

# LA CIÈNCIA

per François Gros, François Jacob  
i Pierre Royer


6 (670/novembre 1981

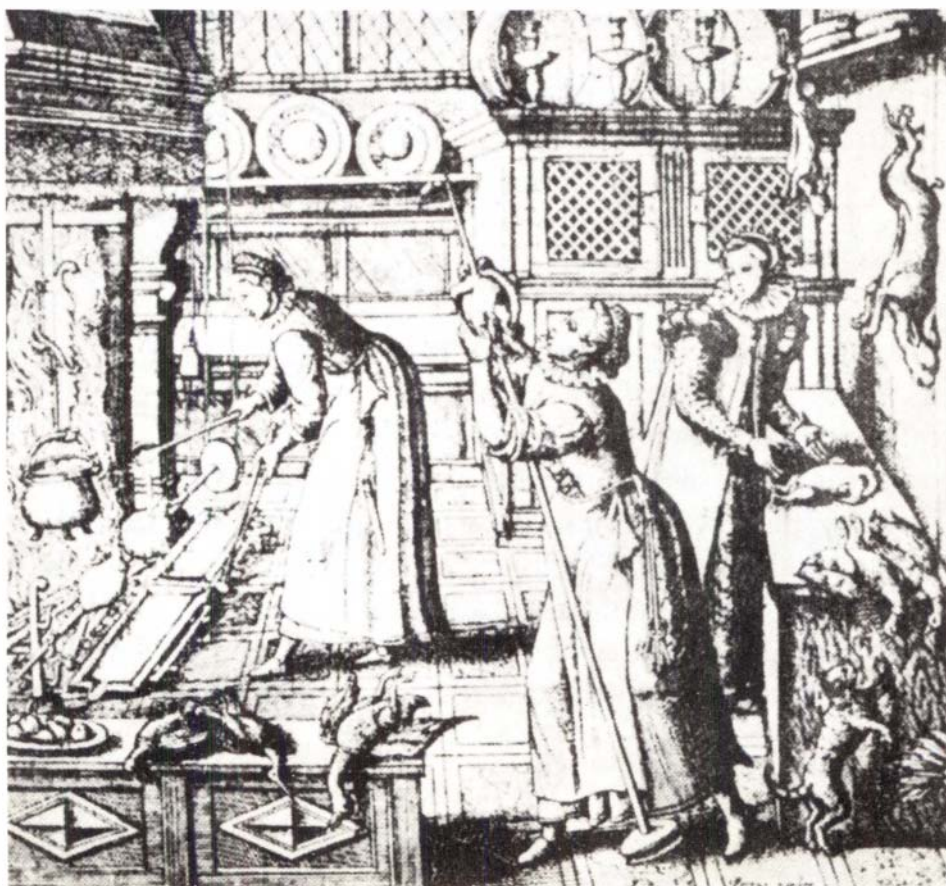
ciència 11)

El present document ens introdueix al coneixement de la situació actual i de les perspectives de les ciències de l'alimentació. El text forma part d'un ampli informe adreçat l'any 1978 al president de la República Francesa, intitulat *Sciences de la vie et société*, del qual són autors tres eminents científics, els professors François Gros, François Jacob i Pierre Royer. Aquest informe fou editat a París per la Documentation Française i, posteriorment, per Edition du Seuil. Aviat es publicarà a Barcelona l'edició castellana, a càrrec de l'Editorial Barcanova. Serà un llibre que no dubtem, des d'ara, a recomanar als nostres lectors: hom hi troba tota la informació i les claus d'interpretació del paper capdavanter que tindran cada cop més les ciències biològiques dins la nostra societat i les seves conseqüències econòmiques i sociològiques.

François Gros i François Jacob (premi Nobel) són professors al Collège de France (París). Pierre Royer és professor a la Universitat de París V. Els autors agraeixen la col·laboració per a l'elaboració d'aquest treball als membres de l'Académie des Sciences i del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS).

