

CONSIDERACIONES EN TORNO A LA POSIBLE
APLICACION DE LA ENTROPIA EN LOS
PROBLEMAS DE CONDUCTA HUMANA*

DR. EDMUNDO BUENTELLO
DR. OCTAVIO GODÍNEZ NERI

I. INQUIETUDES Y ANTECEDENTES

LA EXTENSIÓN progresiva de los conocimientos psicológicos, psiquiátricos, sociológicos y antropológicos, han hecho que el complejísimo mecanismo de comprensión de la conducta humana se venga ampliando aún más con las recientes adquisiciones de estas ciencias y el concepto pluridimensional de sus etiologías. Ningún especialista, por importante que sea la rama de su dedicación y su propia capacidad, está en aptitud de hacer otra cosa que marcar caminos que van ampliándose, precisándose y enriqueciéndose dentro de cada disciplina de conocimientos, pero que, al mismo tiempo, sufren las influencias de las ciencias conexas y, especialmente, de la físico-química que tan gigantesco desenvolvimiento muestra en los últimos años, y que los biólogos (y los médicos tenemos una base fundamentalmente biológica), tienen necesariamente qué considerar. Hace años se enseñaba que la conducta humana incluía aspectos genéticos y hereditarios, reflejos neurológicos, automatismos, reflejos condicionados en creciente complicación desde los instintivos hasta los psíquicos superiores, influencias del inconsciente colectivo desde las capas instintivas, las tendencias, los sentimientos elementales, el tipo de pensamiento primitivo que incluye el pensamiento mágico; la educación, la interculturación, los patrones comunitarios de la sociedad en que se vive y, desde luego, la aparición del pensamiento, la gnosis esencial del hombre, lo significativo y el símbolo, la proyección al futuro y, finalmente, la conación o determinación volitiva. Pero todo ello deriva de la excitabilidad de la sustancia viva y endocrinólogos, biólogos y físico-químicos nos han enseñado

* Trabajo de Sección (Medicina social), leído en la sesión ordinaria del 21 de agosto de 1963.

las influencias del funcionamiento citoquímico, en la aparición no sólo de la función individualizada de las células que son nuestro sostén, sino la condición de homeostasis, y en la práctica reconocemos continuamente las perturbaciones y variantes de la conducta humana bajo la influencia de modificaciones físico-químicas del binomio anacatabolismo celular y orgánico, que se traduce en complejos resultados que siguen las vías nerviosas de las emociones, de las asociaciones, del sistema reticular como selector condensador, de los tejidos que funcionan sobre la base de filtros, selectores, condensadores, resistencias, mecanismos de defensa, excesos de los mismos, etc. Quienes nos hemos venido dedicando por intentos de especialización a determinado carril de conocimientos, específicamente los psiquiátricos de higiene mental, somos los menos sospechosos posiblemente de pretender interpretar la conducta humana por factores físicos. Lo más que prevalece en algunos es una orientación órgano-biológica, pero sin desconocer la trascendencia de leyes y mecanismos psicológicos o psicoanalíticos, cualquiera que sea la escuela de pensamiento que se siga, como fundamentales, y la orientación epifenoménica de los valores humanos y aspiraciones e ideales superiores.

Por tal razón, hemos creído conveniente, haciendo una excepción en nuestra trayectoria, tratar de entrever tímidamente los nexos que parecen unir la físico-química de la substancia viva y sus reacciones con las reacciones de conducta humana, seleccionando por ahora el fenómeno de la entropía, ley de la termodinámica física.

En reciente symposium de esta H. Academia hemos escuchado las más recientes adquisiciones en la medicina, todas ellas llenas de datos físico-químicos acerca de las influencias de los factores estimulares sobre las funciones celulares, las influencias genéticas, la constitución de los virus, las enfermedades cromosómicas. Maurice Maurois, de la Facultad de Medicina de París, a su vez, escribe, que "la vida es frágil, pero al hacerse su camino en la materia, a la amenaza responde con la adaptación". "No describiré los magníficos procedimientos que la naturaleza ha encontrado para adaptar los organismos a su medio y los órganos a su función; no evocaré sino la *finalidad interna*, noción unánimemente aceptada hoy día por los biólogos, más allá de las querellas del determinismo y del finalismo, que hace que el ojo vea, que el pulmón respire y el riñón excrete; no describiré la asombrosa precisión de las regulaciones hormonales y nerviosas. En vez de estos triunfos ejemplares voy a acentuar solamente la fragilidad y lo precario de la vida y sus amenazas, como se presentan en las formas superiores. He aquí algunos ejemplos de la adaptación a las variaciones químicas. La adaptación de las células vivas a las substancias extrañas a su constitución, a los venenos, es un fenómeno biológico notable. Los insectos oponen armas diversas a la acción de los insecticidas, cierran sus estigmas respiratorios impidiendo así la

