

SOLUCIONES CIENTIFICAS DE PROBLEMAS SOCIALES

SUMARIO: *Importancia social de la investigación.—Energía solar.—Potosíntesis. Frente al pesimismo maltusiano, las enormes posibilidades de la Química moderna.—Algas y fermentos: pueden llegar a ser el más importante recurso alimenticio de la humanidad futura.—Plankton: es capaz de proporcionar una cantidad de alimento doble del que se produce en los continentes.—Técnicas modernas de producción pesquera.—¿Llegará un día en que estos planes y técnicas atrevidos se impongan a los métodos tradicionales para evitar una crisis económica, o habrá que esperar a que llegue ésta para adoptar tales medidas excepcionales?*

Se ha dicho muy acertadamente que las palabras de Dios al hombre pecador, «Comerás el pan con el sudor de tu frente», son al mismo tiempo una sentencia y una promesa: si el hombre acepta la ley del trabajo, no le faltará el pan; y por sudor de la frente se entiende no sólo el que brota por la fatiga de los brazos, sino también el esfuerzo intelectual, no menos duro y fatigoso, de quien se vale como instrumento de trabajo del don de la inteligencia, que nos eleva sobre los irracionales y nos capacita para cumplir aquel otro mandamiento, esta vez acompañado de una bendición: «Sujetad la tierra y sujetad a vuestro dominio los peces del mar y las aves del cielo y todos los animales que se mueven sobre la tierra»¹. En términos más precisos, la prosperidad material del hombre depende del dominio que ejerza sobre la materia y la energía: materias primas y fuerzas para transformarlas en provecho propio, son los dos elementos sobre que ha de actuar, estudiando su naturaleza y propiedades, a fin de hallar el medio práctico de utilizarlos mediante una actividad bien dirigida.

El sistema empleado para ello en tiempos primitivos consistía en almacenar en el propio organismo energías procedentes de los alimentos para gastarlas en el trabajo manual: método económicamente caro y de eficacia y rendimiento mínimos; por el contrario, en un país moderno industrializado y con abundantes recursos naturales, como son los Estados Unidos, las

¹ J. A. PÉREZ DEL PULGAR, S. I.: *El concepto cristiano de la autarquía.*

cifras que expresan el rendimiento de las energías utilizadas revelan un elocuente contraste: vive hoy allí el 7 % de la población mundial, y dispone de casi el 50 % de las energías terrestres, evaluadas en calorías contenidas en los alimentos, combustibles, fuerza hidráulica, etc..., lo que supone una vida siete veces más próspera que el nivel medio universal; el consumo personal es de tres mil kilocalorías diarias, y el industrial de 164.000, igualmente por persona y día. La maquinaria es quien trabaja ahora para el hombre, y bajo su dirección desarrolla allí una fuerza de diez H. P. diarios por persona; en 1900 esta cifra era cinco veces menos, y en 1800 dos mil veces menor que hoy. Por lo demás, la eficacia del rendimiento en el uso de las energías naturales ha crecido de tal modo que hace cuarenta años se gastaba 1,6 Kg. de carbón para producir un kilovatio: en la actualidad bastan 450 gramos, y cada vez se reduce más esta proporción.

La solución *teórica* del problema (hoy desde luego una multitud de factores que lo hacen muy complejo) se cifra en una sola palabra: investigación; y no precisamente la que se circunscribe al aspecto práctico y técnico: la mayor parte de los descubrimientos útiles a la humanidad, los que han revolucionado la producción o las industrias, se deben a quienes se esforzaron por desentrañar los secretos naturales sin preguntarse antes para qué serviría su trabajo. Así lo han entendido numerosas empresas en todo el mundo, al destinar una porción siempre creciente de su presupuesto anual a la investigación y experimentación, sin que nunca tuvieran que arrepentirse de ello: siempre les ha resultado una saneada inversión del capital. Aun durante los años de la depresión en los EE. UU. consta de muchas de ellas que, al tener que reducir sus gastos, respetaron este capítulo como uno de los más remuneradores. Tres son los pasos sucesivos en este terreno: investigación de laboratorio, experimentación agrícola o fabril y explotación definitiva en gran escala; no pocas ideas aparentemente fecundas fracasan en la primera o segunda fase, pero las que triunfan en la tercera suelen compensar sobradamente las tentativas anteriores frustradas.

Energía solar.—Durante el otoño de 1955 se reunieron en Tucson, Arizona, 700 técnicos de 30 países para estudiar las posibilidades de captación práctica del calor del Sol, empresa reconocidamente trascendental para el porvenir de la industria, a pesar de las enormes dificultades que se oponen a su progreso, algunas de las cuales vamos a reseñar brevemente; de ella se ha dicho que cualquier técnica encaminada a la utilización económica de la energía solar solamente quedará anticuada cuando se invente otra mejor, pero el método en sí nunca podrá envejecer. La razón es obvia: el Sol, el viento y la marea son tres factores de energía industrial posible, que por su universalidad podrían ser poderosos recursos para los países económicamente débiles; si no lo son hoy, es porque la técnica no ha logrado vencer sus graves dificultades prácticas: de ahí el interés en vencerlas.

