono. El desarrollo de las técnicas para la elaboración de los materiales más distintos es sorprendente: los metales nobles y menos nobles, madera, arcilla, cristal, telas, productos alimenticios, cuero y muchos más, son el elemento motor de la actividad industrial. La mano de obra está constituida en gran escala por las maestranzas serviles y en menor número, por los operarios libres, debido a la competencia de las primeras, más especializadas y más baratas.

En todo análisis de la tecnología industrial, se concluye que ésta se halla estancada; que la fabricación de los productos al ocasional y lenta porque no existen modelos "standard", lo que obviamente eleva el costo.

Sin embargo, las piezas de los museos demuestran, junto a la variedad de tipo de un mismo instrumento, la habilidad de elaboración de los romanos y su dominio en el uso de variadas técnicas.

No es fácil agotar el tema: las ilustraciones y las reflexiones aquí ofrecidas tenían el propósito de meditar sobre algunos de los aspectos más significativos de la tecnología en la historia de la Roma clásica.

Motivados en lo general por necesidades de orden práctico, los Romanos, en sus múltiples creaciones, utilizan técnicas ahora muy elaboradas, ahora aún primitivas que les facilitan, como se ha visto, el progreso en los diferentes campos de producción de su mayor interés.

Alfredo Azofeifa

BREVE RESEÑA HISTORICA DE LOS MICROSCOPIOS ELECTRONICOS

Summary: *The work being done at the University of Costa Rica Center for Electronic Microscopy is presented here, after a brief survey of the history of this advanced technology.*

Resumen: *Se explica el trabajo que realiza la Unidad de Microscopia Electrónica de la Universidad de Costa Rica, después de un breve recuento de la historia de dicha tecnología.*

El ojo humano tiene la capacidad de resolver dos puntos que estén a un arco no menor de un minuto y una distancia de foco no menor de 250 mm, con lo cual se obtiene que el objeto más pequeño que se puede distinguir es de 0,07 mm. Esto no satisface en nada la curiosidad del hombre, por lo que éste buscó nuevas formas para observar. A finales del siglo XVII cuando se tenían los conocimientos necesarios de óptica y confección de lentes, Anton Van Leeuwenhoek perfeccionó el microscopio de luz y dio inicio a la microscopía. Al tiempo este instrumento no podía mejorar más la resolución (la mitad de la longitud de onda de la luz 0.2 μm), como lo había predicho Abbé, según su análisis matemático teórico. A finales del siglo XVIII ya se habían estudiado los rayos X, los que podrían ser una buena fuente de iluminación por su corta longitud de onda, pero estos rayos casi no difractan.

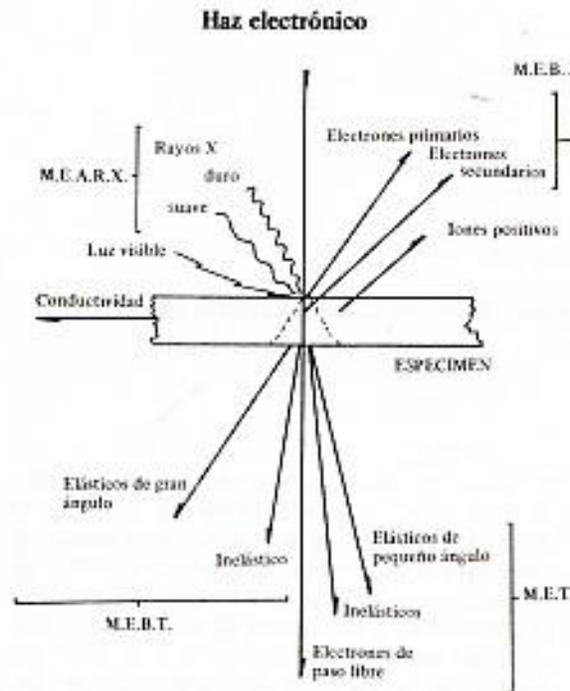
En 1897 J. J. Thomson había descubierto el electrón y Broglie (1924) dio la tesis del comportamiento ondulatorio del electrón y encontró que la longitud de onda de un electrón acelerado con 60 KV es de 0.005 nm. En esta misma época se trabajaba en campos magnéticos y su efecto en el movimiento de los electrones, entre los que trabajaban esto estaba H. Bush al que se le considera iniciador de la óptica electrónica. También en esta época trabajaban Ruska y Knoll en el perfeccionamiento de las lentes magnéticas de una estructura cerrada, que permitía tener un campo magnético muy concentrado y poco disperso, aspecto que les permitió en 1931 construir el primer microscopio electrónico y en 1934 poder superar la resolución del microscopio de luz. En los años siguientes se va mejorando el poder de resolución y haciendo más fácil el manejo. Algunos representantes de este mejoramiento son:

Siemens, de Bornes y Ruska, 1940, resolución 2,4 nm.
 Siemens, Elm 1 A, 0.8 nm.
 Philips, Em 300, 0.3 nm
 Jeolco, JEN 100 B, 0.25 nm.
 Hitachim HU—12, 0.2 nm

Con el HU—12 se alcanzó por primera vez la resolución máxima en los MET, la cual está determinada básicamente por las características esféricas y de difracción que presentan los lentes electromagnéticos.

Principios de los microscopios electrónicos.

En general los microscopios electrónicos cuentan con un cañón, lugar donde se genera el haz electrónico, un sistema de lentes electromagnéticas condensadores que se encarga de concentrar y adecuar el haz electrónico a las necesidades requeridas y un lente objetivo que es el encargado de enfocar los electrones sobre la muestra. La interacción de electrón-muestra genera una serie de efectos como se ve en el diagrama.



Estos diferentes efectos definen varios tipos de microscopios electrónicos, entre los cuales dos son los más usados:

1. Microscopio de transmisión:

Este toma el haz de electrones que atraviesa la muestra y mediante un sistema de lentes electromagnéticas de proyección aumenta simétricamente su diámetro las veces que se desee. Luego hace incidir estos electrones sobre una pantalla fosforescente donde se transforma su energía a luz visible. Dado que la densidad electrónica a lo ancho del haz no es homogénea, debido a las diferentes oposiciones al paso de los electrones que presentó la muestra, se podrá observar en la pantalla una copia fiel de la estructura que tiene el espécimen.

2. Microscopio de barrido:

En este caso se utilizan los electrones que "rebotan" de la muestra, los cuales son recogidos por un detector, amplificados y llevados a una pantalla de televisión. Para formar la imagen lo que se hace es barrer la muestra con el haz electrónico por medio de unas bobinas electromagnéticas que se ubican dentro del lente objetivo y en

forma sincronizada se barre la pantalla de televisión. En el espécimen los bordes y otras superficies "rebotan" muchos electrones, lo cual forma puntos blancos en la pantalla. Los huecos y superficies ocultas no "rebotan" electrones, con lo cual forman puntos oscuros en la pantalla. De esta manera se puede formar una imagen de la topografía de la muestra.

Aún hay otros tipos de microscopios electrónicos que forman diferentes imágenes y que dan diferente información que no son descritos aquí.

La unidad de microscopía electrónica de la Universidad de Costa Rica:

La UME nace en 1973 por un convenio del Japón y la Universidad de Costa Rica, por el esfuerzo del Dr. Francisco Ureña Calderón, quien había estudiado en la Escuela de Medicina de la República de Argentina esta técnica. Con este Programa de Cooperación se obtienen varios microscopios electrónicos, otros equipos, asesoría técnica y entrenamiento en Japón para varios profesores. En la actualidad se cuenta con cuatro microscopios, dos de barrido y dos de transmisión y una gran cantidad de equipo de soporte. Actualmente la UME entrena un grupo de estudiantes a nivel latinoamericano, en el cuarto curso que se brinda.

BIBLIOGRAFÍA

Hall C. E. Microscopia Electrónica. Editorial Urmo, España. 1970.
Meek, G. A. Practical electron microscopy for biologist, 2º Edición, Editorial John Willey and Sons, New York, 1976.

Iván Molina

**LIBROS DE COMERCIANTES Y CAMPESINOS DEL VALLE CENTRAL
DE COSTA RICA (1821—1824)**

Summary: *This paper analyses the literature read by merchants and peasants of the Central Valley of Costa Rica at the time of independence. Contrary to traditional historiography it gives a new point of view about the intellectual life of the period.*

Resumen: *Este artículo analiza el tipo de literatura que circulaba en la época de la Independencia entre los comerciantes y campesinos que habitaban en el Valle Central de Costa Rica. Se revalora aquí la situación de la época, frente a la historiografía habitual.*

1. Introducción

Era el año 1821. El régimen colonial agonizaba. Por esta época, en los verdes campos del Valle Central de Costa Rica, una clase mercantil prosperaba mediante el excedente agropecuario que extraía de un campesinado libre. El labriego, a lo largo del siglo XVIII, había consolidado sus derechos de propiedad sobre la tierra. Esto no le salvó, sin embargo, de ser explotado por el comerciante, por medio de diversos mecanismos (diezmo y primicia, renta del suelo, habilitaciones, etc.), basados en el intercambio desigual. El control de la circulación de las mercancías y el monopolio del metálico eran los pilares sobre los cuales descansaba la explotación del productor directo por el mercader.

Más estrictamente, el comerciante medraba mediante: a) la adquisición, por debajo de su valor, de los productos agropecuarios que la chacara, cubierta la subsistencia de la familia campesina, lanzaba al mercado y eran exportados, principalmente, a Nicaragua y Panamá; y b) la venta, por encima de su valor, de los "efectos" —sobre todo textiles— importados de las plazas de Panamá y León. La acumulación mercantil era fruto, así, de la ganancia de enajenación".

Es evidente que tal imagen del legado colonial del Valle Central se opone, radicalmente, a la pintura tradicional, trazada por hombres como Carlos Monge Alfaro, Rodrigo Facio Brenes, Carlos Meléndez Chaverri y Eugenio Rodríguez Vega. El cuadro de una Costa Rica pobre, estancada, sin comercio y socioeconómicamente igualitaria es falso. Es falso no sólo porque la desigualdad mundana privaba entre los vecinos de Cartago, Heredia, San José y Alajuela, sino porque, desde mediados del siglo XVIII, por lo menos, se vivía, en el Valle Central, un proceso de crecimiento económico, que se descubría en la colonización agrícola, el incremento demográfico y el auge mercantil²⁸⁶.