penetración del veneno, o bien imaginan procesos químicos nuevos para transformar el veneno en producto inofensivo. Los microbios hacen así su lucha contra los antibióticos: modifican su permeabilidad celular, inventan sistemas enzimáticos capaces de inactivar los productos tóxicos, como la penicilinas contra la penicilina. Estas enzimas, llamadas de adaptación, son una de las manifestaciones de la plasticidad de la vida. Bajo la acción antibiótica se ve a ciertas bacterias cambiar de forma, de tamaño, volverse pequeñísimas y hasta invisibles haciéndose capaces de atravesar los filtros más finos. Como las facultades de resistencia celular tienen sus límites; granos, huevos y esporas, se producen como órganos de resistencia para esperar a que prevalezcan condiciones mejores. En los líquenes, rotíferos, nemátodos, desecado su medio, suspenden su vida durante años si es necesario. Se les puede poner en aire líquido a menos de 189 grados, en hidrógeno líquido a menos de 254. A su despecho los fenómenos físico-químicos de la vida, reaparecen. Bajo los hielos del polo sur con millares de metros encima, o enterrados bajo capas producidas por cataclismos geológicos es posible que existan, esperando, con paciencia, las condiciones de su reviviscencia. En cambio, los organismos superiores, no disponen de tales posibilidades de adaptación. Por ejemplo, en las radiaciones, una dosis de 600 roentgens es bastante para matar a un hombre, pero esta dosis corresponde a una absorción de energía de 60,000 ergs, o sea la milésima parte de la energía que nuestro organismo consume en un segundo. Por otra parte, para matar a una célula se requieren centenares de miles de roentgens. La vida se vuelve más frágil a medida que asciende en la escala de la organización. En cuanto al hombre se refiere, bastan sólo 10 roentgens por generación, para duplicar la cantidad de mutaciones; el patrimonio genético precioso del ser humano, es, pues, lo más amenazado; sobre los ácidos nucleicos que lo constituyen se ejerce, preferentemente, la cólera de la materia, y son ellos los que contienen la promesa de la especie, y aseguran, en nuestras células germinales la propagación de nuestra especie".

Al lado de todo ello, conocemos además las influencias de los factores ambientales en la producción de las oligofrenias, los accidentes de reunión cromosómica en la génesis de la idiocia mongoloide, los peligros de los rayos X en el encéfalo del feto, el uso de esteroides en la curación y prevención de la hiparritmia de Gibbs, los formidables avances de la farmopsiquiatría, etc.

Con tales antecedentes indudables, que marcan brillantemente los caminos de la comprensión de la psiquiatría y de la conducta humana, en uno de sus aspectos, trataremos ahora el asunto central de nuestro tema.

II. PLANTEAMIENTO

El punto de partida de la probable correlación que se enuncia con nuestros problemas relativos a la conducta humana, es el pensamiento del profesor Mau-

rice Maurois, profesor de la Facultad de Medicina de París, que formuló así: "desde el punto de vista físico-químico, la vida es lucha contra el acrecentamiento de la entropía, es decir, contra el incremento del desorden de las infraestructuras, desorden que conduce al equilibrio termodinámico final: a la muerte". Estas palabras, aparecidas en un magnífico estudio publicado en el número 131, año de 1962, de "Medicina de Francia", tuvo la virtud de suscitar una serie de asociaciones cuya expresión intentaremos comunicar, sobre hechos diversos, que, sin embargo, parecen tener una estrecha correlación entre sí por una parte, y por la otra, con la segunda ley de la parte de la física moderna que se designa con el nombre de termodinamia. Por variados que puedan parecer los temas que a continuación se exponen, esperamos lograr la conexión útil para los objetivos de este trabajo, que aunque presenta los aspectos personales, que veremos a continuación, no representan novedad sino en la proposición psicosocial que hacemos, pues autores en ciencias tan connotados como Pascual Jordán en física atómica, y el biólogo Edmund W. Sinnott en su especialidad, coinciden con Maurice Maurois en el terreno estrictamente científico, pero ellos han pensado también en que la entropía no se limita a los variados aspectos de la energía y de la materia, puesto que el cerebro humano y el psiquismo que tiene a estos como premisa permiten derivar probablemente estas mismas leyes, hacia la conducta humana individual y social.

III. EJEMPLOS

1. Cuando se contempla la enorme cantidad de material literario, novelístico, lleno de ideas destructivas, de excitaciones pornográficas, de técnicas del vicio, se piensa que cada una es responsabilidad de su autor, que hacen daño social en las mentes insuficientemente maduras de los jóvenes y de los niños: se crean comisiones de censura. Pero se piensa, además, que todo ello se supedita a los artificios que comercialmente explotan la curiosidad morbosa de la gente a quien van dirigidos, con fines predominantemente lucrativos. Muchos autores de tal tipo de literatura baja, son a su vez anormales, neuróticos, perversos o pervertidos, a quienes el grado antiestético de su producción, les importa menos que su narcicismo, su exhibicionismo o el interés de obtención de un *modus vivendi*. Tanto los productores, como quienes aceptan y a veces se refocilan con tales producciones, no obedecen solamente a las leyes de la oferta y la demanda, o a los empleados y grados de la anormalidad individual y social, sino que en nuestro concepto forman parte de esas fuerzas que dentro de la sociedad existen, a pesar de ser negativas, asociales o francamente antisociales. Son los representantes de energías que se dirigen en contra de la estructura más o menos normal de la sociedad, que viven y crecen orientadas no sólo por las urgencias personales, sino como representantes de esa energía contraria que parece ser

una necesidad o una ley dentro de lo social. Ortega y Gasset ha dicho que lo social no puede comprenderse sino aceptando al mismo tiempo lo antisocial y el sociólogo Durkheim ha dicho que cierto grado de delincuencia y de antisociabilidad, se encuentran normalmente en las sociedades humanas, pero que lo que importa es o su excesivo aumento o su desaparición, siendo ambos extremos síntoma evidente de graves males en la estructura social.