## ALIMENTAR ELS HOMES

 Per a funcionar, créixer, multiplicar-se, els éssers vivents tenen necessitat d'energia i també de materials: el carboni, l'hidrogen, l'oxigen, el nitrogen, l'aigua i les substàncies minerals. Les "cadena alimentàries" que permeten cobrir aquesta doble necessitat presenten nombroses variants segons els regnes: vegetal i animal, i segons les espècies. L'home ha de rebre una quantitat quotidiana d'energia variable segons l'edat, el sexe, el treball i el clima en què viu. Ha de consumir els aliments que li subministren, després de la digestió i l'absorció, els aliments específics: els sucres, els cossos grassos, les substàncies nitrogenades; i també les "molècules indispensables" respecte a les quals la ca-



# DE L'ALIMENTACIÓ

*"El vell ritual de la cuina tradicional antiga"*

*"El nou ritual de la cuina d'avui" (sessió de practiques del curs de ciències de l'alimentació a la Universitat d'Estiu de Prada-81) (Foto: Jordi Munt)*

(ciència 11

novembre 1981/671) 7

racterística metabòlica de l'espècie és saber-les utilitzar i no poder-les sintetitzar. Aquestes "molècules indispensables" són certes sals minerals i oligoelements, diversos àcids grassos poliinsaturats de cadena llarga, els àcids aminats essencials i les vitamines. La "nutrició òptima" de la nostra espècie depèn també, en gran part, de la biomassa elaborada pels vegetals i animals.

Aquests aliments han estat primer collits o pescats per l'home. A continuació els ha cultivat i criat. A poc a poc ha après a conservar-los i cuinar-los. Finalment, la seva indústria s'ha dedicat i es dedica a transformar-los per millorar la seva conservació, el transport, la presentació, la preparació culinària i l'apetència. L'alimentació humana, en l'abast dels nivells de desenvolupament de les comunitats i

de les nacions, va conèixer d'aquesta forma un grau d'industrialització variable. La "nutrició" del l'home, i això és perfectament clar en el moment actual, està sotmesa a dos constrenyiments majors. Un d'ells és la "disponibilitat quantitativa i qualitativa" d'aliments en l'àmbit de les famílies, les comunitats i les regions del món, amb el darrer punt a la fam i els seus desastres, l'abundància i els seus disturbis. L'altre és la "resposta individual" variable, hereditària o adquirida, a les carències o als excessos alimentaris puntuals o generals. En termes de salut pública, l'estat de la nutrició dels homes depèn dels recursos alimentaris de les agrupacions a què pertanyen. En termes de medicina personalitzada, el mateix estat de nutrició depèn de l'encontre entre aquesta disponibilitat en aliments,

una cultura que orienti llur preparació i llur consum i una individualitat genètica que determini llur digestió, llur absorció i llur utilització.

L'alimentació i la nutrició dels homes formen un conjunt on s'imbriquen amb força la biologia de base, la biologia aplicada i la tecnologia. Un doble vincle apareix amb netedat: els progressos de les ciències de la vida han de millorar la producció dels aliments i aquest increment de les disponibilitats nutritives és favorable a la salut de l'home. Però s'han de fer diverses observacions abans de qualsevol assaig prospectiu en aquest camp. Primerament, la problemàtica de l'alimentació i de la nutrició està constituïda per una "cadena" coherent que interessa nombrosos sectors de la investigació, l'agricultura, la indústria i la medicina. De la producció agrícola a la indústria agroalimentària, del consum a la utilització per l'home: la globalització científica del problema ja no és senzilla. A més, les imposicions demogràfiques i econòmiques són en aquest camp enormes. És difícil preveure l'evolució de la repartició de la riquesa mundial en els pròxims vint anys, però la desestabilització actual dels antics equilibris i l'evidència que la carència actual en aliments per a l'home no farà més que incrementar-se i que la repartició de les injustícies biològiques actuals —del marasme a l'obesitat— experimentarà importants modificacions. Finalment, com a última observació, nodrir-se és per a l'home un fet biològic.