²⁸⁶ Molina Jiménez, Iván, El capital comercial en un valle de labriegos sencillos (1800-1824). Análisis del legado colonial de Costa Rica (San José, Universidad de Costa Rica, Tesis de Maestría en Historia, 1984). El lector interesado en la revaloración del legado colonial puede consultar también: Gudmundson, Lowell, Costa Rica before coffee: society and economy on the eve of agro-export expansion (Minnesota, University of Minnesota, Ph. D. Thesis, 1982). Fonseca,

Es indiscutible, en verdad, que, actualmente, se conoce mejor la estructura socioeconómica que el Valle Central heredó de la colonia. El avance, sin embargo, peca de parcial, no rebasa el horizonte de la infraestructura. ¿Cómo era la superestructura del reino de mercaderes y labriegos asentados en el interior de la provincia de Costa Rica? Hay que reconocer, sin rubor —pero con pesar—, que se ha avanzado muy poco por este camino. Evóquese, y. gr., cuánto se desconoce sobre las relaciones de poder, la cultura y las visiones del mundo que privaban entre los hombres y las mujeres que vivieron en la época de la independencia. Se está en presencia, sin duda, de un territorio, prácticamente, virgen²⁸⁷.

Este artículo incursiona, modestamente, en la circunscripción de esa superestructura que, a veces, semeja un pico de acceso agotador y peligroso. Esclarecer cuál era la literatura que circulaba entre los vecinos de Cartago, Heredia, San José y Alajuela, es el fin esencial de la incursión. La información de base fue extraída de los inventarios incluidos en las causas mortuales que, entre 1821 y 1824, se efectuaron en las principales poblaciones de la que, una vez, fue tenida por la provincia más pobre y miserable de toda la América...²⁸⁸.

II. La literatura que circulaba en la época de la independencia en el Valle Central de Costa Rica (1821—1824)

Hay tres preguntas fundamentales que este artículo ambiciona responder. Son las siguientes:

a) ¿Quiénes eran los que, hacia 1821, poseían libros en el Valle Central? b) ¿Cuáles eran esas obras? y c) ¿Quiénes eran sus autores?

A. Los libros en un mundo de comerciantes y campesinos

El cuadro No. 1 tiene, es verdad, un valor muestral únicamente. Pero ofrece una idea de la proporción en que se podían encontrar libros según el nivel de fortuna. Es evidente que, a medida que ese nivel se elevaba, la proporción ascendía. La figura No. 1 es, a este respecto, más esclarecedora. La base de la pirámide invertida —

Elizabeth, Costí Rica colonial. La tierra y el hombre (San José, Editorial Universitaria Centroamericana, 1983).

²⁸⁷La única excepción es el trabajo de: Gil Zúñiga, Jo sé, El culto a la virgen de los Angeles (1824-1935). Una aproximación a la mentalidad religiosa (Heredia, Universidad Nacional, Tesis de Grado, 1982). Por lo que respecta al problema teórico de la relación entre mentalidad, ideología y superestructura, véase: Duby, Georges, "Histoire des mentalités". En: L'histoire el ses méthodes (Paris. Gallimard, 1961), pp. 937-966. Del mismo autor, "Histoire sociale et icléologies des sociétés". En: Le Goff. Jacques y Nora, Pierre, Faire de l'histoire, t. i (Paris, Gallimard, 1974), pp. 147-168. Le Goff, Jacques, "Les mentalités. Une histoire ambiguë. En: Faire de l'histoire, t. 111 (Paris, Gallimard, 1974), pp. 76-94. Rude, George, Revuelta popular y conciencia de clase (Barcelona, Editorial Crítica, 1981). Vovelle, Michel, Ideologías y mentalidades (Barcelona, Editorial Ariel, 1985).

²⁸⁸ Fernández, León, Conquista y poblamiento en el siglo XVI (Relaciones histórico-geográficas) (San José, Editorial Costa Rica, 1976), p. 385. La frase es de Diego de la Haya Fernández y está contenida en la relación que, en 1719, hizo al rey de la provincia bajo su mando.

correspondiente a los dos niveles de fortuna más altos— era el nido de los comerciantes más acaudalados de la época: hombres como Pedro Antonio Solares, Rafael Mata, José Ana Jiménez, Manuel Marchena, etc.

La tendencia descubierta por la figura No. 1 no asombra. En el Valle Central de fines de la colonia privaba la desigualdad socioeconómica. El acceso al libro, por tanto, no tenía por qué ser equitativo. Los cuadros Nos. 2 y 3 no dejan, en este sentido, ninguna duda. El mayor número de obras y la más elevada inversión respectiva se concentraban en los dos niveles de fortuna que rebasaban el umbral de los 5000 pesos. Este hallazgo tampoco sorprende. El campesino, sobre todo el labriego pobre, tenía necesidades más perentorias que las de cultivarse, en caso de que pudiera hacerlo. Para el comerciante, por el contrario —especialmente para el más rico—, el instruirse era un requisito. No sólo se trataba de aprender a leer y a escribir y a dominar la suma y la resta, la división y la multiplicación. El mercader, que ocupaba la cúspide de la pirámide social, debía saber de leyes, de moral, de teología y de historia, v.gr.

El conocimiento, privilegio del comerciante, era no sólo un factor que reforzaba su dominación sobre el campesinado, sino que contribuía a abrirle de par en par, las puertas para el ejercicio de cargos eclesiásticos, civiles y militares²⁸⁹.

Ricardo Fernández Guardia aseveraba que, hacia la época de la independencia, *"...la clase alta en el Valle Central de Costa Rica] era en general casi tan ignorante como las otras..."*²⁹⁰.

Esta afirmación es, a la luz del análisis anterior, falsa evidentemente. La clase mercantil concentraba, además de la riqueza material, la de la palabra escrita. Esto es expresado, sin vacilación, por el coeficiente Gini de concentración que, por lo que atañe al número de libros, ascendía a 0.66 y por lo que toca a la inversión respectiva, se elevaba a 0.7²⁹¹.

¿Era, en el universo de la clase mercantil, superior, generalmente, la preparación del eclesiástico en relación con la del laico? Escritores como Luis Felipe González Flores, Bernardo Augusto Thiel y Ricardo Blanco Segura respondieron afirmativamente a la pregunta. González Flores, y. gr., decía, de los sacerdotes,

²⁸⁹ Molina Jiménez, op. cit., 1984, pp. 101-109, 149-150, 213-215 y 232.

²⁹⁰ Fernández Guardia, Ricardo, La independencia. Historia de Costa Rica 3a. edición (San José, Editorial Universidad de Costa Rica, 1971), p. 3. Véase, también del mismo autor, Cartilla histórica de Costa Rica, 49a. edición (San José, Librería, imprenta y litografía Lehmann, 1976), p. 73. Todo paréntesis así 11 es mío.

²⁹¹ El coeficiente Gini mide la concentración en una escala de 0 a 1, donde 0 indica una igualdad absoluta en la distribución y 1 una desigualdad absoluta. Los coeficientes fueron calculados con base en los datos ofrecidos por los cuadros Nos. 1, 2 y 3. Es importante señalar, además, que la mayor inversión en libros por parte del comerciante expresaba una mejor calidad de los mismos, v.gr., en la mortual de José Ana Jiménez, rico mercader josefino, iniciada en mayo de 1822, se inventariaron "...la obra del año christiano de dies y ocho tomos en plata en cincuenta pesos, otra María del alma en quatro tomos plata en dies y seis pesos..." Mortuales Independientes (San José). Exp. 705 (1822), f. 12. Todos los documentos citados en este artículo proceden del Archivo Nacional de Costa Rica.

"...que aparecían como los hombres más intelectuales de la época..."²⁹²

Esta conclusión, sin embargo, merece ser puesta en duda. La variada composición de las bibliotecas laicas insinúa que el nivel intelectual del seglar no iba a la zaga del clerical²⁹³.

Es importante, empero, no sobrevalorar el fenómeno. El cuadro No. 4 descubre la relevancia de la inversión literaria según el nivel de fortuna. Sobresale, indiscutiblemente, la exigüidad del porcentaje en todos los niveles. ¿Por qué? La razón es sencilla. Hacia 1821, en el Valle Central, la inversión fundamental, en el caso del labriego, se concentraba en tierra y ganado. El mercader, aparte de en tierra y ganado, invertía en efectos —principalmente textiles—, joyas, barcos, etc. Esencialmente, la inversión, por parte de la clase mercantil y la campesina, se orientaba, así, a asegurar la reproducción de sus condiciones materiales de existencia²⁹⁴.

La presencia de libros en un inventario, ¿sirve acaso, como un indicador — indirecto e imperfecto, es verdad²⁹⁵ — de la capacidad de leer y escribir de uno, por lo menos, de los miembros de la familia respectiva? Sí. Entonces, el cuadro No. 1 atestigua una alfabetización creciente según se incrementa el nivel de fortuna. Esta tendencia es, razonablemente, cierta, aunque los porcentajes, por sí solos, sean discutibles.

Es poco, en realidad, el asombro que causa descubrir que, en la cima de la pirámide social, el alfabetismo era mayor. Esto se podía esperar. Más importante es encontrar que en la cima de tal pirámide había quienes gozaban de este privilegio. Este hallazgo inspira nuevas preguntas. ¿Cumplía el labriego alfabetizado el papel de difusor de conocimiento en el interior de su clase? ¿Incidiría la educación en la diferenciación socioeconómica entre el campesinado? ¿Propiciaba, acaso, una movilidad ascendente?

²⁹²González Flores, Luis Felipe, *Desarrollo intelectual de Costa Rica en la época del coloniaje* (San José, Imprenta Moderna, 1914), p. 25. Del mismo autor, *Evolución de la instrucción pública en Costa Rica* (San José, Editorial Costa Rica, 1978), p. 169. Thiel, Bernardo A., "La Iglesia católica en Costa Rica durante el siglo XIX". En: *Revista de Costa Rica en el siglo XIX*, t. i (San José, Tipografía Nacional, 1902), pp. 315-316. Blanco Segura, Ricardo, "Historia eclesiástica de Costa Rica del descubrimiento a la erección de la diócesis (1502- 1850)". En: *Revista de los Archivos Nacionales*. San José (Costa Rica), Nos. 1-6 (enero-junio de 1960), pp. 195- 200. Del mismo autor, "Algunas figuras del clero en la independencia de Costa Rica". En: *Revista de Costa Rica*. San José (Costa Rica), No. 2 (1971), pp. 29-51. Del mismo autor, "Intervención de la Iglesia en la Independencia de Costa Rica". En: *Revista de Costa Rica*. San José (Costa Rica), No. 5 (1974), pp. 79-96.

²⁹³Véase el punto B e este artículo.