Aunque siempre se ha señalado la mala literatura, como causa de los errores de conducta juvenil, quienes piensan mejor sobre ello y menos superficialmente, saben que el ser humano bien estructurado mentalmente, escribe y observa, pero no asimila tales producciones; selecciona el material de lo leído, es capaz de encontrar una idea útil perdida en la magma de inmundicias y de aprovecharla en su momento. En cambio, quien se deja invadir, el que con mal gusto se aficiona a tales graforreas, o es un débil psíquico, o un neurótico, o ha encontrado en eso, alimento para despertar y vivificar sus propios problemas previos que sólo esperaban riego. Por tal motivo, los criminólogos, y así aparece en la última clasificación de la ONU sobre causas de la delincuencia, no toman en consideración este factor como *causa*, sino sólo con causa adyuvante. Pero hay más. Para nosotros, es una manifestación de fuerza contraria, antitética, de escasa potencia habitualmente aunque en ocasiones o tiempos caóticos adquiere caracteres de gravedad e intensidad, cuya explicación debe buscarse no sólo en la mente individual de un anómalo o un logrero ambicioso, sino en factores sociológicos de psicología de grupos humanos, lo cual tiene ya su propia trayectoria y leyes independientes de los factores individualizados.

2. Muchas mujeres en el mundo entero, aparentemente bajo la influencia de ideas ultramodernistas, de ideologías filosóficas, de reacciones antirreligiosas, de situaciones económicas, de aceptaciones malthusianas, de racionalizaciones sobre la hiperpoblación del mundo, o de su propia conveniencia, practican las relaciones sexuales, pero poniendo los medios para evitar embarazos. En ocasiones las razones son más o menos valederas, pero en otras, fuera de indicación médica o de condiciones sociales cerebralizadas, aceptadas incluso por las religiones, son sólo subterfugios para el desempeño de una prostitución velada, de significaciones hipersexuales, de vicio y exaltaciones psicosexuales producidas por psicopatías, endocrinopatías diversas, anomalías mentales y de conducta derivada hacia lo sexual, impulsiones patológicas de tipo epiléptico, o perversiones adquiridas bajo la influencia del medio externo. A las medidas científicas verdaderas, con indicación precisa de tipo médico y dentro de los lineamientos de la deontología profesional, se han agregado mecanismos y medicaciones que se ejercen libremente, al arbitrio falaz de las interesadas o de los interesados, dentro de lo que se ha propagado como "sexo sin amor", lo que hace prosélitos con pasmosa facilidad. Las noticias mundiales sobre los peligros de la aplicación de medicamentos, son hechos recientes y del dominio público, provocando escán-

dalos de todo tipo, en los que han debido intervenir autoridades y jerarquías diversas, ante el uso indiscriminado o ligero de tales contraceptivos. Pasada la moda de lo "económico-social" que pretendía hasta hace poco explicarlo todo, se buscan ahora razones o pretextos de toda especie, confundiéndose en el grueso de la actuación, las indicaciones precisas con las utilidades orientadas por los deseos elementales y los mecanismos instintivos sin dirección cerebral. Complejísimo como es el problema y con tan diversas facetas, hay sin embargo, una que coincide con la idea que desarrollamos. Esta situación humana ante los nacimientos, es, en lo social, algo más que procedimientos individuales con o sin razones técnicas; parece haber detrás un mecanismo social de otra raigambre. Disfrazada de pesimismo ante la era tómica, de conciencia vital ante el peligro de la hiperpoblación mundial, hay *toda una actitud*, especialmente femenina, que va más allá y más lejos que la mera contracepción. Va también más lejos que el interés puramente personal, más o menos determinado por circunstancias personales o externas. Más lejos todavía que la autodestrucción, conocida de todos los psiquiatras, como mecanismo individual de diversas psicosis. Se aplica tal actitud a la *extinción de la especie*, en cuanto al radio de acción de cada persona. Es decir, no es un acto contra el instinto de conservación personal, sino de la especie, en cuanto depende de la actitud de cada persona en particular. Salazar Viniegra, denominó este mecanismo, dando incluso ejemplos de su aplicación, llamándolo elegantemente *voluntad de extinción*. Debajo de las protestas humanitarias, de las actitudes femeninas de no dar hijos para las guerras, para la catástrofe atómica por venir, de los problemas de alimentación del mundo con prole humana inconteniblemente creciente, se encuentra esta fuerza, esta energía poderosa, creciente también aunque aparezca con diversos disfraces, incluso el de la lógica y aún de la ética social. Es una fuerza contraria, opuesta, a la trayectoria general que los hechos y la historia muestran en el mundo. Es una fuerza destructora sobre la que conviene quizá reflexionar con mayor cuidado, sin detenerse demasiado en las envolturas de su presentación.