Para aprovechar las energías naturales no basta que éstas sean abundantes y baratas: lo son las que en forma de calor nos envía el Sol a razón

de 1,3 H. P. por metro cuadrado de superficie terrestre, lo que equivale en diez minutos a las que consume toda la humanidad en un año; y cien días de sol en los trópicos representarían una cuantía igual a todas las reservas actuales en carbón, petróleo y gas natural; en latitudes más altas, según el profesor Hoyt Hottel, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, se podrían obtener 75 H. P. por hectárea en Arizona (35° N., que es la de la costa Sur de España, y Norte de Argelia y Túnez) y 50 en Nueva York (40° N., que es la de Madrid, Baleares y Sur de Italia); pero estas cifras no son más que una fracción pequeñísima del calor total recibido en el hemisferio terrestre donde es de día (165,75 billones de H. P. en 127,50 billones de metros cuadrados): con un rendimiento de 100 %, a una hectárea corresponderían 13.000 H. P.

Es relativamente fácil lograr un alto nivel térmico, aunque siempre en cantidad muy reducida, como se hace hoy en algunos países: en el castillo de Mont-Louis, de los Pirineos franceses, a 1.600 m. de altura, se ha instalado un gran cuadro de espejos planos con una superficie total de 125 m². en combinación con otro espejo parabólico de 90 m², asimismo formado por piezas planas, de modo que el giro coordinado de las partes móviles esté regido por células fotoeléctricas, y en el foco fijo se llega a temperaturas de unos 3.000°C, que ahora se utilizan para fundir metales y diversos materiales refractarios en favorables condiciones, que excluyen las impurezas del combustible; aquello es propiamente un horno solar, y aunque la empresa cubre gastos, no tiene propiamente un fin industrial, sino más bien de investigación. El Dr. Farrington Daniells, jefe de la Sección de aprovechamiento de la energía solar de la Universidad de Wisconsin, que actuó de presidente en la asamblea de Tucson, reconoce la necesidad de incesante estudio que mejore las técnicas si se quiere llegar a soluciones económicamente satisfactorias; ocurre aquí lo mismo que en metalurgia, donde no es práctico el tratamiento del mineral pobre: hace falta una concentración suficiente, que se echa de menos en la radiación solar.

La verdadera raíz de la dificultad hay que buscarla en la naturaleza misma de esta radiación, que nos llega en dos formas, ambas utilizadas por la naturaleza: en partículas (electrones y fotones o cuantos de luz) y en ondas. Para apreciar la dificultad de explotar la energía-onda en sí misma y no meramente en su efecto global, téngase en cuenta que las ondas térmicas mayores son de una longitud 50 veces menor que las centimétricas usadas en el radar; y las más intensas en el espectro solar, que son las luminosas, van disminuyendo desde las milésimas hasta las diezmilésimas de milímetro; a estas dimensiones tienen que acomodarse los órganos de los aparatos receptores, hasta acercarse al de los órganos naturales (moléculas y átomos) de las plantas, donde de hecho se realiza esta operación; además las ondas de radio llegan ordenadas y como en correcta formación desde la emisora, mientras que las del Sol se asemejan más bien a una muchedumbre desordenada. Con mayor razón es aplicable lo dicho a las partículas infraatómicas,

cuyo tamaño y nivel energético son tan desproporcionados con cualesquiera medios artificiales de captación.

No obstante, aún cabe esperar la solución técnica de este problema, al menos por vía indirecta, es decir, transformando en energía utilizable la radiación global recibida del Sol; tal es el caso de las células fotoeléctricas, con las que hasta hace poco se aprovechaba un 0,5 %, rendimiento que los laboratorios de la Bell Telephone Co. han conseguido multiplicar por veinte mediante un sistema fundado en el mismo principio de los transistores: la radiación recibida en el semiconductor (germanio, silicio...; este último es el que se ha empleado en las nuevas células) desaloja átomos del lugar que ocupan en la trama cristalina, gracias al impacto de electrones, fotones o neutrones, y deja huecos que cambian la conductividad eléctrica, elasticidad y otras propiedades; el resultado práctico es la generación de una corriente eléctrica en el seno del material, que para una superficie expuesta al Sol de un metro cuadrado es de 108 vatios. Ya se han fabricado, y están en uso con buen éxito, baterías de 432 células, que en un día claro producen diez vatios, cantidad suficiente para el uso a que se destinan, como relays de las líneas telefónicas en sitios difícilmente accesibles; instalados en los mismos postes para servicios de poco gasto, no solamente cumplen satisfactoriamente su cometido durante el día, sino que con la energía eléctrica sobrante cargan un acumulador, que funciona durante la noche o cuando se nubla el Sol. Naturalmente se ha pensado valerse de este medio para proveer a los satélites artificiales de una batería perpetua capaz de alimentar la emisora especial portátil (*minitrack*), destinada a transmitir a tierra los datos registrados a gran altura durante las rotaciones que se desea prolongar lo más posible. No hay peligro por ahora de que semejante método haga la competencia a la producción industrial de electricidad; pero significa indudablemente un progreso enorme en el terreno teórico: se ha dicho que la fotoelectricidad solamente será práctica el día en que el coste de los aparatos necesarios sea unas mil veces menor².