²⁹⁴Molina Jiménez, op. cit., 1984, pp. 230-238.

²⁹⁵Véase, al respecto: Stone, Lawrence, "Literacy and education in England. 1640-1900". En: *Past and Present*. London (England), No. 42 (February, 1969), pp. 69-139. Sandeason, Michael, "Literacy and social mobility in the industrial revolution in England". En: *Past and Present*. London (England), No. 56 (August, 1972). pp. 75-104. Houston, Rab, "The literacy myth?: Uliteracy in Scotland. 1630-1760". En: *Past and Present*. London (England), No. 96 (August, 1982), pp. 81-102. Smout, T. C., "Born again at Cambuslang; New evidence on popular religion and literacy in eighteenth-century Scotland". En: *Past and Present*. London (England), No. 97 (November, 1982), pp. 114-127. Gawthrop, Richard y Strauss, Gerald, "Protestantism and literacy iii early modern Germany". En: *Past and Present*. London (England), No. 104 (August, 1984), pp. 31-35.

¿Se convertía el campesino alfabetizado en un líder, y, gr., como apoderado de su comunidad?²⁹⁶

La evidencia disponible no permite responder a las preguntas anteriores. Pero sí permite rebatir la visión tradicional con respecto al asunto del alfabetismo. Esta pinta al Valle Central, hacia 1821, habitado por una

"...población de analfabetos..."²⁹⁷.

El material presentado pone en duda tal aseveración. El analfabetismo imperaba, es cierto. No reinaba, sin embargo, absolutamente y, además, se repartía desigualmente según el nivel socioeconómico e, indiscutiblemente, también según el sexo²⁹⁸.

Hay una pregunta que ya es impostergable. ¿Cómo llegaba la literatura a las manos del campesino? Por medio, sobre todo, del comerciante. El libro era un efecto más, aunque no tan vendible, ciertamente, como los textiles, y, gr. El caso de Pedro Antonio Solares es, a este respecto, iluminador. Al efectuarse el inventario de su haber, fueron registradas

"...dos docenas [de] catecismos a tres reales [cada uno y] veinte y cinco cartillas a un real [cada una]..."²⁹⁹.

B. Los libros y su temática

¿Sobre qué versaba la literatura que, hacia el año de 1821, circulaba en el Valle Central? Responder a esta pregunta comporta encararse con varios óbices. Los tres principales son los siguientes: a) no siempre se recogía el título de la obra inventariada; b) a veces, el título del libro se rescataba en forma incompleta; y c) la mayor parte de de la literatura registrada es, actualmente, poco conocida y asequible, siendo difícil, incluso, encontrar referencias sobre la misma.³⁰⁰

²⁹⁶Véase, al respecto, mi artículo, de próxima aparición, titulado: "Informe de las cartas poder sobre los comerciantes y campesinos del Valle Central de Costa Rica (1800-1824)". En: Anuario de Estudios CentroameriLanos.

²⁹⁷ Monge, Carlos y Rivas, Francisco, La educación:

fragua de una democracia (San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1980), p. 7.

²⁹⁸ Ibid., p. 15. González Flores, op. cit., 1978, pp. 21 1-216.

²⁹⁹ Mortuales Independientes (Heredia), Exp. 2889 (1824).

³⁰⁰ Referencias sobre tal literatura, se encuentran en: Lanning, J. T., La ilustración en la Universidad de San Carlos (Guatemala, Editorial Universitaria, 1978). Meléndez, Carlos, La ilustración en el antiguo Reino de Guatemala, 2da. edición (San José, Editorial Universitaria Centroamericana, 1974). Domínguez, Antonio, Saciedad y Estado en el siglo XVIII español (Barcelona, Edito-
rial Ariel, 1976). Kamen, Henry, La InquLsición espa,Tok (Barcelona, Editorial Crítica, 1979). González Flores op. cit., 1978. Sarrailh, Jean, La España ilustrada en k segunda mitad del siglo XVIII (México, Fondo de CulturS Económica, 1957). Alborg, Juan Luis, Historia de la lite. ratura española (Madrid, Editorial Gredos, 1972). Reyes Manuel, Catálogo del Museo del libro antiguo (Guatemala Editorial José de Pineda Ibarra, 1971). Whitaker, A. P. ed., Latin America and the Enlightenment (New York, D Appleton Century Company, 1942). Rincón, Carlos, "So bre el siglo de las luces en la América española". En Eco. Revista de la cultura de occidente. Bogotá (Colombia). Nos. 131-132 (marzo-abril de 1971), pp. 536-586 Del mismo autor, "Sobre la Ilustración española". En Cuadernos hispanoamericanos. Madrid (España), No. 261 (marzo de 1972, pp. 553-576,-Hamilton, Earl J.,El flore cimiento del capitalismo (Madrid, Alianza Editorial 1984). Bataillon, Marcel, Erasmo y España. Estudios so bre la historia espiritual del siglo XVI (México,

Frente a este gris panorama, la alternativa era: cruzarse de brazos o analizar la temática a partir de: a) lo que sugerían los títulos registrados de las obras inventariadas; y b) la información disponible sobre tal material. Naturalmente, se optó por esta última salida. El cuadro No. 5 ofrece el fruto del esfuerzo. Es evidente que había un dominio indiscutible de la literatura religiosa, que se aprecia, más claramente, en la figura No. 2.

Existía, sin embargo, por lo que respecta a la literatura religiosa, cierta diversidad temática. Podía tratarse de textos sagrados, como los Salmos de David, los Santos evangelios e, incluso, un Compendio de la Biblia. Pero, asimismo, podía ser el caso de obras de divulgación, como el Catecismo. Había libros de teoría religiosa, como la Teología del santo cardenal Goti y obras que servían para la vida diaria, como el Ejercicio cotidiano y el Arte de encomendarse a Dios. Algunos relataban la vida de los personajes bíblicos, como David perseguido y alivio de lastimados y Trabajos de Jesús. Otros eran, simplemente, novenas, como la Novena de San Cayetano. Unos servían para promocionar la religión, como El cristiano instruido, Luz de verdades católicas y Delicias de la religión. En los de más allá, se descubría, nítidamente, un origen anti-ilustrado, como en la Armonía de la razón y la religión y en la Impugnación a Voltaire. Era la literatura que Menéndez y Pelayo denominaba apologética³⁰¹.

Los libros de historia versaban, generalmente, sobre la de España, como la Historia de España y el Compendio de la guerra de España. Pero circulaban también la Historia universal, de Bossuet y el célebre Catecismo histórico, de Claude Fleury. La presencia de esta última obra en los inventarios es importante porque cuestiona la aseveración de Luis Felipe González Flores de que el texto nunca se conoció

*"...en las escuelas de Costa Rica"*³⁰²

La literatura jurídica iba desde la Cartilla de escribanos hasta los Machotes de instrumentos públicos, pasando por la Recopilación de leyes de Indias. En cuanto a la política, circulaba la Política, de Villadiego; pero sobresalía, especialmente, la Política indiana, de Juan de Solórzano Pereyra.

Fondo de Cultura Española, 1950). Díaz-Plaja, Guillermo, cd. Historia general de las literaturas hispánicas, t. III y I" (Barcelona, Editorial Barna, 1953 y 1956). Viet, Jacques Histoire de la littérature française. XV — XVII siècle (Paris, Armand Colin, 1959). Iñigo, Luis, cd., Historia de la literatura hispanoamericana. Epoca colonial, t. 1 (Madrid, Ediciones Cátedra, 1982). Diez-Echarri, E. y Roca Franquesa, S. M., Historia de la literatura española e hispanoamericana, 2da. edición (Madrid, Editorial Aguilar 1968). Menéndez y Pelayo, Marcelino, Historia de los heterodoxos españoles, t. V (Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1947). Valvueda, Ángel, Historia de la literatura española, 2da. edición, t. II (Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1946). Hurtado, Juan y González, Ángel, Historia de la literatura española, Sa. edición (Madrid, Saeta, 1943). Leguizamón, Julio A., Historia de la literatura hispanoamericana, t. 1 (Buenos Aires, Editoriales Reunidas, 1945). Sánchez, Luis Alberto, Historia comparada de las literaturas americanas (Buenos Aires Editorial Losada, 1973).

³⁰¹Menéndez y Pelayo, op. cit., 1947, pp. 361-417.

³⁰²González Flores, op. cit., 1978, p. 53. Según González Flores tampoco se utilizó el libro El niño instruido por la Divina Palabra, de Fray Manuel de San José. Esta obra, sin embargo, formaba parte de la biblioteca de José Rafael de Gallegos (véanse los anexos Nos. 1 y 2).

Cuadro No. 1

La presencia de libros en las mortuales (1821-1824)

Nivel de fortuna (pesos y reales)	Valle Central		%
	No. T.M. ^a	No. T.M.L. ^b	
199.7 1/2	23	2	8.7
200- 499.7 1/2	39	10	25.6
500- 999.7 1/2	22	7	31.8
1000-1999.7 1/2	20	5	25.0
2000-4999.7 1/2	7	5	71.4
5000-9999.7 1/2	4	4	100.0
10000- y más	3	3	100.0
Total	118	36	30.5

(a) Se trata del número total de mortuales registradas entre 1821 y 1824 en el Valle Central.

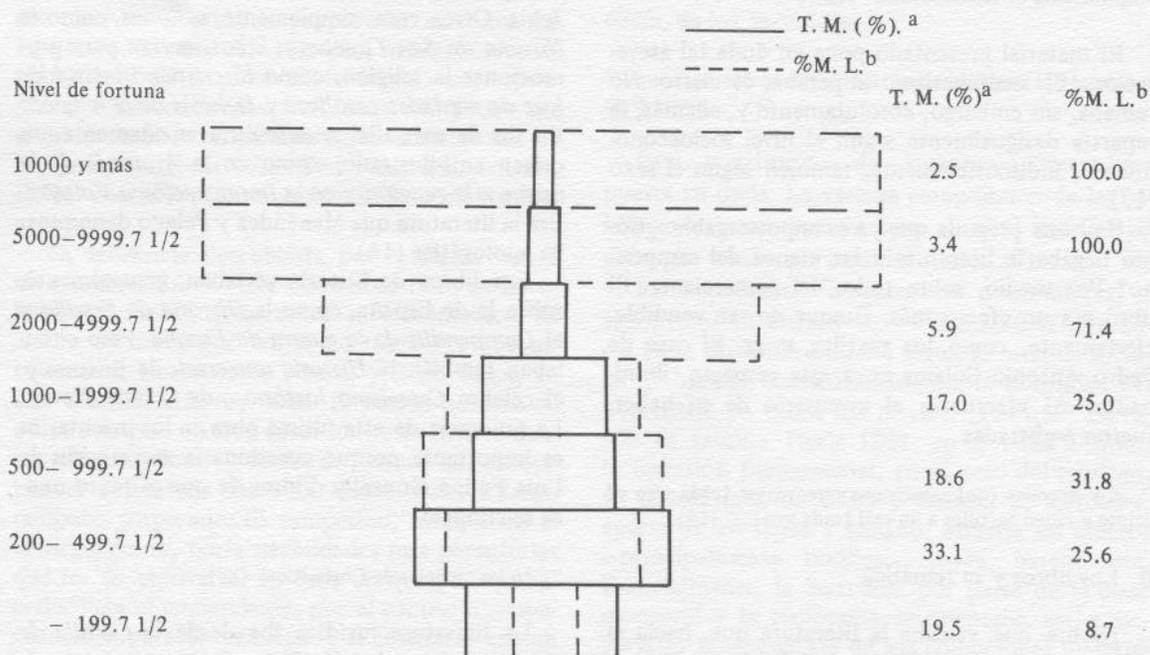
(b) Se trata del número total de mortuales en que se inventariaron libros.