3. Es evidente, en otro terreno, que también la *actitud* de hombres y mujeres con situaciones homosexuales, crecientes según estadísticas en muy diversos países, es otra manifestación de dicha tendencia a la extinción. Es un camino desviado, anormal, neurótico o complexual, que lleva por tales caminos a la oposición de la creación, poder dado al hombre para reproducirse, que deliberadamente se resigna, se desdeña y se renuncia. Los caminos para ello, son también muchos, y diversa la etiopatogenia, pero considerado desde el punto de vista de las colectividades, es algo más que una simple suma de resultados de actitudes individuales anómalas, para convertirse en una fuerza opositora, también de gran intensidad, evidentemente destructora de la tendencia original, normal, a la creatividad. Otro ejemplo, más claro aún, de esa voluntad de extinción que

tan importante papel desempeña en ésta y otras posiciones humanas, y que se viste de todos los disfraces para ejercer su acción.

4. En psiquiatría, los impulsos autodestructivos, las automutilaciones, las tendencias suicidas y su mecanismo, las autopunciones, el sentimiento patológico de culpa y su representante subconsciente el famoso complejo de culpabilidad, las pérdidas repentinas del interés por la vida, falta de impulso vital, o Elan Vital de Bergson, son en lo colectivo también modalidades de esa fuerza que se opone, por caminos racionalizados, o francamente patológicos, a la trayectoria ascendente y creadora de la vida misma, e incluso parece haber perdido "el propósito biológico" que encuentran los sabios de la biología moderna en toda manifestación vital, desde la planta hasta el hombre. Vistos en conjunto y no meramente como actos individuales, todos estos mecanismos parecen menguar en su significación personal, para entrar a formar parte de un conjunto de situaciones que por caminos variados, llevan también al hombre a contravenir los instintos primarios de conservación del propio yo y de la especie.

5. Las filosofías que sostienen el *vivir* para el momento, los existencialismos teatrales y elementales, que hablan al individuo de la vaciedad de la historia, del odio al pasado, de la inutilidad de los movimientos dizque creadores de un orden en el mundo a través de siglos de existencia, de las mentiras que encierran religiones y filosofías seculares, de lo absurdo de *esperar* algo para el futuro, y más todavía para después de la muerte, del contrasentido de proyectarse hacia el porvenir, ya que ni siquiera podemos fiarnos del pasado, y del propio confuso presente, son también fuerzas, que otrora se hubieran calificado de nihilistas, destructuras del sentido de las sociedades humanas, más dañinas por plantarse en los psiquismos, que el mismo delito de genocidio que tiene ya carta de naturalización en todos los códigos de las naciones. Son también fuerzas ocultas, que corren, que bajo su máscara de modernidad, audacia y apariencia de protesta juvenil, son en realidad un gran conjunto de energías dirigidas contra la estructura de lo social, de lo verdaderamente constructivo aunque con dificultades, de la trayectoria de progreso si es que existe alguno, y de la fe en los destinos humanos. Son por lo tanto otras muestras, tajantes y más peligrosas porque hacen presa más fácilmente entre los jóvenes, que parecen nacidos para contrarrestar la dirección unívoca y creciente de la humanidad callada, vital, dotada de empuje, de creatividad y de valor.

6. En un aspecto particular, el mal llamado problema de los *rebeldes sin causa* en México, *bluseau noirs* en Francia, *outsides* en Inglaterra, *halb-stärke* ($\frac{1}{2}$ fuerza) en Alemania y *camberros* en España, tiene un aspecto destructivo de los valores juveniles verdaderos. Parecen rebeldes a todo, menos a su propio placer impulsivo, y al dinero y el poder. Guardando las proporciones entre infracciones de jóvenes y delitos de adultos, veamos lo que dice el sociólogo Durkheim: "Si hay un hecho cuyo carácter patológico parece indiscutible, es

el crimen". Los criminólogos están acordes sobre este punto. Aunque expliquen el fenómeno de modo diverso, son unánimes en reconocer aquella afirmación. Pero el crimen no se observa sólo en la mayoría de las sociedades, sino en las de todos los tipos. La criminalidad existe por doquiera. Cambia sus formas, los actos calificados de crimen no son siempre los mismos, pero en todas partes y siempre, hubo hombres cuya conducta hizo preciso una represión penal. Hacer del crimen una enfermedad social, equivaldría a admitir que la enfermedad no es algo accidental (esta es una afirmación de Durkheim demostrada en su libro sobre "Las reglas del método sociológico"), sino que por el contrario deriva en ciertos casos de la constitución fundamental del ser vivo: sería borrar toda distinción entre lo fisiológico y lo patológico. Sin duda ninguna puede suceder que el crimen mismo ofrezca formas anormales, y esto sucede por ejemplo cuando alcanza un porcentaje exagerado. Este exceso, no es dudoso que sería de naturaleza morbosa. *Lo normal es simplemente que exista criminalidad*, con tal de que para cada tipo social ésta alcance, pero no rebase un cierto límite que no es imposible de fijar según las reglas precedentes. Aparentemente es una solución paradójica, pero ello no debe inducirnos a error. Clasificar el crimen dentro de los fenómenos de sociología normal no significa solamente que sea un fenómeno inevitable, sino afirmar que *constituye un factor de la salud pública*, una parte integrante de toda sociedad sana. Este resultado es lo suficientemente sorprendente para que nos haya desconcertado, pero dominada esta primera impresión encontramos las razones. En primer lugar, el crimen es normal porque una sociedad sin él es completamente imposible.