Fotosíntesis.—Sabido es que el problema arriba citado, que el hombre se esfuerza, como hemos visto, por resolver con maquinaria complicada, costosa y sujeta a desperfectos fáciles de comprender en aparatos expuestos a las inclemencias y azares meteorológicos (inconvenientes de que participan los destinados a funcionar con el viento o las mareas), lo vienen resolviendo las plantas desde el principio del mundo; de aquí la alternativa que se ofrece, o bien de imitar artificialmente lo que ellas hacen, o al menos saberlas regir para multiplicar su actual rendimiento.

Porque en términos maltusianos la cuestión se plantea así: para vivir bien hace falta una hectárea cultivable por persona; y como no hay más

² GORDON RAISBECK: *The solar battery*. «Scientific American», dic. 1955, página 102 sig.; HARRY TABOR: *Solar power progress*. Ibid., julio 1956, págs. 97 sig.

que 1.600 millones de hectáreas asequibles para los 2.500 millones de habitantes de hoy, no dispone cada uno sino de 0,64, y esta proporción se reducirá verosímilmente a 0,50 a fines de siglo, en que la población mundial será de unos 3.200 millones. Contra esta apreciación pesimista se alza la técnica moderna, que no aspira solamente a ayudar a la agricultura a multiplicar la cosecha de esa hectárea personal, sino a eliminar por completo los cultivos naturales, sustituyéndolos por métodos industriales; de aquí que los términos correctos de la cuestión arriba anunciada hayan de ser éstos: ¿quién irá más deprisa, el aumento de población con su urgente necesidad de elementos que la sustenten, o los progresos técnicos y su realización práctica?

Farrington Daniells con otros muchos opina que la solución ideal sería la fotosíntesis artificial, que él considera teóricamente posible; más aún, que hoy sería ya un hecho logrado mucho antes de la obtención de energía atómica: pero ésta se adelantó porque se dedicaron varios miles de millones de dólares a su investigación. No es poco lo conseguido en los últimos años en orden a descubrir el misterio de la fotosíntesis, principalmente gracias al microscopio electrónico; a fines de 1954 se pudieron aislar en la Universidad de California los cloroplastos y hacerles actuar en su función clorofílica separados de la célula viva. Claro está que no se pretende suplir con artificios químicos el complicado proceso que tiene lugar en el laboratorio natural de las hojas verdes, donde un principio vital, que no opera *estáticamente* (hacia el equilibrio, hacia los compuestos más estables y sencillos), sino *dinámicamente* y como *cuesta arriba* (hacia la inestabilidad de los compuestos más complejos, hacia las moléculas gigantes del reino orgánico), es capaz de sintetizar sin esfuerzo aparente las más variadas proteínas, grasas y sustancias hidrocarbonadas; acaso baste imitarle en su tarea elemental, de formar mediante la energía solar y los elementos ordinarios del agua y el aire algún compuesto poco complicado, susceptible de restituir al menos parcialmente esa energía en forma de oxidación (orgánica como alimento o industrial como combustible); ya esto solo significaría, según cálculos recientes, el abastecimiento asegurado para una población mundial de 15.000 millones de habitantes y una reserva ilimitada de combustible; más aún: aunque únicamente se lograra transformar así algunas materias primas abundantes y baratas, ello implicaría una verdadera revolución industrial en alimentos y combustibles.

También aquí la raíz de la dificultad consiste en la citada tendencia estática que tienen todas las reacciones químicas posibles en el laboratorio (las mismas que rigen en los vegetales cuando mueren); para que se verifiquen en sentido contrario, *cuesta arriba*, si no hay un principio interno que las impulse, hay que proporcionarles energía desde fuera; y con los medios disponibles hasta ahora, esa energía resultaría mayor que la que se trata de producir. La del Sol se juzga teóricamente suficiente, si se supiera utilizar adecuadamente: de ahí el gran interés de este problema técnico.