(c) El porcentaje resulta de dividir las cifras de la segunda columna por las de la primera.

Fuente: La documentación que se cita en: Molina Jiménez, Iván, *El capital comercial en un valle de labriegos sencillos (1800-1824). Análisis del legado colonial de Costa Rica* (San José, Universidad de Costa Rica, Tesis de Maestría en Historia, 1984), pp. 329-337.

Figura No. 1

La presencia de libros en las mortuales (1821-1824)



(a) Se trata del total -en porcentaje- de mortuales registradas entre 1821 y 1824 en el Valle Central.

(b) Porcentaje de mortuales en que se inventariaron libros según el nivel de fortuna.

Fuente: Cuadro No. 1

La moral estaba representada por títulos como las Fábulas morales, de La Fontaine y los Sueños morales, de Diego Torres Villarrael, en catorce tomos. Los libros de geografía eran: la Clave geográfica, la Guía de forasteros y uno titulado, lacónicamente, Mapas. En lo que toca al teatro y a la aritmética, aparecían sólo dos obras, el Teatro americano, de Villaseñor y la Aritmética. El comercio era un tema abordado por la Biblioteca para comercio y la Teórica y práctica de comercio y de marina, de Jerónimo de Ustáriz. El tema del lenguaje incluía obras como el Arte de la lengua castellana, de Elio Antonio de Nebrija, la Cartilla y diversos diccionarios, como el Diccionario castellano. En el mundo de la poesía, destacaba la Poesía, de Calderón de la Barca y la antología titulada Ramillete de varias flores poéticas, editada por el guayaquileño Jacinto Evia.

En desconocido fueron clasificadas las obras cuyos títulos no permitían adivinar, fácilmente, la temática respectiva. Eran las siguientes: Tratado latino, Arte explicado, Diálogo sobre las artes, Nueva ciropedia o viajes de aro, La mariscala y Discurso. ¿Cuáles de estos libros eran leídos por el mercader? ¿Cuáles por el campesino? El cuadro No. 6 responde según los niveles de fortuna. Es evidente que las lecturas del comerciante —descubiertas, sobre todo, en los tres últimos niveles de fortuna— eran más variadas que las del labriego —ubicadas en los niveles de fortuna restantes, particularmente en los tres primeros—. Esto no oculta un hallazgo esencial: la clase mercantil y el campesinado compartían un fondo bibliográfico común: una cierta literatura religiosa. Tal hallazgo permite concretar, aunque sea parcial y modestamente, la dimensión real de la homogeneidad cultural que imperaba en el Valle Central a fines de la colonia³⁰³.

Es ostensible, asimismo, que el mundo de lo sobrenatural —especialmente, el Reino de Dios— no se manifestaba, únicamente, en la arquitectura (las iglesias, sobre todo), los camposantos y las imágenes (estatuillas, cuadros y estampas) que los habitantes del Valle Central tenían en sus casas. Se manifestaba, también, en la literatura leída por el mercader y el campesino. ¿En qué medida esto último permitía una cierta independencia, una cierta criticidad, con respecto, y, gr., al sermón de cura? La religiosidad transmitida por los libros, ¿corroboraba, matizaba, complementaba o contradecía esa otra religiosidad, transmitida por las imágenes, la iglesia y el sacerdote?

Más allá de estas preguntas, es necesario insistir en la diversidad de lecturas del comerciante, ¿Por qué? La razón es sencilla: descubre un aspecto de la dominación sobre el productor directo que, por lo general, se desprecia. Es cierto que el factor central en la explotación del campesinado era el control de la circulación mercantil y el metálico que tenía el mercader. El dominio sobre el labriego, sin embargo, comportaba, asimismo, elementos extraeconómicos. La mayor ilustración del comerciante era uno de ellos. El monopolio del conocimiento le permitía subordinar, intelectualmente, al campesino.

C. Los autores

La figura No. 6 resume la información disponible sobre el origen de los autores. Sobresale, claramente, la influencia española. Esto no sorprende. El pacto colonial, a pesar del debilitamiento de la censura inquisitorial a fines del siglo XVIII, que permitió

³⁰³ Molina Jiménez, op. cit., 1984, pp. 230-231.

una mayor afluencia de literatura extranjera, seguía propiciando la presencia intelectual de la metrópoli ibérica³⁰⁴. La influencia francesa, dada la importancia que tuvo en los siglos XVII y XVIII en toda Europa, tampoco asombra. Pero sí extraña no encontrar signos de la influencia inglesa, relevante, internacionalmente, desde la segunda mitad del siglo de las luces³⁰⁵. La literatura anglosajona sólo comenzó a abrirse camino en el Valle Central en los años posteriores a 1824. Esta expansión estuvo encabezada por la novelística de Walter Scott³⁰⁶.

Entre los autores españoles destaca Ignacio de Loyola, fundador de la Compañía de Jesús y autor de Ejercicios espirituales, quien se opuso, decididamente, al racismo promovido por la Inquisición³⁰⁷. No menos notable fue Elio Antonio de Nebrija, humanista y gramático, de quien Erasmo expresó que era el "...principal ornamento..." de la Universidad de Alcalá de Henares³⁰⁸. Francisco de Quevedo y Pedro Calderón de la Barca no necesitan mayor presentación. Benito Jerónimo Feijoo, monje benedictino, profesor de teología en Oviedo y autor de Teatro crítico y las Cartas eruditas

*"...se convirtió por su popularidad y prestigio en el adelantado de la ilustración española. Las influencias extranjeras que él había recibido se transmitieron a través de él a todos los lectores españoles que no sabían leer francés ni inglés. Uno de los primeros contactos que un lector español pudo hacer con Juan Jacobo Rousseau fue la réplica publicada por Feijoo en sus Cartas eruditas al discurso de aquél en 1750, sobre 'Si le rétablissement des sciences et des arts a contribué a épurer les moeurs', que hizo ganar a Rousseau el premio ofrecido por la Academia de Dijon"*³⁰⁹.

³⁰⁴ Kamen, op. cit., 1979, pp. 265-286. Konetzke Richard, América latina. La época colonial, 8a. edición (México, Siglo XXI Editores, 1979), pp. 317-319.

³⁰⁵ Rude, George, Europa en el siglo XVIII. La aristocracia y el desafío burgués, 3a. edición (Madrid, Alianza Editorial, 1982), pp. 183-186.

³⁰⁶ Me baso en la revisión que he hecho de los mortuales posteriores a 1824.

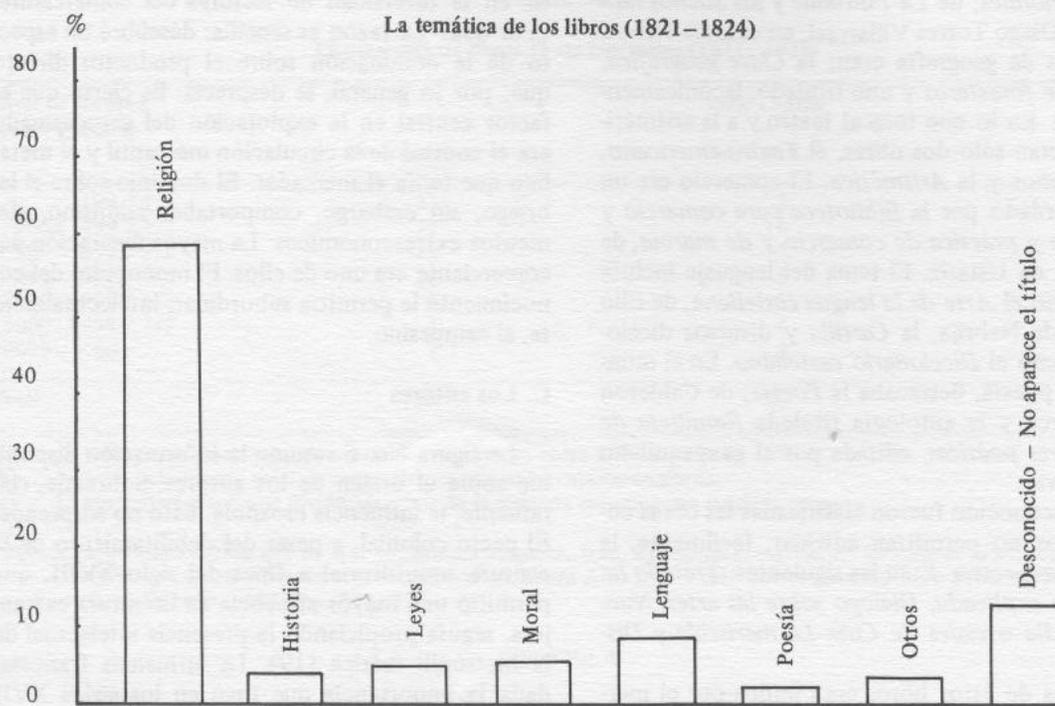
³⁰⁷ Kamen, op. cit., 1979, pp. 141-142.

³⁰⁸ Ibid., p. 81.

³⁰⁹ Ibid., p. 269.