Això és també una realitat cultural poderosa en evolució permanent. De les societats primitives a les societats industrials, l'alimentació és un element de cultura poderós i primordial. Els ràpids canvis de les societats industrials han modificat així, en un quart de segle i de forma explosiva, els mètodes de producció i de transformació dels aliments, els sistemes de venda, els ritus que imposen els horaris i els llocs dels àpats, la composició d'aquests, la mutació de les acceptabilitats i apetències col·lectives i individuals. La venda dels plats cuinats i



"La pesca subministra un setze per cent de les proteïnes animals consumides al món". En la fotografia, vista de la flota pesquera del port de Tarragona, un dels més importants del litoral català. (Foto: Raimon Camprubi, del llibre de Carles Bas La Pesca a Catalunya. Edicions Destino, Barcelona, 1980)



dels aliments preparats, la col·lectivització progressiva de l'àpat principal, la moda de les cuines exòtiques, l'extrema varietat de les presentacions en un país com el nostre on la preparació familiar i tradicional dels àpats tenia la força d'un culte, han penetrat la vida de cada dia i han adquirit la voga d'un nou ritual. Què serà això d'aquí a vint anys? La "cadena alimentària" de l'home no és una simple producció. És també una economia, una demografia, una norma. És a dir, que l'anàlisi prospectiva del sistema d'alimentació-nutrició dels homes és perillosa. Comporta diversos objectius: produir aliment, transformar-los, utilitzar-los de la millor forma possible, organitzar el futur en matèria de nutrició i estimar l'aportació de la nova biologia en la solució del problema alimentari.

## PRODUIR ALIMENTS

Per al futur, la producció d'aliments és una preocupació tan gran com la creada per les demandes d'energia. Els països palesament mal dotats, però també les riques nacions industrials com la nostra, estan amenaçats per una penúria alimentària —sobretot en proteïnes— que podria agreujar-se a partir de fi de segle (...). En l'àmbit mundial, és clar que la demanda des d'ara fins a fi de segle augmentarà proporcionalment a l'empenta demogràfica i l'elevació del nivell de vida de les poblacions, elevació que modifica el comportament en el consum alimentari. Si el PNB augmenta anualment un 2,8% en el món, d'aquí a l'any 2000, l'acció conjugada de l'increment del nombre d'habitants i del PNB ocasionarà un augment de la demanda en proteïnes animals del 2 per cent en els països industrialitzats, del 5,1 al 5,5 per cent en els països en desenvolupament i del 3,6 per cent en el conjunt del món.

**Fonts d'aliments.** La pesca subministra el 16 per cent de les proteïnes animals consumides en el món i el 50% d'aquestes en el Japó, o sigui, un total de 4,2 Mt de

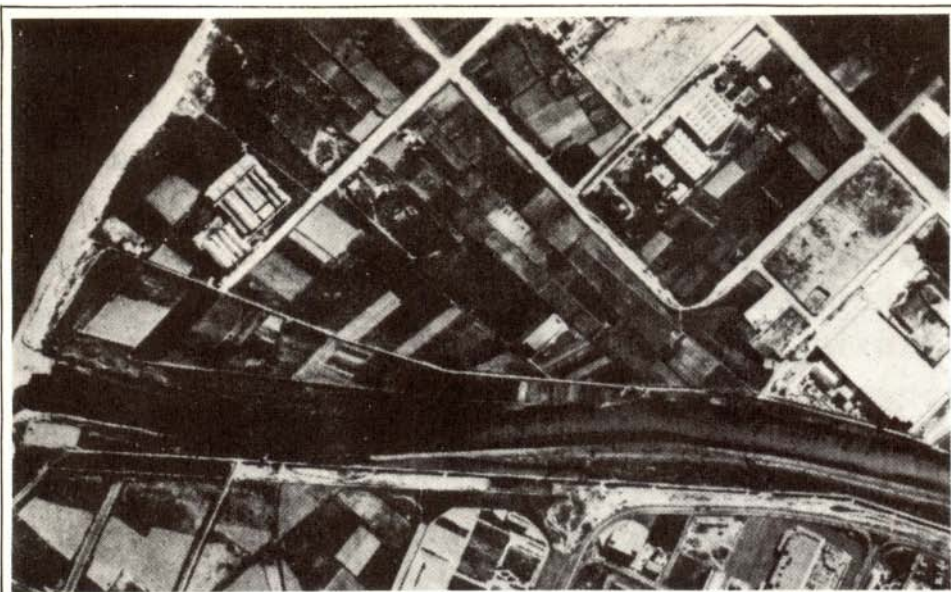
proteïnes brutes per any. És poc probable que aquestes xifres augmentin des d'ara fins a fi de segle. Les imposicions reglamentàries financeres, energètiques i biològiques de la pesca són tals, que el manteniment dels nivells actuals seria ja un èxit. Quant al cultiu en l'aigua, representa nombroses possibilitats que hem precisat. No obstant això, és dubtós, dins l'estat actual de les investigacions i de les organitzacions —particularment a França— que pugui subministrar abans de fi de segle una part important de les proteïnes necessàries.