Entre tanto hay fundadas esperanzas de avanzar mucho más rápidamente

en la consecución de la otra disyuntiva: el aumento también revolucionario del rendimiento agrícola actual. Las plantas almacenan el 20 % de la energía luminica que absorben; pero sólo el 3 % de la *que reciben*: y eso en condiciones óptimas de tierra fértil, agua y luz abundantes, exceso de anhídrido carbónico en el aire y estando todo el suelo cubierto de hojas; de ordinario lo que aprovechan realmente en fabricar alimento y combustible se reduce al 1 %, limitado además a pocos meses del año: y a pesar de tantas restricciones ésta es la fuente de reservas más abundante con que cuenta la humanidad.

De lo que hoy se trata es de intervenir indirecta pero eficazmente en este proceso; uno de los procedimientos recientemente descubiertos es el de los reguladores del crecimiento vegetal, sobre los que se están haciendo interesantes estudios en el Centro de investigaciones agrícolas de Bellsville, Maryland, y en la Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York. La ocasión fué una enfermedad de la planta de arroz en el Japón, consistente en que alcanzaba un tamaño desmesurado, perjudicial a la maduración, debido a un hongo del género gibberella; su elemento activo, el ácido giberélico, se ha comprobado que es un acelerador susceptible de aplicación provechosa: y en efecto, en invernaderos y en el campo se ha logrado duplicar y triplicar la altura de diversas plantas, activar el desarrollo de los frutos con notable aumento de peso y hasta obtener cosechas todos los años en plantas bienales. Su aplicación es sencilla y basta una solución al uno por mil para producir el efecto deseado.

Otros principios activos de esta misma clase se han descubierto en las nueces del castaño de Indias y otras diversas igualmente abundantes y baratas; su oficio natural en ellas, como en cualesquiera semillas, es fomentar su germinación cuando caen en el suelo a la manera que la materia de los huevos nutre el embrión de las aves al ser incubados; por eso se han empleado con éxito para reforzar la producción de raíces en los esquejes replantados. Algunos resultados han sido espectaculares: tubérculos de zanahoria han crecido varios centenares de veces más de lo ordinario al ser sumergidos en el jugo de la nuez del coco (se aprovecharon para la experiencia los que en gran cantidad fueron derribados de los cocoteros por un ciclón en la Florida). Hasta ahora se han aislado cuatro de estos aceleradores y se cree que algunos obran juntos y no basta uno solo de ellos; otros son agentes sinérgicos, a modo de catalizadores, sin efecto propio en el crecimiento, pero que estimulan la acción de aquellos con quienes se combinan; los hay de efecto contrario o inhibidores, útiles para cuando la planta ha crecido ya lo suficiente según su naturaleza y no le conviene crecer más, so pena de mermar la producción de sus frutos: en una palabra, se está en el umbral de una investigación que podrá tener consecuencias trascendentales; acaso algunas apreciaciones sean exageradamente optimistas, como las del Dr. Roger Adams, de la Universidad de Illinois, que predice éxitos aún mayores en este gobierno artificial del metabolismo orgánico, tales como

plantas enanas con frutos gigantes, fertilizantes absorbidos por las hojas (y por tanto íntegramente aprovechados) y asimismo aplicación por esta vía eficaz de insecticidas que la circulación de la savia llevará a los demás órganos, etc...

Más atrevidos y de resultados discutibles son los efectos genéticos de la irradiación con partículas nucleares o rayos penetrantes, en orden a obtener variaciones en el modo como las plantas aprovechan la energía solar; se sigue explorando este terreno con experimentos diversos, pero se teme que sea ésta un arma peligrosa, de dos filos, cuyas graves perturbaciones orgánicas puedan ser buenas o malas. En cambio, la selección y el hibridismo, que por cruzamientos sucesivos reúne en una sola raza las buenas cualidades de otras (la de mayor solidez en el tallo con la de mayor contenido fecular y la más resistente a las enfermedades), ha multiplicado de hecho el rendimiento de las cosechas. Y otro tanto se diga del uso de las hormonas artificiales capaces, por ejemplo, de retardar la floración hasta que esté ya firme el tallo, y otros efectos útiles semejantes.

Algas y fermentos.—Plantas a primera vista despreciables, cuales son las algas que de manera de espuma verde se forman en las aguas estancadas, pueden llegar a ser el más importante recurso alimenticio de la humanidad futura. El Dr. Jack E. Myers, profesor de Zoología en la Universidad de Texas, autoridad de primera línea en esta materia, ha realizado largas experiencias, cuyos resultados reseñaremos aquí brevemente: hay en estas algas mayor potencial nutritivo que en ninguna otra sustancia alimenticia, y el único gasto que origina su cultivo se viene a reducir al agua y al anhídrido carbónico, dos recursos naturales prácticamente ilimitados. La especie *Clorella*, con que se hicieron las pruebas, en condiciones apropiadas se multiplica siete veces en 24 horas; al principio se tropezó con la dificultad de la excesiva cantidad de agua requerida: una tonelada para obtener un kilogramo de algas; pero bien pronto se logró reducirla a una proporción 50 veces menor (20 litros/kg.); asimismo se consiguió regular automática y fácilmente el suministro de esas cantidades infinitesimales, pero indispensables, de elementos minerales para toda vegetación, gracias al producto comercial llamado verseno utilizado para corregir la excesiva dureza de las aguas, y que actúa a modo de válvula, dejando pasar, a medida que se van agotando, esos minerales en la concentración conveniente.