Figura No. 2

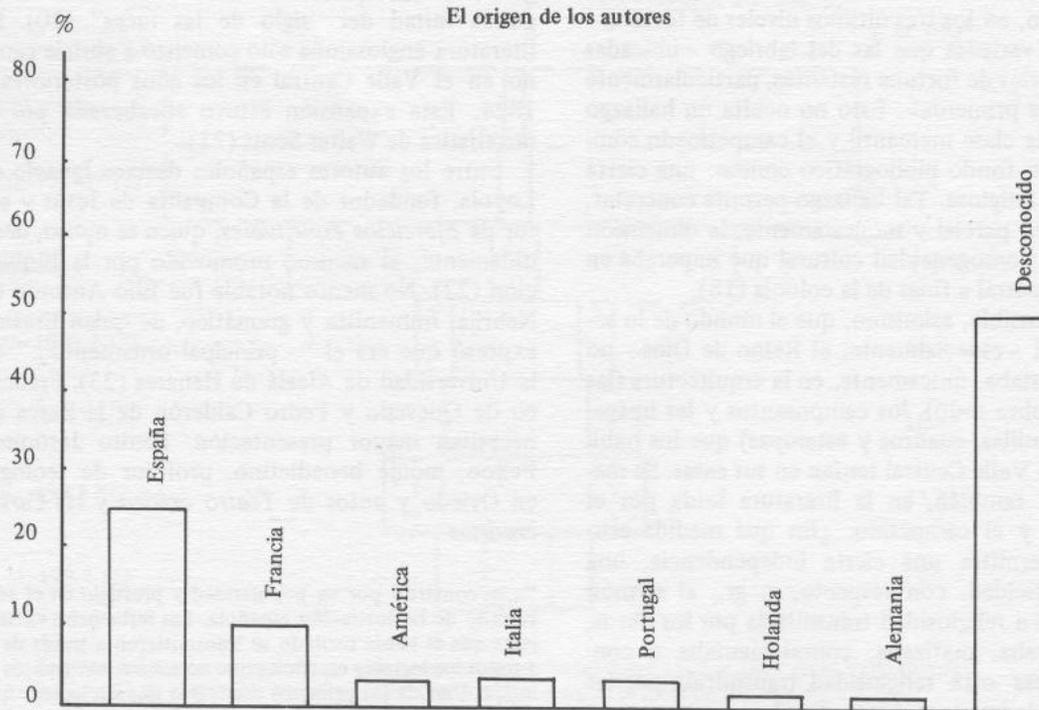
La temática de los libros (1821-1824)



Fuente: Cuadro No. 5.

Figura No. 3

El origen de los autores



Fuente: Anexo No. 3.

Jerónimo de Ustáriz, por su parte, legó a la posteridad su Teórica y práctica de comercio y de marina, la cual, pese a sus limitaciones,

*"...influyó profundamente en el pensamiento económico español y afectó a la política estatal durante más de medio siglo"*³¹⁰.

Entre los autores franceses, sobresale Claude Fleury cuyo Catecismo histórico fue elevado al rango de texto oficial por Carlos III³¹¹. Los poetas Jean Racine y Jean de La Fontaine son, sin embargo, más conocidos y apreciados actualmente. Inversamente, es ostensible la caducidad de la obra de Jacques Bénigne Bossuet. Este representante del irracionalismo teológico, su Discurso sobre la historia universal, persigue tan sólo desvelar 'los juicios secretos de Dios', 'para hacer temblar a toda criatura'³¹².

Interesa resaltar, por lo que respecta a los autores restantes, la figura de Tomás de Kempis, célebre místico alemán, a quien se le atribuye la Imitación de Cristo. El sabio religioso italiano, Ambrosio Calepino, autor de un Diccionario latino-italiano, no le iba a la zaga. Tampoco se rezagaba, intelectualmente, Fray Servando Teresa de Mier, dominico mexicano que, aparte de luchar decididamente por la independencia de México, contribuyó a difundir las ideas de la Ilustración en Hispanoamérica³¹³.

D. Los comerciantes, los campesinos y la Ilustración

En 1964, Constantino Láscaris insistía en que, hacia la época de la independencia, en el Valle Central de Costa Rica,

*"...el nivel cultural, era muy bajo..."*³¹⁴.

La aseveración de Láscaris, sin embargo, no era algo nuevo. Luis Felipe González Flores, ya en 1921, decía que

*"las leyes restrictivas dadas por el Gobierno español y la escasez de posibilidades económicas de nuestra provincia, así como las medidas severas aplicadas a los introductores de libros, hicieron que en el país [Costa Rica] no existiera ninguna manifestación de vida intelectual"*³¹⁵.

González Flores, por su parte, se limitaba a seguir una tradición inaugurada, en 1851, por Felipe Molina, en su Bosquejo histórico de la República de Costa Rica. La idea de que la población del Valle Central era ignorante y atrasada fue retomada, ulteriormente, por Joaquín Bernardo Calvo Mora, Francisco Montero Barrantes, Manuel

³¹⁰Hamilton, op. cit., 1984, p. 222.

³¹¹ González Flores, op. cit., 1978, p. 53.

³¹² Vilas, Pierre, Iniciación al vocabulario del análisis histórico, 2da. edición (Barcelona, Editorial Crítica, 1980), p. 36. Véase, también: Fontana, Josep, Historia Análisis del pasado y proyecto social (Barcelona, Editorial Crítica, 1982), p. 49.

³¹³ Rincón, art. cit., 1971, p. 583. Lynch, John, Las revoluciones hispanoamericanas 1808-1826, 2da edición (Barcelona, Editorial Ariel, 1980, p. 339.

³¹⁴ Láscaris, Constantino, El desarrollo de las ideas filosóficas en Costa Rica (San José, Editorial Costa Rica, 1964), p. 35.

³¹⁵ González Flores, Luis Felipe, Historia de la influencia extranjera en el desenvolvimiento educacional y científico de Costa Rica (San José, Editorial Costa Rica, 1967), p. 30. La primera edición data de 1921.

de Jesús Jiménez y Ricardo Fernández Guardia. Fue apropiada, más tarde, por Carlos Monge, Rodrigo Fado, Carlos Meléndez y Eugenio Rodríguez Vega³¹⁶.

El reverso de tal tradición fue la exaltación de la figura de Rafael Francisco Osejo. Esta tendencia, que fue inaugurada por Pedro Pérez Zeledón, en 1901, y continuada por muchos, posteriormente, culminó, en 1967, en un artículo de Chester Zelaya, en el que se asevera que

*"...en el plano de la Historia de las Ideas es necesario considerarlo (a R. F. Osejo como el individuo que trajo a Costa Rica las ideas de los enciclopedistas y de los pensadores de la Ilustración"*³¹⁷.

¿Ocurrió realmente así? La evidencia avanzada en este artículo señala que la Ilustración no fue, necesariamente, descubierta a los habitantes del Valle Central por Osejo. La lectura de las obras de Feijoo, Mier e, incluso, de la llamada "literatura apologética" puso, directa o indirectamente, al vecino de Cartago, Heredia, San José o Majuela en contacto con el pensamiento del "siglo de las luces".

Esta aseveración no debería asombrar a nadie. El conocimiento de la Ilustración podía arribar al Valle Central desde los dos centros difusores que existían en el Reino de Guatemala: la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad de León de Nicaragua³¹⁸. El "siglo de las luces", empero, también podía ser conocido a través de la literatura que trasegaba el comerciante y a raíz de la llegada de inmigrantes — mercaderes, generalmente—, mejor enterados de lo que acontecía en Europa y

³¹⁶ Molina, Felipe, Bosque/o histórico de la República de Costa Rica (Nueva York, Imprenta de S. W. Benedict, 1851), p. 4. Calvo Mora, Joaquín Bernardo, Apuntamientos geográficos, estadísticos e históricos (San José, Imprenta Nacional, 1886, i. e. 1887), p. 237. Montero Barrantes, Francisco, Elementos de historia de Costa Rica, t. 1 (San José, Tipografía Nacional, 1892), p. 169. Jiménez, Manuel de Jesús, "Doña Ana de Cortabarría" y otras noticias de antaño (San José, Editorial Costa Rica, 1981), p. 8. La primera edición data de 1902. Fernández Guardia, op. cit., 1976, p. 73. La primera edición de la Cartilla histórica data de 1909. Monge, Carlos, "Conceptos sobre la evolución de Costa Rica en el siglo XVIII," En: Revista del Colegio Superior de Señoritas. San José (Costa Rica), Nos. 2 y 3 (junio de 1937), p. 52. Monge y Rivas, op. cit., 1980, p. 7. Facio, Rodrigo, "Esquema social de la independencia". En: Obras de Rodrigo Facio. Obras históricas, políticas y poéticas (San José, Editorial Costa Rica, 1982), p. 310. La primera edición data de 1938. Meléndez, Carlos, Historia de Costa Rica, 2da. edición (San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1983), pp. 75-77. La primera edición data de 1979. Rodríguez, Eugenio, Apuntes para una sociología costarricense, 3a. edición (San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1979), pp. 28-29. La primera edición data de 1953. Esta lista no es exhaustiva. Brinda, sin embargo, una idea del arraigo y la fuerza de esa imagen de atraso e ignorancia.

³¹⁷ Zelaya, Chester, El bachiller Osejo y la introducción de las ideas ilustradas en Costa Rica (San José, Universidad de Costa Rica, 1967), p. 3. Por lo que respecta a Pérez Zeledón, véase: Pérez Zeledón, Pedro, Gregorio José Ramírez y otros ensayos (San José, Editorial Costa Rica, 1971), p. 144. La primera edición data de 1900. Más recientemente, la figura de Osejo ha sido resaltada por Samuel Stone. Véase: Stone, Samuel, La dinastía de los conquistadores. La crisis del poder en la Costa Rica contemporánea, 3a. edición (San José, Editorial Universitaria Centroamericana, 1982), pp. 256-258. La primera edición data de 1975. Zelaya, por su parte, amplió su examen de la figura de Osejo posteriormente. Véase: Zelaya, Chester, El bachiller Osejo (San José, Editorial Costa Rica, 1971). Del mismo autor, Rafael Francisco Osejo (San José, Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, 1973).

³¹⁸Lanning, op. cit., 1978. Meléndez, op. cit., 1974, pp. 74-86.

poseedores de una variada biblioteca, como Pedro Antonio Solares, natural de Asturias, quien desembarcó en la provincia de Costa Rica a fines del siglo XVIII³¹⁹.

Es evidente, a la luz de lo anterior, que el conocimiento de la ilustración podía alcanzar, sobre todo, a la clase mercantil. Sin embargo, ¿logró alcanzar también al campesinado? Esta es una posibilidad que no se debe despreciar a priori. Es necesario resaltar, en este sentido, la experiencia que significó no sólo para el comerciante, sino para el labriego la elección popular de los cabildantes, consagrada, en 1812, por la liberal Constitución de Cádiz, disposición

*"...que estimula el sufragio —como apuntaba correctamente Carlos Monge en 1957— y crea un ambiente del que surgirá la imagen del ciudadano"*³²⁰.