Queda la *producció agrícola*. A despit del descobriment dels cereals a alt rendiment, la producció cerealista mundial només creix un 2,6 per cent l'any. Per tal de satisfer les necessitats creades per les dades demogràfiques humanes i l'augment previsible de la demanda per a l'alimentació del bestiar, aquesta taxa hauria d'arribar al 3,3 per cent. A fi de segle, es pot preveure un dèficit mundial aproximat de 400 Mt de cereals. El futur de la provisió en proteïnes per a l'alimentació animal, i per tant per a l'aportació de proteïnes animals a l'alimentació humana, és encara més fosc. Depèn essencialment de la soja americana, brasiliana i potser, si arribés el cas, xinesa. Desgraciadament, ni l'extensió dels territoris cultivats, ni la millora del rendiment per hectàrea, no permeten esperar més que progressos molt lents. Si no es troben altres fonts de proteïnes per a l'alimentació animal, el dèficit mundial l'any 2000 podria arribar a 120 Mt per any, o sigui la meitat de la demanda prevista per a aquesta època. S'han suggerit diverses solucions. Algunes estan en via d'estudis experimentals o de realitzacions pràctiques. Una d'elles és ampliar la utilització de la urea com a aportació nitrogenada en els ruminants. Els microorganismes del ruminant transformen la urea en amoníac i fan utilitzable el nitrogen. (...) Una altra solució és la millora de la ració alimentosa dels animals per adjunció d'àcids aminats produïts per la indústria com la metionina i la lisina. Així, es tendeix, seguint una inclinació

natural, cap a solucions sorgides dels progressos de l'enginy biològic per a produir aliments nitrogenats destinats als animals de cria: producció de proteïnes a partir de parafina; cultius de microorganismes sobre substàncies cel·lulòsiques (palla de cereals; deixes del blat de moro; bagues de canya de sucre), sobre substrats glucídics (melasses i midons), a partir de deixes agrícoles (lactosèrum) o utilitzant algues unicel·lulars fotosintètiques. També de l'enginy genètic poden sorgir possibilitats encara poc explorades: l'èxit recent de la producció d'ovoalbúmina per un microorganisme després de "recombinació genètica" és d'un abast exemplar per al futur. Els problemes plantejats per aquestes solucions seran exposats en el capítol "enginy biològic". Es pot, des d'ara, escriure que exigeixen, per arribar a llur llinard de rendibilitat, una tecnologia industrial amb freqüència pesant, permessa per inversions financeres importants.

Segons sembla, una economia global de proteïnes pot ésser també realitzada, per a l'alimentació de l'home, fent un curt circuit en el sistema de la cria i utilitzant, directament per a aquest, les proteïnes produïdes per l'enginy genètic o biològic, o més immediatament, les proteïnes vegetals, per exemple les de la soja. En el temps present, aquestes proteïnes de soja ja són incorporades a la xarcuteria, a la carn picada i a la bescuiteria en forma de farines o d'aïllats proteics, seguint les reglamentacions que varien segons els països i evolucionen, veritablement, amb rapidesa. S'estan estudiant, per raons d'apetència, les proteïnes de soja filades i trenades imitant la carn o el peix per la textura i l'aroma. S'ha plantejat el problema de l'acceptabilitat d'aquestes preparacions. Però també en aquest cas, el ritual alimentari, de moment bastant hostil en el nostre país, evolucionarà sens dubte amb les exigències econòmiques i demogràfiques i potser les modes.