En seco se obtiene de esta «cosecha» un 50 % de proteínas, o bien, mediante transformación, un 75 % de grasas, y un 10 % de hidratos de carbono asimilables; contiene además valiosas vitaminas. Según han demostrado otras experiencias, en los trópicos, y contando solamente con un promedio del 10 % de plena luz solar, se consiguen de 75 a 125 toneladas por hectárea y año, siendo así que el mejor cultivo no da más que 5; así se ha comprobado satisfactoriamente en el Japón, donde la única dificultad procede de la falta eventual de días despejados, que pueden reducir el citado rendimiento a solas 25 toneladas; en el estado de Texas casi se duplica

esta cifra. De todos modos, siempre ha resultado varias veces más productivo que cualquier otro cultivo en tierra. Las algas criadas en el techo de una casa podrían sustentar a los que viven en ella, aunque se obtiene mejor resultado que con este sistema individual con instalaciones de centenares y aun millares de hectáreas, puesto que necesitan un régimen automático para el máximo rendimiento; la principal ventaja consiste en la extensión relativamente pequeña de terreno requerido, y el principal inconveniente, el elevado coste de la instalación inicial, que viene a ser de unos 25.000 dólares por hectárea.

Hay procedimientos técnicos para la conversión de estas algas en muchas otras substancias, así alimenticias como energéticas (capaces de almacenar energía utilizable); al natural forman una especie de pasta verde oscura de sabor suave y olor a hierba, pero son susceptibles de variadas transformaciones; en calidad de elemento combustible no resulta práctico ni económico por ahora el tratamiento; pero sí mediante fermentación, que da un 67 por 100 de su energía latente en metano y otras materias útiles, es decir, diez veces más que lo que produce la madera en las más favorables condiciones. Fuera de ciertas aplicaciones inmediatas, como es para piensos de elevado potencial nutritivo, el progreso en este terreno ha de consistir en la simplificación y consiguiente abaratamiento de los equipos e instalaciones, al mismo tiempo que en hallar nuevas aplicaciones a los productos secundarios de esta industria fundamental.

En parecidas condiciones se están estudiando desde hace más de doce años las perspectivas favorables que ofrece el cultivo de fermentos o levaduras de ciertas especies de alto poder prolífico; sabido es que bajo este aspecto es increíble el rendimiento que puede obtenerse de tales microorganismos: la amiba, por ejemplo, con suficiente alimento y en las debidas condiciones se reproduciría a un ritmo tal que en seis días las generaciones sucesivas igualarían en peso al globo terrestre; esas condiciones *debidas* son la clave del problema económico así planteado. Así, por ejemplo, en Jamaica se instaló una de estas fábricas utilizando como nutrientes las melazas sobrantes de otras industrias, resolviéndose de este modo la cuestión principal de la materia prima; la levadura, tratada con agua y amoníaco, aumenta 16 veces su peso en 12 horas y constituye un alimento grato al paladar con sabor a carne, nuez, etc., según la variedad empleada. A un coste cinco veces menor que la carne, a la que aventaja en valor nutritivo, pues contiene el doble de proteínas, resulta además el manantial más rico en vitamina B que se conoce; se empleó para alimento en el ejército norteamericano durante la segunda guerra mundial. Fué el químico inglés A. C. Taysen el que en 1941 empezó a estudiar la posibilidad de esta fabricación y el más grave de sus problemas, decisivo en el orden comercial, cual es el del sabor del producto resultante, hoy en realidad está resuelto teóricamente, pues se obtienen sin dificultad sabores sintéticos, entre ellos el glutamato sódico, de donde procede el que tiene la carne natural; y con otros aromas artificiales se consiguen resultados indefinidamente diversos.

No hay que olvidar que los mismos obstáculos antes mencionados para el aprovechamiento de energías naturales se encuentran también aquí no pocas veces: complejidad y fragilidad de las instalaciones que exigen una vigilancia inteligente; así la producción intensiva de las algas *Clorella* se verifica en tanques apropiados superpuestos unos a otros para ahorrar espacio o en tubos dobles gruesos de vidrio en cuyo vano circula el agua; hay, desde luego, procedimientos más elementales y ciertamente eficaces, aunque su rendimiento no sea tan espectacular.