³¹⁹Protocolos de Heredia. Exp. 672 (1824), f. 5. Ignoro la fecha en que Solares llegó a Costa Rica, pero casó con la herediana Casimira Sandoval el 24 de noviembre de 1797.

³²⁰Monge, Carlos, "Comentarios sobre los primeros años de existencia republicana". En: Revista de Ciencias Jurídico-Sociales. San José (Costa Rica), No. 2 (diciembre de 1957), p. 124. Es necesario advertir, sin embargo, que los cabildos —y particularmente, los puestos de alcalde primero y segundo— fueron dominados por la clase mercantil. Véase: Molina Jiménez, op. cit., 1984, pp. 213- 215.

Cuadro No. 2

La distribución del número de libros
(1821-1824)

Nivel de fortuna (pesos y reales)	No. de libros ^a	%
- 199.7 1/2	3	0.8
200- 499.7 1/2	24	6.0
500- 999.7 1/2	13	3.2
1000-1999.7 1/2	21	5.2
2000-4999	44 ^b	11.0
5000-9999.7 1/2	75 ^b	18.7
10000 y más	221 ^c	55.1
Total	401	100.0

- (a) Contabilicé los diversos tomos y/o los varios ejemplares de una misma obra.
- (b) El número es ligeramente mayor. Hay un caso, en cada nivel, en que se habla de varios libros simplemente.
- (c) La cantidad de libros se eleva debido a los 24 catecismos y las 25 cartillas que poseía el comerciante Pedro Antonio Solares, vecindado en Heredia.

Fuente: Anexos Nos. 1 y 2 de este artículo.

Cuadro No. 3

La distribución del monto invertido en libros
(1821-1824)

Nivel de fortuna (pesos y reales)	Invertido en libros (pesos y reales)	%
- 199.7 1/2	2.5	0.3
200- 499.7 1/2	14.3	1.7
500- 999.7 1/2	16.2	1.9
1000-1999.7 1/2	27.2 1/2	3.2
2000-4999.7 1/2	51.6	6.0
5000-9999.7 1/2	278.4 1/2	32.5
10000 y más	467.1	54.4
Total	858.0	100.0

Fuente: La misma del cuadro No. 2.

Cuadro No. 4

La inversión en libros y la fortuna bruta (1821-1824)

Nivel de fortuna (pesos y reales)	Fortuna bruta (pesos y reales)	Invertido en libros (pesos y reales)	% ^a
199.7 1/2	364.5	2.5	0.7
200- 499.7 1/2	3707.3	14.3	0.4
500- 999.7 1/2	4910.2 1/2	16.2	0.3
1000-1999.7 1/2	7251.2 1/2	27.2 1/2	0.4
2000-4999.7 1/2	14162.6 3/4	51.6	0.4
5000-9999.7 1/2	25554.3 1/2	278.4 1/2	0.9
10000 y más	114325.7	467.1	0.4 ^b
Total	170276.6 1/4	858.0	0.5 ^b

- (a) Este porcentaje es el resultado de dividir las cifras de la segunda columna por las de la primera.
- (b) El cálculo de estos porcentajes es afectado por el elevado monto del caudal de Pedro Antonio Solares, que ascendía a 84724.2 1/2 pesos. Excluido el caso de Solares, el porcentaje del último nivel de fortuna sería de 1.0 y el porcentaje general de 0.8.

Fuente: La misma del cuadro No. 2.

Hay que unir a esto la influencia que pudieron ejercer los catecismos políticos. En este artículo, todo catecismo cuya naturaleza no se especificó, se clasificó como religioso. Podía, empero, no serlo. En los años 1811 y 1813, bajo el ala de las liberales Cortes de Cádiz, fueron impresos, en Guatemala, un Catecismo político para instrucción del pueblo español y un Catecismo político arreglado a la constitución de la monarquía española para ilustración del pueblo, instrucción de la juventud y uso de las

escuelas de primeras letras³²¹. ¿Llegó esta literatura a manos de los campesinos? Es posible que así fuera.

III. Conclusión

La imagen de una sociedad ignorante, analfabeta y atrasada debe ser, indudablemente, revisada. Es necesario revalorar, a la luz de la evidencia aducida en este artículo, la situación intelectual del Valle Central de Costa Rica en la época de la independencia. Sólo una investigación más concienzuda, sin embargo, permitirá precisar, v.gr., la distribución del alfabetismo según el nivel socioeconómico, la influencia ejercida por el inmigrante y el impacto que tuvo la Ilustración en la clase mercantil y en el campesinado.

¿Por qué interesa todo esto? La razón es fácil de entender. Cuanto mejor se conozca la superestructura legada por la colonia, más adecuadamente se comprenderá cómo, a lo largo del siglo XIX, se transformó en la superestructura de una sociedad capitalista. En el análisis de este proceso, uno de los factores por considerar sería la transición del tipo de literatura del que se ocupó este artículo a la literatura característica del siglo XIX; el tránsito, por decirlo así, de Pedro Calderón de la Barca y Francisco de Quevedo a Walter Scott y Víctor Hugo.

Este esfuerzo, nada despreciable, complementa ría el análisis de la formación histórica del capitalismo agrario en el Valle Central. La visión de tal proceso no se circunscribiría, así, a lo puramente socioeconómico —que fue lo fundamental, ¿quién lo niega?—, sino que abarcaría, asimismo, lo súper estructural. Entender mejor el Valle Central de antes del café y de la expansión cafetalera es meta y la recompensa de una labor de esta naturaleza.

Cuadro No. 6
La temática de los libros según el nivel de fortuna (1821–1824)

Nivel de fortuna	Temas												
	R	H	Ly	P	M	G	T	A	C	L	Po	D	NA
– 199.7 1/2	1										1		1
200– 499.7 1/2	18	1									1	1	3
500– 999.7 1/2	12												1
1000–1999.7 1/2	16									2	1	1	1
2000–4999.7 1/2	34				1			1		3	1		4
5000–9999.7 1/2	56	2	5	1	2	1				1	3	1	3
10000 y más	97	14	15	3	18	4	2		2	29	1	4	32
Total	234	17	20	4	21	5	2	1	2	35	8	7	45

Siglas: R = religión. H = historia. Ly = leyes. P = política. M = moral. G = geografía. T = teatro. A = aritmética. C = comercio. L = lenguaje. Po = poesía. D = desconocido. NA = no aparece el título.

Fuente: Anexo No. 2

³²¹ Reyes, op. cit., 1971, pp. 100 y 103. Estos textos fueron prohibidos posteriormente. Véase: González Flores, op. cit., 1978, p. 26.

Anexo No. 1
Valle Central: los dueños de libros (1821-1824)

No.	Nombre	Vecindad	Año ^a	Caudal bruto ^b
1	Garro Emigdia	Heredia	1822	164.7 1/2
2	Rojas Micaela	San José	1821	199.5 1/2
3	Acosta Sebastián	Cartado	1822	338.7 1/2
4	Solano Dominga	Cartago	1822	394.1
5	Herrera José	Heredia	1824	327.5
6	Hidalgo Estanislao	Heredia	1822	355.0 1/2
7	Rodríguez Juan	Heredia	1822	474.6
8	Bertora Mateo ^c	San José	1821	400.3
9	Salazar Manuel	San José	1822	408.1
10	Sánchez José Antonio	Alajuela	1823	370.3
11	Sancho Juan	Alajuela	1824	313.7
12	Vargas Camilo	Alajuela	1821	324.1
13	Rodríguez María	Heredia	1821	635.7 1/2
14	Vargas María	Heredia	1824	796.6 1/2
15	Aguilar Anselmo	San José	1824	714.3 1/2
16	Alpizar Dámaso	San José	1821	621.4
17	Umaña Cruz	San José	1822	631.4
18	Murillo Miguel	Alajuela	1821	691.1
19	Vargas José	Alajuela	1822	819.0
20	Pérez Cipriano	Heredia	1823	1960.2 1/2
21	Ugalde Cecilia	Heredia	1822	1065.1 1/2
22	Chacón Antonia	San José	1822	1422.4
23	Barrantes Manuel I.	Alajuela	1822	1390.4 1/2
24	Jiménez Diego	Alajuela	1821	1412.5 1/2
25	Mayorga Francisco	Cartago	1824	2496.3 1/2
26	Núñez Miguel Angel	Cartago	1821	2735.3 1/2
27	González Efigenio	Heredia	1822	2266.4 1/2
28	Rodríguez Julián	Heredia	1823	3028.4 1/2
29	Cervantes María	San José	1821	3635.7
30	Mata Rafael	Cartago	1824	6770.5 1/2
31	Rodríguez Mariano	Heredia	1822	6041.5
32	Martínez Félix	San José	1821	9714.6 1/2
33	Ramó Teresa ^d	San José	1822	9642.3 1/2
34	Marchena Manuel	Cartago	1821	10004.2 1/2
35	Solares Pedro Antonio	Heredia	1824	84724.2 1/2
36	Jiménez José Ana	San José	1822	19597.2
Total				176891.6 1/4

(a) Se trata del año en que se efectuó la mortal.

(b) En pesos, en reales y en fracciones de real.

(c) Era natural de Génova, en donde casó con Catarina Rusi, que murió sin darle hijos. En San José, desposó a Francisca J. Castro.

(d) Fue, en vida, la esposa de José Rafael de Gallegos.

Fuente: Mortuales Coloniales. Exp. 323 (1821). Exp. 39 (1821). Exp. 2648 (1821). Exp. 2609 (1821). Exp. 37 (1821). Exp. 1036 (1821). Exp. 278 (1821). Exp. 1022 (1821). Mortuales Independientes. Cartago. Exp. 113 (1822). Exp. 2997 (1822). Exp. 2070 (1824). Exp. 1211 (1824). Mortuales Independientes. Heredia. Exp. 1536 (1822). Exp. 1721 (1824). Exp. 1720 (1822). Exp. 2616 (1822). Exp. 3351 (1824). Exp. 2395 (1823). Exp. 325 (1822). Exp. 1535 (1822). Exp. 2500 (1823). Exp. 2610 (1822). Exp. 2889 (1824). Mortuales Independiente San José. Exp. 539 (1822). Exp. 40 (1824). Exp. 618 (1822). Exp. 209 (1822). Exp. 205 (1821). Exp. 70 (1822). Mortuales Independientes. Alajuela. Exp. 1480 (1823). Exp. 1482 (1824). Exp. 973 (1821). Exp. 1737 (1822). Exp. 306 (1822). Exp. 863 (1821). Protocolos de San José. Exp. 483 (1822). ff. 24-31.