El crimen consiste en un acto que ofende determinados sentimientos colectivos, dotados de energía y firmeza particulares. Para que en una sociedad determinada cualquiera pudiesen cesar de cometerse los crímenes y los delitos de toda especie, sería preciso que los sentimientos que se ofenden se encontrasen en *todas* las conciencias individuales, sin excepción. Suponiendo ahora que tal condición pudiera efectivamente ser realizada, el crimen no desaparecería, cambiaría solamente de forma, pues la misma causa que extinguiría las fuentes de la criminalidad, haría surgir inmediatamente otras nuevas. Si desaparecieran los asesinos, otros sentimientos originados por faltas más débiles, se vigorizarían; así el robo, los actos ejecutados sin escrúpulos o la simple falta de delicadeza, serían los sustitutos en orden decreciente. He aquí, por qué simplemente se vitupera al hombre poco escrupuloso, mientras se castiga al ladrón. Supóngase una comunidad de santos, de ejemplares humanos más o menos perfectos; los crímenes de hoy, serían ahí desconocidos, pero las faltas, que parecían pequeñeces al mundo entero, promoverían el escándalo y reacción de oposición, que los delitos ordinarios producen hoy en las conciencias también ordinarias".

Por su gran interés hemos hecho la cita completa de Durkheim, pero no podemos perder de vista que, de acuerdo con la idea que venimos desarrollando,

lo que por el momento importa retener, es que al lado de las fuerzas creadoras, orientadoras, *normativas*, y que llevan a la humanidad en su conjunto a lo que llamamos progreso, hay, *normalmente*, fuerzas antisociales, opuestas, delictivas incluso, que no por serlo tienen el carácter de anormales, sino por el contrario, están íntimamente unidas y son necesarias a la fuerza direccional principal. Es como la filosofía de las antítesis: lo positivo necesitando de lo negativo, lo bueno requiriendo de lo malo, la luz de la sombra, el incremento social natural requiriendo a las fuerzas delictivas, no sólo para que exista el contraste sino incluso *para subsistir* ellas mismas.

7. En el mecanismo psiquiátrico es bien conocido el ejemplo de lo que en la sintomatología de esquizofrenia llamamos la *ambivalencia*. La idea uno, despierta la asociación dos contraria; el sujeto es fulano de tal, pero es perengano al mismo tiempo; es hijo de sus padres, pero sus padres no lo son, o quien sabe si lo sean. El esquizofrénico es fácilmente Juan Pérez y el presidente de una nación; es decir, las ideas opuestas valen casi equilibradamente, haciendo perder al sujeto todo control de sí y de sus actos; se pierde la perspectiva de los hechos, de las personas, de las situaciones vitales elementales, obteniéndose que el sujeto quede en absoluta inercia, pues no puede decidirse a nada, solicitado de continuo por fuerzas opuestas e igualmente patentes para él.

8. En la psicastenia, neurosis que fue llamada por Janet "la locura de duda", encontramos el mismo fenómeno en pequeño si lo comparamos con los síntomas esquizofrénicos, sólo que aquí hay además sufrimiento, dolor moral, psicalgia ante lo que está pasando, aunque persista la coherencia de las ideas, y en cambio en la esquizofrenia hay disgregación total de los mecanismos ideicos y conscientes, solicitados por fuerzas afectivas de enorme poder.

Todos estos son ejemplos, parcializados sin duda, de que al lado de las potencias constructivas, hay otras, contrarias, inquietantes, que en forma necesaria, se ligan con las primeras en todos los terrenos, en lo normal, en lo patológico, en lo individual y en lo social, en lo éticosocial y en la conducta delictiva, porque ambas son a la postre fuerzas humanas.

Por complicados que parezcan a primera vista, temas de psicología, de criminalística, de salud mental, de sociología o de moral social, todos ellos parecen mostrar que, de modo similar a lo que en electricidad existe, cuando una corriente unidireccional y principal genera otra de sentido contrario, inducida, que coexiste, y su energía de menor intensidad, *no debe pasar cierto límite* a riesgo de poner en peligro la actividad principal, y llegar a la destrucción, o cuando menos *a la anulación que no es aprovechable como trabajo*, de la fuerza principal, creativa y positiva.

IV. FÍSICA

9. Veamos ahora lo que se indica acerca del fenómeno llamado entropía, en lo que es accesible para nosotros de la física moderna.

La entropía termodinámica "S" puede ser definida como la energía molar por grado de temperatura absoluta, que *no* es aprovechable como trabajo. La imposibilidad de convertir toda la energía térmica a trabajo es el resultado del desorden de las moléculas que existen en el sistema. Todas las sustancias, a temperatura ambiente, poseen una cierta cantidad de entropía, debida al movimiento molecular (movimiento desordenado). Si se tiene, por ejemplo, un pistón movido por un gas, las moléculas de éste se mueven en todas direcciones, y algunas de ellas *no* contribuyen al movimiento del pistón. Si las moléculas se movieran ordenadamente en el sentido del movimiento del pistón, la entropía del sistema sería igual a *cero*. Todos los sistemas tienden a un grado mayor de libertad de movimiento y, por lo tanto, a un desorden mayor, o sea al aumento de la entropía. Una reacción espontánea que implica un sistema y a su medio ambiente, procede en la dirección de aumentar la entropía. He aquí lo que dice Earl Royals en su *Advanced Organic Chemistry*: "La entropía puede definirse como el coeficiente de energía no disponible isotérmicamente. En las formulaciones termodinámicas, el producto de la entropía por la temperatura absoluta, TS, representa esa parte de la energía de un sistema que no es aprovechable para trabajo útil".