Sin salir del cultivo de las algas, aunque en otro género muy diferente de explotación, hay otra clase de recursos naturales que ha atraído justificadamente la atención de las entidades económicas internacionales: durante las largas épocas geológicas las aportaciones fluviales han venido *abonando* los océanos con materias orgánicas y minerales de que se nutren la flora y fauna marinas en proporción probablemente diez veces mayor que las terrestres, y, como en los continentes, quienes más eficazmente contribuyen a la producción de materia viva son las plantas. El mar puede compararse en fertilidad global con la tierra de huerta mejor cuidada y de hecho la supera fácilmente sin peligro de sequías ni inundaciones...; no obstante, el hombre no se beneficia sino de una pequeñísima fracción de esta riqueza, y tan sólo muy recientemente se han dado pasos decisivos hacia su aprovechamiento racional.

Las algas marinas fabrican los hidratos de carbono (féculas, azúcares, celulosa...) dos veces más a prisa que los árboles; durante la primera guerra mundial los Estados Unidos empezaron a explotar sistemáticamente extensas selvas submarinas, muchas de las cuales están todavía vírgenes: un primer examen bastó para comprobar la existencia de unos 17 millones de toneladas de algas gigantes del género *nacrocista* entre el nivel de la marea baja y una profundidad de solo tres metros en la costa norteamericana del Pacífico; otros yacimientos menos explorados se hallan en las costas del Perú, Chile, Argentina, Tasmania y Nueva Zelanda, y los oceanógrafos apenas se atreven a aventurar cifras aproximadas sobre los enormes depósitos que bordean las costas e islas del resto del Atlántico y del Pacífico.

En seco contienen una elevada proporción de sustancias minerales y de hidratos de carbono, aunque pequeña de proteínas y grasas; en estas plantas el ácido algínico, el manitol, la laminarina y la fucoidina corresponden a los azúcares y féculas terrestres: sobre todo el primero de estos compuestos tiene importantes aplicaciones industriales en las ramas alimenticias, textil, farmacéutica, etc., y en no pocos países existen ya fábricas que utilizan esta materia prima, cuya recolección es por demás sencilla.

Plankton.—Mucho más importantes que estos vegetales mayores del océano lo son, sin duda, para la economía mundial, los microscópicos, que, en cantidad sinnúmero, pueblan las aguas en sus capas superiores y cuya labor constructiva, mediante la fotosíntesis, es la razón de ser de toda la riqueza orgánica de los mares asequibles a la industria humana. Entre ellos

sobresalen en importancia las diatomeas, organismos unicelulares envueltos en una delicada película transparente; su densidad es algo mayor que la del agua, en la que, por lo tanto, se hunden; pero a causa de su pequeñez la superficie de su cuerpo, cuyo roce retarda la caída, es muy grande en relación con su volumen, y durante el transcurso de la vida de cada individuo es muy reducido este avance hacia abajo; sus descendientes empiezan a vivir a un nivel algo inferior, y así sucesivamente hasta que a las generaciones últimas les van faltando medios de vida, especialmente la luz solar, atenuada por la misma multitud de microorganismos; ellos son los que dan color verdoso a las aguas, en oposición al azul intenso propio de los *desiertos* oceánicos en que falta esta clase de vida. Al revés de lo que ocurre en tierra firme, los cadáveres no enriquecen aquí con sus restos orgánicos el suelo de que se nutren los supervivientes: esa materia se pierde definitivamente, y en el fondo del mar ha ido formando durante millones de años gruesos estratos con sus caparazones calizos o silíceos.

Tal es el proceso en aguas tranquilas de los trópicos, donde ni las mareas ni las corrientes las perturban; pero en latitudes más altas los cambios estacionales intervienen activamente y dan lugar a cambios drásticos en este gigantesco ciclo de vida y muerte: a una gran exuberancia en primavera sigue la desolación en invierno, pues las noches largas eclipsan la luz, y el frío superficial hace más densas las capas superiores, que se hunden arrasando consigo los organismos que las poblaban. Hay, sin embargo, en semejantes perturbaciones, un factor propicio a su conservación y aumento: las corrientes verticales, que elevan a niveles superiores y regeneran, por decirlo así, a los que iban declinando hacia su fin en el fondo del mar.

Los nitratos y fosfatos, fertilizantes naturales del mar, están muy diluídos en las aguas: un metro cuadrado de buena tierra contiene unos 490 gramos de nitrógeno asimilable en un espesor de 25 centímetros, mientras que, según se desprende de análisis hechos en el mar del Norte, dicha proporción en la superficie es 4.000 veces menor: a pesar de lo cual subsiste la superioridad productiva antes apuntada gracias a la favorable distribución espacial en mayor volumen y su pequeñísimo tamaño, que permite a estas plantas prosperar prodigiosamente a pesar de la escasez de abonos; de ellas se alimentan numerosos animales de magnitud proporcionada, entre los que predominan los copépodos, crustáceos diminutos, cada uno de los cuales devora diariamente unas 120.000 diatomeas; se ha calculado que si toda la fauna herbívora de los mares hubiera de alimentarse con plantas terrestres se agotarían éstas en pocas semanas.