Anexo No. 2					
Los libros y sus autores (1821-1824) ^a					
Id	Autor	Título	Precio ^c	T ^d	E ^e
1			1.1.	1	1
1		Catecismo	0.4	1	1
2	[Evia Jacinto]	Ramillete [de varias flores poéticas]	1.0	1	1
3		Cotidiano		1	1
3		Libro de sermones	1.7 ^f	1	1
4		Catecismo	0.1	1	1
4		Librito de San José	0.2	1	1
4	[Bellati A.F.]	Arte [de encomendarse a Dios]	1.0	1	1
5		Catecismo	0.2	1	1
5			0.2	1	1
5			0.2	1	1
5			0.2	1	1
6	Ripalda	Catecismo	0.5	1	1
7	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.2	1	1
7		Libro doctrinal	1.4	1	1
7		Catón [cristiano y catecismo de la doctrina cristiana]	0.0 1/2	1	1
7	Ripalda	Catecismo	0.1 1/2	1	1
8	[Barón Jaime]	Luz de la fe [y de la ley]	1.4	1	1
8		Tratado espiritual	0.6	1	1
8		Tratado latino	0.4	1	1
8		Cotidiano	0.6	1	2
8		Catecismo	0.1	1	1
9		Catecismo	0.3	1	1
10		Catecismo	0.2	1	1
11	[Evia Jacinto]	Ramillete [de varias flores poéticas]	1.2	1	1
12	[Fleury Claude]	Catecismo histórico	1.0	1	1
13			0.6	1	1
13	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	2.4	1	1
14		Catecismo	0.6	1	1
15		Camino de la religión	1.2	1	1
16	Villacastín [T]	[Manual de ejercicios espirituales]	2.0	1	1
16	[Bellati A. F.]	Arte [de encomendarse a Dios]		1	1
16	[López de Ayala]	[El sacrosanto y ecuménico concilio [de Trento]	5.0 ^f	1	1
16		San Gerónimo		1	1
16	[Evia Jacinto]	Ramillete [de varias flores poéticas]	1.4	1	1
17		Catecismo	0.5	1	1
18		Catecismo	0.5	1	1
19		Catecismo	1.1	1	2
20		Ejercicio cotidiano	1.2	1	1
20	Ripalda	Catecismo	0.4 1/2	1	2
21	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.4	1	1
21	Ripalda	Catecismo	0.3	1	1
22	Villacastín [T]	[Manual de ejercicios espirituales]	0.6	1	1
22		Humildad de corazón	0.4	1	1
22		Meditación	0.7	1	1
22		Luz de verdades católicas	3.0	1	1
22			2.0	1	1
23		Génesis	1.4	2	1
23	[Señeri Pablo]	El cristiano instruido [en su ley]	0.6	1	1
23	[Evia Jacinto]	Ramillete [de varias flores poéticas]	0.4	1	1
23		Camino del cielo	0.4	1	1
23		El verdadero medicador	0.4	1	1

Id	Autor	Título	Precio	T	E
24	Nebrija [E.A.]	Diccionario latino-castellano	7.0	1	1
24	[López de Ayala]	[El sacrosanto y ecuménico] concilio [de Trento]	3.0	1	1
24		Arte explicado	1.4	1	1
24		Breviario	0.6	1	1
24	Nebrija [E.A.]	Arte [de la lengua castellana]	0.4	1	1
25	[Torres Diego]	[Vida ejemplar de] la venerable madre [Gregoria Francisca...]	3.0	2	1
25		Aritmética	1.0	1	1
25		[Ejercicio] cotidiano	2.0	1	2
25		Semanero Santo	0.6	1	1
25		Novena de tres horas	1.0	1	1
25		Catecismo	0.3	1	1
25	[Fray Valentín]	Fuero de la conciencia	0.4	1	1
25		¿Por qué de la Iglesia?	0.2	1	1
25	Echarri [F.]	[Directorio moral]	1.0	1	1
25	Días	Sermones	0.4	1	1
26		El oficio parro [sic] de Nuestra Señora	1.0	1	1
26		Día de la virgen	1.4	1	1
26		Santos evangelios	4.4	1	1
26		Salmos de David	2.4	1	1
26	[Pouget F. A.]	Ordinario de la Santa Misa	1.4	1	1
26	[Torres Diego]	[Vida ejemplar de] la venerable madre [Gregoria Francisca...]	9.0	9	1
26		Caracteres de la amistad	0.6	1	1
26		Ejercicio cotidiano	0.6	1	1
26		Novena de San Cayetano	0.1	1	1
27	Nebrija [E. A.]	Arte [de la lengua castellana]	1.0	1	1
27	[Evia Jacinto]	Ramillete de [varias] flores [poéticas]	0.4	1	1
27	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	0.4	1	1
27		Novenas	2.0		
27	Fray Salvador		0.2	1	1
27		Vocabulario	3.0	1	1
27			0.4	1	1
27			1.0	1	1
28	Nebrija [E.A.]	Arte [de la lengua castellana]	1.0	1	1
28	Ripalda	Catecismo	0.2	1	1
28	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.0	1	1
28			0.2	1	1
28		Luz de verdades católicas	4.0	1	1
29		Semanero santo	1.0	1	1
29		Misceláneo sacro	2.4	1	1
29	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.0	1	1
30		Teología del santo cardenal Goti	50.0	6	1
30	Quevedo [f.]		2.0	1	1
30	Almeida [Teodoro]		0.4	1	1
30	Alvarado	La vida de San Antonio	3.0	1	1
30	Calderón [Pedro]	Poesía	2.0	2	1
30	[Fray Thomé de J.]	Trabajos de Jesús	4.0	1	1
30		Dorado contador	2.0	1	1
30		Santos [evangelios]	4.0	2	1
30	[Loyola] Ignacio	Ejercicios [espirituales]	1.4	1	1
30	Ulloa	Meditaciones	5.4	1	1
30	[Lozano C.]	David perseguido [y alivio de lastimados]	4.0	3	1
30	[Barón Jaime]	Luz de la fe [y de la ley]	6.0	1	1
30	Lárraga [F.]	[Prontuario de teología] moral	1.0	1	1
30		Historia de España	2.0	1	1
30		Combate espiritual	3.0	1	1
30	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	5.0	1	4

Id	Autor	Título	Precio	T	E
30	Villacastín [T.]	[Manual de ejercicios espirituales]	3.0	1	2
30	[Croisset Jean]	[El] año cristiano	43.0	1	1
30		Espístolas selectas de San Gerónimo	2.0	1	1
30		[La] familia regulada	4.0	1	1
30		Misceláneo sacro	2.4	1	1
30	Andrade	Meditaciones	2.0	1	1
30		Destierro de ignorancias	1.2	1	1
30		Verdadera alegría	1.0	1	1
30		Novena	1.2 1/2	1	9
31			1.0		
31	[Evia Jacinto]	Ramillote de [varias] flores [poéticas]	0.4	1	1
31	Ripalda	Catecismo	0.2	1	1
31		Machotes de instrumentos públicos	0.4	1	1
32	Polanco	De escribir	8.0	1	1
32		Ejercicio cotidiano	2.2	1	2
32		El hombre en agonía	1.2	1	1
32	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.0	1	1
32	[Orozco Alonso]	Moral examen de conciencia	2.4	1	1
32		Historia y política	0.6	1	1
32	Kempis [Tomás]	[Imitación de Cristo]	2.4	1	1
32		Ciave geográfica	2.0	1	1
33		Recopilación de leyes de Indias	12.0	1	1
33	Febrero [José]	[Librería de escribanos]	16.0	1	1
33	[Croisset Jean]	[El] año cristiano	40.0	1	1
33		Colón de escribanos	4.0	1	1
33	Bossuet [J.B.]	Política de la Sagrada Escritura	5.0	1	1
33	Mier [Fray Servando]	Derecho público	6.0	1	1
33	[Almeida Teodoro]	Armonía de la razón y la religión	1.4	1	1
33		Diálogo sobre las artes	1.0	1	1
33	Racine [Jean]	Poema de la religión	1.4	1	1
33	Buchan		5.0	1	1
33	[Fray Manuel de San José]	El niño instruido [por la divina palabra]	1.4	1	1
33		Escuela de las señoritas	1.4	1	1
33		El reino feliz	1.4	1	1
33	Jamyn [Amadís]	Fruto de mis lecturas	1.0	1	1
33		Delicias de la religión	1.0	1	1
33	[Barcia y Zambrana]	Despertador [cristiano] eucarístico	1.0	1	1
33		Catón político español	0.4	1	1
34		Combate espiritual	5.0	1	1
34	Kempis [Tomás]	[Imitación de Cristo]	1.0	1	1
34	[Bellati A. F.]	Arte de encomendarse a Dios	2.0	1	1
34	Villacastín [T.]	[Manual de ejercicios espirituales]	2.0	1	1
34		Ejercicio cotidiano	1.4	1	1
34		Devocionario del señor San José	1.4	1	1
34	Almeida [Teodoro]	Devocionario del Corazón de Jesús	2.4	1	1
34		Sacerdote santificado	4.0	2	1
34	Almeida [Teodoro]	El hombre feliz [independiente del mundo]	3.0	1	1
34	Almeida [Teodoro]	La mujer feliz	4.0	1	1
34		Historia de la victorina	1.4	1	1
34		Pecador arrepentido	0.6	1	1
34	La Fontaine [J.]	Fábulas morales	4.0	1	1
34		Diccionario	15.0	1	1
34	Elizondo [F. A.]	Práctica universal forense	25.0	1	1
34	Solórzano [J.]	Política indiana	20.0	2	1
34	Melgarejo	Compendio de contratos	3.0	1	1
34	Martínez	Librería de jueces	8.0	4	1
34	Bousset [J. B.]	Historia universal	6.0	3	1
34	Mouso	Impugnación a Voltaire	12.0	1	1

(a) La información entre paréntesis fue reconstruida con base en la bibliografía citada en la nota No. 15 de este artículo. La información que no está entre paréntesis -cuya ortografía me tomé la libertad de corregir- procede de los mortuales. Cuando un espacio queda en blanco se debe a que no hay información al respecto. Las divisiones horizontales en el cuadro separan los niveles de fortuna.

(b) Id =identificación. El número corresponde al dueño del libro. Véase el anexo No. 1 de este artículo.

(c) En pesos, reales y fracciones de real.