Según Getman y Daniels, en su tratado moderno de Físico-Química, la segunda Ley de la Termodinámica se formula así: "A pesar de que el trabajo puede siempre transformarse en calor, no acontece que el calor pueda transformarse completamente en trabajo. La segunda ley de la termodinámica puede aplicarse a fenómenos variados. Puede definirse, en su forma más general, así: Todos los sistemas tienden a acercarse a su estado de equilibrio. En todo proceso natural, la reversibilidad completa nunca se logrará debido a ciertos efectos, como las pérdidas por fricción que acompañan a las operaciones prácticas. Es importante hacer resaltar que la entropía es una propiedad, que es independiente de los antecedentes del sistema, tales como presión, energía interna e índice de refracción. El cambio de entropía de un sistema depende sólo de los estados inicial y final del mismo. Es también *una medida del desorden del sistema*. La mayor parte de las moléculas de un sistema están distribuidas de modo casual; lo más probable es un ordenamiento, cuanto mayor es la entropía. Se ha indicado que a mayor irregularidad de un sistema mayor es la entropía.

El creador del término *entropía* fue Clausius, que llegó a la siguiente conclusión, que lleva al segundo principio de la termodinámica: "Debe deducirse de los hechos, una magnitud que tenga la propiedad de permanecer constante en los procesos reversibles y de aumentar en los irreversibles". Por su parte, Plank

expresa dicho principio en la forma más generalmente admitida: "Toda transformación que se realiza en la Naturaleza, se desarrolla de tal manera que aumenta la suma de las entropías de los cuerpos que intervienen en ella".

V. RESULTANTES

Asistimos cada día a la integración de las ciencias y a la necesidad de correlación de los conocimientos. Van quedando atrás los tiempos en que cada científico se mostraba celoso de su radio de acción. La física ha verificado asombrosos progresos. La materia viva y su exponente superior, el hombre, obedecen en cuanto a su porción material a las leyes que la física vienen reestructurando y descubriendo. Seguramente que en cuanto respecta a los genes y cromosomas, por ejemplo, tengamos los médicos necesidad de estar continuamente pendientes de los avances de la física y de la química, para establecer las necesarias correlaciones en su oportunidad. Una de las raíces de la conducta humana se hunde seguramente en la materia que forma parte de su *unidad* como personalidad. Más difícil de captar resulta la intervención de fenómenos como la entropía, hasta ahora estrictamente físico en su porción termodinámica, en hechos tan complejos como la conducta del hombre, que tiene muchísimas motivaciones, estímulos y direcciones, siendo además polifacética y cambiante. Los sólo estudios psicológicos, los psicoanalíticos descubriendo el nuevo mundo de los fenómenos subconscientes en los orígenes de esa conducta, son ya hechos dotados de complicación para ser entrevistados por los especialistas. Los fenómenos sociológicos, los antropológicos y las direcciones éticosociales, los patrones de conducta, los reflejos condicionados, la educación, influyen a su vez de modo determinante, así como la "dimensión de libertad" de que está dotado el hombre. Precisamente nosotros, dedicados fundamentalmente a los problemas psicológicos y psiquiátricos a los que damos prevalencia, nos consideramos por ello menos inclinados a la parcialidad al considerar ahora un aspecto predominantemente físico, es decir, material en sentido estricto. Tratamos en este trabajo, no de hacer una interpretación con ínfulas de definitiva, pues los fenómenos de que tratamos son ya bastante complicados en sí mismos, sino de proporcionar simplemente una *relación* nueva, un camino más para la comprensión de los hechos de conducta, un camino de opiniones dentro de una hipótesis de trabajo. Estamos convencidos de que el hombre se mueve en dos dimensiones fundamentales, coexistentes: la dimensión del determinismo y la dimensión de la libertad, dependiendo precisamente su grandeza y al mismo tiempo su servidumbre, de su necesidad de moverse al mismo tiempo en ambas esferas, reconociendo una y tratando de escapar de ella, aspirando a la otra y sabiendo sus limitaciones. Coincidimos aquí con el pensamiento de Jaspers, quien dice que "Donde acaba el determinismo, empieza la libertad". Con el conde de Kayserling, cuando opina que "el desequi-

libro original del hombre partió desde el momento en que logró elevarse por encima del animal, mediante su pensamiento. Parcialmente supeditado a su ser como animal-hombre, obedece también parcialmente a la ecuación genérica de su especie. Aspirando a elevarse por encima de su origen, su elección de caminos para actuar es flexible, permite la fantasía, el error y hace un mundo nuevo constantemente, tanto del mundo externo, como del propio microcosmos constituido por él mismo".

Entre las raíces profundas de la conducta humana, sin embargo, no podemos dejar de conocer los impulsos primigenios, derivados de la materia física que sirve de armazón estructural al maravilloso instrumento de que está dotado: su propio cuerpo y su cerebro. Primero las leyes de la materia y luego las de la materia viva, han de ser tomadas en cuenta, en su propio papel, al examinar sus posibilidades de acción lejana, en los actos del ser humano, dentro de la concepción general que hemos delineado. Por ello consideramos que la entropía, como cualquier otra ley de la física, debe ser cuando menos conocida a grandes rasgos, pues su influencia parece tener representantes en la porción más elevada del hombre: su elección de caminos de conducta.