La cadena que por ley biológica va desde los vegetales microscópicos hasta los peces más voluminosos ofrece una característica económicamente importante: una diatomea, en condiciones favorables, se divide en dos cada veinticuatro horas, en tanto que un copépodo tarda cuatro semanas en llegar al estado adulto, y así va creciendo con el tamaño el tiempo requerido para la proliferación; en la gran corriente oceánica del Perú, la anchoveta desempeña un papel importante, pues se nutre de estos copépodos, y ella sirve

de alimento al bonito, que surte abundantemente las pesquerías de la costa, y a millones de aves guaneras, fuente asimismo de riqueza en fertilizante orgánico. Se ha calculado en 20 millones de toneladas el consumo anual que estos dos grupos de animales superiores hacen de aquellos peces, cuyo número, por tanto, es del orden de los mil millones; si se quisiera calcular, respectivamente, el de organismos inferiores hasta llegar a los infimos, las cifras serían ya astronómicas.

Pero cuanto más numerosos son los eslabones de esta cadena mayores son las pérdidas; en efecto, hacen falta diez kilos de diatomeas para constituir uno de copépodos, y diez de éstos para uno de arenques, como también diez de arenques para uno de atunes; la consecuencia práctica para el aprovechamiento de esta riqueza es que conviene hacerlo lo más al principio posible: así lo hace la ballena, cuyo alimento son los primeros grados de esa escala, lo que Johann Müller denominó «plankton» (lo que va errante, a la deriva), descubierto mediante una rastra de muselina por Víctor Housen a mediados del siglo XIX: es considerablemente rico en substancias alimenticias de todo género, y en Tailandia se consumen unas 5.000 toneladas anuales; tiene el sabor de la pasta de anchoas, y si se llegasen a vencer los inevitables prejuicios contra tan extraño artículo de consumo y se organizase en gran escala su recolección proporcionaría una cantidad de alimento doble del que se produce en los continentes³.

Técnicas modernas de producción pesquera.—En la Conferencia científica sobre la conservación y utilización de recursos, de las Naciones Unidas, algunos técnicos han demostrado que los 20 millones de toneladas que hoy se obtienen en las pesquerías pueden llegar a duplicarse en diez años, pues, aunque en el hemisferio Norte las existencias parecen declinar, el trasplante y propagación de especies ha revelado posibilidades asombrosas, y los recursos del hemisferio Sur aguardan todavía las más prometedoras y variadas iniciativas; por otra parte, el método de fertilizar o abonar las aguas ha dado muy buenos resultados, particularmente en el extremo Oriente. Uno de los primeros experimentos de esta clase se llevó a cabo en la costa escocesa de Loch Sween, en una larga y estrecha porción acotada a la que se puso un dique para impedir la entrada de las aguas con la marea; en el pequeño lago así formado, de siete hectáreas, se esparció a tiempos durante tres años una mezcla de nitrato de sodio y superfosfatos, destinados a favorecer el desarrollo de plankton de que se alimentan los peces. En comparación con los ejemplares pescados fuera del dique, los de dentro alcanzaron un tamaño doble y estuvieron en condiciones de ser enviados al mercado en un tiempo tres veces menor.

Esta especie de agricultura pesquera sería una solución práctica y de éxito seguro en regiones urgentemente necesitadas de tales recursos: en

³ J. GORDON COOK: *The fight for food*. Nueva York, 1957.

China hay unas 200.000 hectáreas destinadas a la cría de peces y producen de 150 a 4.500 kg. por día, según las circunstancias más o menos favorables; los mismos arrozales se utilizan parcialmente para ello y su rendimiento podría decuplicarse si se emplearan fertilizantes: además los peces devoran el taladro del arroz y las larvas del mosquito de la malaria. La India y las Filipinas tienen cada una 400.000 hectáreas de llanos lodosos y pantanos a propósito para este cultivo; los de la India proporcionan, en igualdad de superficie mayor cantidad de alimento que el suelo cultivado, y si se lograra extirpar el llamado «jacinto de agua», que merma la producción, los estanques de Bangala añadirían unos 45 millones de kilogramos anuales a su cifra actual. El estado de Israel, tras de inútiles tentativas de corregir la salinidad del suelo en el valle de Bethshan, dedicó sus estanques de aguas duras a esta industria, haciendo así notablemente productivas aquellas tierras que desde tiempos muy remotos habían estado baldías. Una de las más prósperas pesquerías del mundo no está en el océano, sino en los lagos del Delta del Nilo, que produce anualmente más de 20 millones de kilogramos.