(d) Se refiere al número de tomos de tal o cual obra. En los casos en que no aparecía la información respectiva, se tomó 1.

(e) Se refiere al número de ejemplares de un mismo libro. En los casos en que no aparecía la información respectiva, se tomó 1.

(f) En ambos casos, no se individualizó el precio de los libros.

Fuente: La misma del anexo No. 1 y la bibliografía citada en la nota No. 15 de este artículo.

Cuadro No. 5
La temática de los libros (1821–1824)

Tema	No. de tomos y/o ejemplares	%
Religión	234	58.4
Historia	17	4.2
Leyes	20	5.0
Política	4	1.0
Moral	21	5.2
Geografía	5	1.2
Teatro	2	0.5
Aritmética	1	0.2
Comercio	2	0.5
Lenguaje	35	8.7
Poesía	8	2.0
Desconocido	7	1.8
No aparece el título	45	11.2
Total	401	100.0

Fuente: Anexo No. 2.

Anexo No. 3

Los autores: fechas vitales y origen^a

Nombre	Fehas vitales	Origen
Lozano Cristóbal	1609–1667	Español
Bellati Antonio Francisco		Italiano
Barón Jaime		
Fleury Claude	1640–1723	Francés
Villacastín Tomás		
López de Ayala		
Señeri Pablo		
Nebrija Elio Antonio	1444–1522	Español
Torres Villarroel Diego	1694–1770	Español
Fray Valentín		
Echarri Francisco		
Díaz		
Pouget Francisco Amado		
Fray Salvador		
Quevedo Francisco	1580–1645	Español
Almeida Teodoro		Portugués
Alvarado		
Calderón de la Barca Pedro	1600–1681	Español
Fray Thomé de Jesús		Portugués
Ulloa		
Lárraga Francisco		
Croisset Jean		Francés
Andrade		
Polanco		
Ripalda		
Kempis Tomás	1379–1471	Alemán
Bousset J. B.	1627–1704	Francés
Fray Servando Teresa de Mier	1765–1827	Mexicano
Racine Jean	1639–1699	Francés
Buchan		
Fray Manuel de San José		
Jamyn Amadís	1540–1593	Francés
La Fontaine Jean	1621–1695	Francés
Elizondo Francisco Antonio		
Solórzano Juan de	1575–1655	Español
Melgarejo		
Martínez		
Mouso		
Feijoo Benito Jerónimo	1676–1764	Español
Hevia Juan		
Villadiego		
Estío Guillermo	1524–1613	Holandés
Ustaríz Jerónimo de	1670–1732	Español
Villaseñor		
Pava		
Melia y Ribelles		
Calepino Ambrosio	1440–1510	Italiano
Bujan		
Molina		
Flóres Enrique	1702–1773	Español
Febrero José	1733–1790	Español
Orozco Alonso	1500–1591	Español
Fray Gerónimo Gracián	1545–1614	Español
Evía Jacinto	1620–¿1676?	Ecuatoriano
Barcia y Zambrana José		Español
Loyola Ignacio de	1491–1556	Español

(a) Cuando el espacio queda en blanco es porque no se logró obtener información.

Fuente: La misma del anexo No. 2.

CRONICA

I SEMINARIO CENTROAMERICANO DE HISTORIA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA

Tuvo lugar en la Biblioteca de la Facultad de Letras, Universidad de Costa Rica, del 10 al 14 de junio de 1985. Fue organizado por la Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia (ACOHIFICI), miembro institucional de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología (SLHCT).

La Comisión Organizadora estuvo integrada por las siguientes personas:

Lic. Angel Ruiz (Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica).

Dra. Giuliana Vicarioli (Escuela de Física, Universidad de Costa Rica).

Dr. Luis A. Camacho (Escuela de Filosofía, Universidad de Costa-Rica).

Todos ellos miembros de la Directiva de ACOHIFICI. En las primeras etapas de organización la Comisión recibió un valioso apoyo del Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) y, en particular, del M. A. Eduardo Saxe.

La publicación en este número de la Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica de las ponencias presentadas ha estado a cargo del Dr. Luis A. Camacho.

Este primer Seminario fue posible gracias al patrocinio de varias instituciones públicas y privadas, así como de personas particulares. Mencionamos a continuación personas e instituciones que se destacaron en esta colaboración:

Universidad de Costa Rica:

Dr. Gabriel Macaya, Vicerrector de Investigación Licda. Mireya Hernández de Jaén, Vicerrectora de Acción Social.

Dr. José A. Soto, Decano de Letras.

Ing. Rodolfo Herrera, Decano de Ingeniería.

Lic. Víctor Brenes, Director de la Escuela de Filosofía.

Dr. Luis Fdo. Sibaja, Director del Departamento de Historia.

Universidad Nacional:

Licda. Rose Marie Ruiz, Vicerrectora de Extensión Lic. Ronald Dormond, Vicerrector de Investigación

Instituto Tecnológico de Costa Rica:

Arq. Roberto Villalobos, Rector

Prof. Mario Alfaro, Director del Departamento de Ciencias Sociales.

Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología:

Dr. Juan José Saldaña, Presidente.

Consejo Superior Universitario Centroamericano

(CSUCA):

M.A. Eduardo Saxe, Director, Secretaría de Ciencia y Tecnología.

Empresa privada y personas particulares: Riviana Pozuelo, Coca-Cola, y el Sr. M.A. Edgar Roy Ramírez.

Las siguientes personas presentaron ponencia en el I Seminario:

Alfaro, Mario: Departamento de Ciencias Sociales, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Arboleda, Luis Carlos: Universidad del Valle, Colombia.

Azofeifa, Alfredo: Unidad de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica.

Bozzoli, María Eugenia: Escuela de Antropología y Sociología, Universidad de Costa Rica.

Bu, Xiomara: Departamento de Filosofía, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Camacho, Luis A.: Escuela de Filosofía, Universidad de Costa Rica.

Coronado, Luis Guillermo: Escuela de Filosofía, Universidad de Costa Rica.

Cini, Marcello: Università di Roma, Italia.

Gutiérrez, José María: Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica.

Gutiérrez, Rodrigo: Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica.

Mata, Leonardo: Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Costa Rica.

Morales, Luis Diego: Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica.

Morales, Orlando: Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica.

Nazar, Nicolás: Escuela de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Ramírez, Edgar Roy: Escuela de Filosofía, Universidad de Costa Rica.

Rohrmoser, Guillermo: Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Costa Rica.

Ruiz Zúñiga, Ángel: Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica.

Sala Catalá, José: Universidad Complutense, Madrid, España.

Saxe, Eduardo: Consejo Superior Universitario Centroamericano, (CSUCA), Costa Rica.

Serrano, Augusto: Departamento de Filosofía, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Solórzano, Juan Carlos: Escuela de Historia y Geografía, Universidad de Costa Rica.

Sparisci, Luciana: Escuela de Filología, Universidad de Costa Rica.

Varilly, Joseph: Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica.

Vicarioli, Giuliana: Escuela de Física, Universidad de Costa Rica.

Villarino, Mark: Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica.

(Algunas ponencias no aparecen en esta edición por no haber sido presentadas a tiempo).

Sobre ACOHIFICI:

La Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia (ACOHIFICI) se fundó en marzo de 1983 con el fin de unir esfuerzos individuales que se han dado en la investigación, la enseñanza y la divulgación de estas disciplinas académicas y de integrar esa labor con los esfuerzos homólogos que se realizan en otros países de Latinoamérica.

La historia de la ciencia es una disciplina relativamente reciente que ha despertado creciente interés en profesores de ciencia y en instituciones de investigación y de educación superior, ya que las investigaciones en historia de la ciencia y de la tecnología permiten una mejor comprensión tanto de la actividad científica en sí misma como de las instituciones que se basan en ella.

Juntamente con la filosofía de la ciencia, esta disciplina constituye un medio básico para el análisis de nuestro patrimonio científico y tecnológico y para la búsqueda de nuestra propia identidad cultural. A la luz de ambas, los problemas del desarrollo adquieren una dimensión y claridad de otro modo ausentes. La historia y filosofía de la ciencia ocupan un papel importante en la búsqueda de una adecuada política científico-tecnológica que posibilite nuevas alternativas de desarrollo. Por otra parte, la historia de la ciencia se convierte en un medio de apoyo para la enseñanza de las ciencias permitiendo, por ejemplo, conocer la dinámica socio-histórica subyacente a los procesos científicos evitando el estudio de éstos como hechos socialmente aislados.

Este nuevo interés por la disciplina ha sido el origen de numerosos postgrados universitarios, de variados grupos de investigación y de un enorme esfuerzo editorial que intenta hacer asequibles las fuentes originales. En América Latina, este interés queda atestiguado por la fundación de la Sociedad Latinoamericana de Historia de la

Ciencia y de la Tecnología (SLHCT) en Puebla, México, en agosto de 1982. ACOHIFICI es miembro institucional de SLHCT y funge como representante de ésta en Costa Rica.

Además del I Seminario Centroamericano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, ACOHIFICI ha organizado numerosas conferencias, simposios, encuentros y otras actividades afines. Destacan el ciclo de conferencias sobre historia de la física y enseñanza de la matemática, con la participación de dos especialistas de la Universidad de Roma, que tuvo lugar en marzo de 1984, y el simposio sobre el tema "La responsabilidad del científico en Costa Rica", que se celebró en el Colegio de Ingenieros y Arquitectos del lunes 20 al martes 28 de agosto de 1984. En diciembre de 1985 ACOHIFICI organizó la 1 Jornada Internacional de Didáctica de la Ciencia, conjuntamente con la Universidad Nacional, la Universidad de Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Estatal a Distancia, la Asociación Costarricense de Física y la Sociedad Dante Alighieri. Participaron en ella el Dr. David Hawkins, de la Universidad de Colorado, el Dr. José Granés, de la Universidad Nacional de Colombia, y cuatro investigadores italianos vinculados al Laboratorio de Didáctica de la Ciencia de la Universidad de Roma: Matilde Vicentini, Francó Dupré, Grazia Noce y Agnese Fermo. La asistencia de profesores costarricenses fue muy numerosa.

ACOHIFICI publica la revista Desarrollo, juntamente con el Grupo de estudio en ciencia, tecnología, planificación y política (CITEPPOL). Desarrollo busca convertirse en foro de discusión para políticas científico-tecnológicas. Asimismo, ACOHIFICI distribuye en Costa Rica la revista Quipu, órgano de la SLHCT.

La dirección de ACOHIFICI es la siguiente:

Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia

Apartado 388

2050 San Pedro de Montes de Oca COSTA RICA