Finalmente, no debemos olvidar la opinión de Niels Bohr, Premio Nobel, quien ha dicho que "la vida *no* es reductible a la física, aunque ella se presente como una extensión —por analogía—, de dos principios de la física moderna: El principio de incertidumbre y el principio de complementaridad". Tampoco es nuestro deseo contemplar las complicaciones de la vida psíquica, bajo el lente exclusivo de la entropía, sino solamente enlazar conceptos y verdades del momento científico, por su utilidad y por la necesidad de concentración de informes científicos. La vida, y mucho más la vida psíquica, tiene *unidad* de estructura, unidad de mecanismos de sostenimiento y de propagación. Hay tres interdependencias entre el mundo vivo, tanto en la dependencia de nosotros hacia nuestro pasado, del que descendemos, como el que existe de modo que el reino animal depende totalmente para su supervivencia del reino vegetal y el tercer aspecto de la interdependencia que consiste en la comprensión extraña del equilibrio dinámico del terror de las especies que se devoran entre sí, para asegurar su supervivencia como Darwin afloró en su tiempo.

Si al lado de las tremendas influencias de la física sobre el metabolismo celular y corporal del hombre, y sus consecuencias de enfermedad o salud, la entropía tiene representantes significativos en la *actitud* de las acciones humanas consideradas en conjunto, o si hay que descartar esta posibilidad como inadecuada aplicación, es cosa que considero que el futuro podrá decidir solamente. Es por hoy, una simple perspectiva.

El biólogo, cuyo objeto es el estudio de la vida, mide los problemas de su propia disciplina y los de los millones de hombres de los cuales es solidario. El hombre de ciencia es hombre de acción, que nunca desea suscitar angustia

ni cultivarla; es un optimista conquistador hacia adelante, que tiene ante sí constantemente dos problemas inmediatos: la orientación de las investigaciones y el buen uso de los descubrimientos; esto último como mandato de la conciencia universal, que a la atomización amenazante contesta con el humanismo de nuevo cuño, que empieza por el humanismo médico de los hombres de ciencia todos, uniéndose la física con la biología que no pueden erigirse en guía de la humanidad a la filosofía y la moral, que sí se orientan en esa conducción. Tales ideas, privativas de quienes formaron en Francia recientemente el Instituto de la Vida, campean en todo médico por humilde que sea, cuando intenta desde su pequeñez comprender las infinitas facetas de la conducta humana.

BIBLIOGRAFIA

- Alvaro Bernal Estrada: *Física*, 1946, Editorial Porrúa.
Earl Rogers: *Advanced Organic Chemistry*.
Bohr Niels: Citado por Maurice Maurois.
Medicine de France No. 131, 1962, Edit. Olivier Perrin. París.
Maurice Maurois: Mismo número de Medicine de France.
Pascual Jordán: *La física del siglo XX*. Brevarios. Fondo de Cultura Económica, 1950.
Durkheim, W.: *Las reglas del método sociológico*. Ed. Labor.

COMENTARIO AL TRABAJO "CONSIDERACIONES
EN TORNO A LA POSIBLE APLICACION DE LA
ENTROPIA EN LOS PROBLEMAS DE CONDUCTA
HUMANA"*

DR. ISAAC COSTERO

QUIERO agradecer al Sr. Dr. Edmundo Buentello el honor que me ha dispensado al confiarme el comentario oficial a su excelente y meritorio trabajo, que nos acaba de presentar, sobre la posible influencia de la entropía en la conducta humana.

Nunca ha sido fácil para un morfólogo hacer comentarios sensatos al trabajo de una psiquiatra. Aquél analiza fenómenos físicos, éste maneja alteraciones psíquicas y, en cierto modo, la Psicología y la Psiquiatría están, dentro de las ciencias médicas, en el extremo opuesto al que ocupan la Anatomía y la Histopatología; pero también es verdad que las ciencias médicas, luego de crecer en ramas divergentes y cada vez más fraccionadas durante todo el período de 100 años, que comenzó hacia 1850, están ahora en fase de reintegración, de manera que las especialidades ayer dispersas, tienden hoy a confluir y a trabarse en un enlace coherente. Y, así, el psiquiatra busca en leyes fisicoquímicas la trama de sus problemas, en tanto los morfólogos vemos en partículas, células y tejidos sólo una faceta más de los problemas funcionales. He aquí que el Dr. Buentello se ha buscado la colaboración de un físico, al joven Godínez, porque ve, nada menos que en la segunda ley de la Termodinámica, un asidero firme para los problemas psíquicos que le incumben. Como también los conocimientos sobre Física quedan al margen de mi especialidad, me limitaré a hacer un comentario sobre algunos conceptos básicos en forma elemental.

* * *

En su mayor parte, las leyes físicas suelen ser claras y terminantes. Instrumentos, de ordinario sencillos, también operaciones matemáticas definidas, las

* Leído por su autor en la sesión del día 21 de agosto de 1963.

prueban en forma evidente. Sus resultados y aplicaciones los vemos de inmediato, sin mayor esfuerzo.