Muchos de estos problemas se han discutido en la citada conferencia de la ONU; uno de los especialistas en la materia, Lionell A. Walford, resume la situación afirmando que el incremento de la pesca, como de cualquier otra empresa, depende, desde luego, de las existencias disponibles en organismos marinos, pero también del volumen de población que ha de utilizarlo (es decir, del mercado comercial), del grado de avance técnico, del capital invertido y de varios otros elementos muy complejos; en su opinión, la medida más oportuna sería el fomento y estímulo de nuevas instalaciones pesqueras, cosa únicamente posible contando con la autoridad y financiación oficiales. El autor del libro de donde se han tomado algunos de estos datos⁴ asegura que con sólo una pequeña parte de lo invertido en el «proyecto Manhattan» para armas nucleares se podría organizar un gigantesco «proyecto Neptuno» que en pocos años nos franquearía los tesoros de los siete mares y abriría vastos horizontes de abundancia y prosperidad para la humanidad.

Pero uno de los requisitos previos es la exploración inteligente de esos mares, que sirva de orientación a futuras empresas. Los peces que viven más cerca de la superficie se suelen pescar en aguas cercanas a la costa, más ricas en plankton, y otros que viven hacia el fondo se cogen fácilmente en aguas poco profundas donde ese plankton se deposita más a su alcance; en los mares templados de los trópicos las inmensas existencias de pesca ofrecen la desventaja de estar muy lejos de los establecimientos comerciales, que, por lo mismo, suelen limitar su acción a los bancos de peces que acuden a más altas latitudes: reincidimos, por consiguiente, en la necesidad de empresas potentes para acometer negocios de gran envergadura; y, sin embargo, consta que las vastas extensiones inexploradas del océano meridio-

⁴ JAMES RORTY'S: *Hunger's End*. Nueva York, 1957.

nal podrían multiplicar por cinco o por diez el rendimiento presente de la pesca marina.

En 1952 el Instituto Oceanográfico norteamericano de Wood Hole financió una investigación a profundidades algo mayores de lo normal en la técnica pesquera, con resultados sumamente interesantes: las rastras suelen operar a unos 200 metros; pero basta llegar a los 280 para incrementar el rendimiento en notables proporciones. Nuevos *campos* de gran feracidad se encuentran a profundidades de 460 a 600 m.; así, por ejemplo, cuando el fondo está a esos 460 m. hay allí frecuentemente enormes cantidades de langostas que permitirían a un solo pescador sacar casi una tonelada diaria, y centenares de kilómetros cuadrados de fondos situados a unos 900 metros se comprobó estar habitados por enormes cangrejos; los bancos de arenques, de que se hace tan abundante consumo en todo el mundo, constituyen sin duda la máxima riqueza del mar: circulan por el Atlántico y el mar del Norte centenares de bancos de estos animales y es frecuente que un solo banco contenga unos 3.000 millones de ejemplares.

Al discutirse entre economistas y técnicos las ventajas e inconvenientes de las soluciones científicas aquí propuestas al problema vital del sustento de la humanidad, y que a alguien pudieran parecer utopías irrealizables, tienen que enfrentarse de ordinario con una especie de círculo vicioso: los países más necesitados de esta clase de recursos no tienen medios para ponerlos en práctica y los económicamente fuertes no los necesitan...; por otra parte, como se ha ido observando a lo largo de esta reseña, el defecto fundamental de todos ellos es más o menos el mismo: hay riquezas inmensas que se podrían aprovechar, pero tan diluidas, que su rendimiento es escaso, so pena de explotarlas en proporciones gigantescas y, por tanto, prohibitivas; los capitales prefieren emplearse en empresas de beneficios más inmediatos y tangibles, que además son hoy más urgentes; y esas fabulosas explotaciones, no tan seguras, interesan poco a los países poderosos, únicos capaces de realizarlas.

No obstante, se ha dado recientemente un caso aleccionador, que conviene mencionar a este propósito: durante la segunda guerra mundial el uranio llegó a considerarse como artículo estratégico de primera necesidad; pero los principales yacimientos de mineral *rico* estaban fuera del territorio de los Estados Unidos. Dentro de él lo había, como lo hay en todo el mundo, de un grado más bajo; de aquí la urgencia en resolver el problema práctico del tratamiento útil del mineral *pobre*, y a ello se procedió sin demora; en 1950, Carrol L. Wilson, uno de los directores generales de la Comisión de Energía Atómica, pudo declarar que se habían ideado procedimientos prácticos aplicables al caso, aunque por razones obvias no se dieron a la publicidad; de suerte que ya no había miedo que faltase tan importante materia prima, aunque el país se viese económicamente aislado. Algo parecido podrá

ocurrir cuando comiencen a agotarse las reservas de que nos surtimos y la necesidad obligue a hacer lo que ahora repugna. ¿Llegará el día en que estos planes y técnicas *atrevidas* se impongan a los métodos tradicionales para evitar una crisis económica o habrá que esperar a que llegue ésta para adoptar tales medidas excepcionales? Acaso en un futuro próximo tendremos la respuesta.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.,
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)