Así sucede con la primera ley de la Termodinámica. Se refiere a la transformación de trabajo mecánico en calor, y al contrario. Los especialistas la conocen como principio de Mayer y la expresan así: en un sistema de cuerpos dado, a toda cantidad de calor desaparecida corresponde una cantidad proporcional de trabajo efectuado, y recíprocamente, toda cantidad de trabajo desaparecida o consumida aparece como calor en cantidad equivalente. Este concepto es tan preciso que se puede expresar en números: la cantidad de trabajo mecánico que aparece cuando desaparece una caloría grande (o caloría kilogramo-grado) sin que de ésta se derive ninguna otra forma de energía, se llama equivalente mecánico de la caloría y es igual a 426 kilográmetros. Multiplicando ese número por 981,000 dinas que vale el kilogramo y por 100 cm que tiene el metro, resulta que el equivalente mecánico de la caloría es:

$$J = 4179 \times 10^7 \text{ ergios, prácticamente} = 4180 \text{ julios.}$$

Por lo tanto, el equivalente mecánico de la pequeña caloría es:

$$j = 4.18 \text{ julios.}$$

Inversamente:

$$1 \text{ julio} = \frac{1}{4.18} = 0.24 \text{ calorías (gramo-grado).}$$

que es el equivalente térmico de la unidad de trabajo.

La extensión del principio de Mayer nos conduce al otro principio, más general, de la conservación de la energía: la suma de las energías recibidas por un sistema es igual a la variación de su energía interna, más la suma de las energías cedidas por el sistema.

Pero la transformación del calor en trabajo mecánico está limitada por el principio de Carnot, llamado segundo principio de la Termodinámica, que se expone así: es imposible transformar calor en trabajo mecánico si no se dispone de dos cuerpos a temperaturas diferentes. La substancia que sirve de agente de la transformación toma calor del cuerpo caliente y lo cede al cuerpo frío. Por consiguiente, no todo el calor tomado del foco caliente es transformado en trabajo, puesto que parte de él es absorbida por el foco frío. En la máquina térmica, sistema que transforma el calor en trabajo, se llama rendimiento o coeficiente económico a la fracción del calor tomado al foco caliente que es consumida en

trabajo, rendimiento que siempre es inferior a la unidad. Este segundo principio ha dado lugar a largas y complejas deducciones en relación con su verdadero significado.

Clausius lo expresó mediante una función matemática:

$$S = \text{sigma} \frac{dQ}{T}$$

en la que dQ es la cantidad de calor necesaria para que un cuerpo pueda realizar, de modo reversible, una transformación elemental, durante la cual se considera que éste conserva una temperatura constante T . De aquí se dedujo el concepto de entropía (del griego *entropé*, retorno): la parte de energía que en un sistema cerrado no puede transformarse ni en trabajo ni en energía mecánica. La entropía de un sistema aislado sólo puede aumentar; pero la de un solo cuerpo puede disminuir siempre que la de otros cuerpos crezca correlativamente, y tanto más cuanto la primera haya disminuído. Así se llega de nuevo a la segunda ley de la Termodinámica, que puede ser enunciada del siguiente modo: en un sistema aislado, abandonado a sí mismo, si el sistema se transforma, la entropía crece. Este es el punto de vista adoptado para su trabajo por el Dr. Buontello. En efecto, los procesos de la naturaleza, y de ellos no constituyen excepción los procesos psíquicos, se realizan en un sentido tal que, en todo sistema cerrado, la entropía aumenta y tiende a alcanzar un máximo. Si tal máximo llegase a alcanzarse, se agotaría toda posibilidad de un cambio ulterior.

Por supuesto, la conclusión teórica precedente sólo sería válida en el caso de que el Universo fuese un sistema cerrado. Al convertirse la energía en calor, sin que se pueda efectuar la transformación total de éste en aquella, y al tender el calor a irradiar de los cuerpos calientes a los fríos, la temperatura total del Universo caminaría hacia el cero absoluto, o sea, hacia la entropía total o cesación de toda actividad por falta de acción.

La misma tacha podría hacerse al considerar la entropía en el cuerpo humano, y más aún en una parte limitada del cuerpo humano: que ni el organismo ni sus componentes son un sistema cerrado, ya que intercambian calor y energía con los circundantes dentro del organismo y con el medio ambiente. Como dice muy razonadamente Anguiano, en su interesante trabajo sobre "Algunos aspectos bioquímicos del sistema nervioso", publicado en "Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría", de 1961, "el principio del incremento de la entropía puede expresarse, en términos de mecánica estadística, diciendo que la evolución natural de un sistema de elementos microfísicos se desplaza hacia el estado más probable, esto es, en la dirección del caos y de la anarquía. Como el encéfalo y la médula espinal están creando orden continuamente, puede decirse, siguiendo a Schrödinger, que "el sistema nervioso se nutre de entropía negativa".

Pero la aparente transgresión del sistema nervioso a la segunda ley de la Termodinámica —y seguimos todavía con las ideas de Anguiano— se explica porque, como ya dijimos antes, no es un sistema cerrado, sino todo lo contrario, ya que todos los seres vivientes, los órganos que los constituyen, así como sus células y aún los sistemas reaccionales dentro de ellas, pertenecen exclusivamente a la clase de los llamados sistemas abiertos, o sea aquellos que intercambian materiales y energía con el medio ambiente.

No cabe sino felicitar calurosamente al Dr. Buentello por habernos traído a la Academia un tema tan atractivo y lleno de promesas.