Així es dissenya amb claredat el problema alimentari del pròxim mil·lenni. L'abundància actual que regna en certes regions del món és potser un accident,



La producció agrícola, com a font d'aliments, es veu sotmesa a una demanda creixent per l'acció conjugada de l'increment del nombre d'habitants i l'elevació del nivell de vida. (Vista aèria de la desembocadura del riu Llobregat. Foto: Diputació de Barcelona)

recent però precari, de la història de la nostra espècie. És probable que en vint anys s'atenuï o hagi desaparegut dels nostres països. Per als escèptics, convé recordar que fa més d'un decenni que la carn està "racionada" a la República Argentina, país de cria per excel·lència. La necessitat econòmica de l'exportació en certs països, la producció insuficient en d'altres, la capacitat creixent de compra en altres llocs estendran i redistribuiran els mercats i modificaran la gestió de la injustícia mundial del repartiment dels aliments. La disponibilitat en cossos grassos serà satisfactòria; la de sucre i cereals estarà en el límit del necessari; la de proteïnes serà insuficient, més encara que actualment. Vint anys és un temps ben curt per a establir i realitzar un pla d'acció: desenvolupar l'aqüicultura, compensar en part el dèficit de soja i blat de moro per a l'alimentació dels animals de cria, utilitzar al màxim per ells les capacitats industrials actuals de producció d'urea i d'àcids aminats i el potencial futur de l'enginy biològic. El temps de la fotosíntesi, artificialment dirigida, del control facilitat de la fixació del nitrogen atmosfèric pels vegetals superiors, de la síntesi catalítica dels àcids aminats sota l'acció de l'energia solar se situa, sens dubte, més enllà de la fi d'aquest segle pel que fa a les seves aplicacions pràctiques.

## TRANSFORMAR ELS ALIMENTS

Entre la producció agrícola i el consum alimentari, se situa dins la "cadena alimentària" una fase negligible dins l'economia tradicional, cada dia més importants en la nostra societat, que és la transformació dels aliments per la indústria agrícola i alimentària o, abreujant, la indústria agro-alimentària. Així, en el cost final de l'aliment, el valor afegit per la indústria excedeix el valor donat per l'agricultura. El valor energètic utilitzable

per l'home esdevé mínim en relació amb l'energia invertida per a produir els adobs, emmotllar i moure les màquines agrícoles i sobretot "industrialitzar" el producte consumible i cuinar-lo. La "rendibilitat energètica" de la cadena alimentària industrialitzada és molt baixa en relació amb la de la cadena pre-industrial. (...)

## UTILITZAR ELS ALIMENTS

Dos comportaments estan estretament lligats, l'un dependent de l'altre, i tots dos són responsables del balanç d'energia en l'organisme. L'un és el comportament alimentari, l'altre el *comportament físic*. A l'estat usual de regulació adaptada, el pes és estable i el creixement eventual està assegurat. Basten petites alteracions d'aquest equilibri, de l'ordre d'un u per cent, perquè s'observi un engrèixament o un aprimament. Està encara poc observat el fet que les despeses físiques han disminuït per a moltes persones en les societats industrials. Els esforços musculars d'origen professional han disminuït amb evidència. Les activitats extraprofessionals s'han reduït pel desenvolupament dels aparells casolans, dels ascensors, dels transports col·lectius o individuals motoritzats. La població urbana ha restringit el seu consum alimentari en un vint per cent. Aquesta reducció és inferior a la de la despesa física. L'excés d'energia, que prové sobretot dels sucres, dels greixos i de l'alcohol, afavoreix l'increment de la massa grassa corporal. La utilització alimentària ha de tenir, doncs, en compte el comportament físic.

També el *comportament alimentari* està en mutació. Depèn en principi, en els països avançats, de "l'abundància" de menjar. Ja no és suficient menjar segons la seva fam sinó segons la seva conveniència. L'elecció s'orienta cada dia més cap al menjar ensucrat, salat i untós. Els cereals estan abandonats, així com llurs midons i les fibres alimentàries. Les proteïnes i els

greixos animals, els sucres refinats i l'alcohol progressen. En un segle, a França, el consum de pa per dia ha caigut de 600 a 180 grams, el de les patates ha disminuït la meitat en 50 anys i el de la llet la meitat en 10 anys. Al contrari, el consum de carn s'ha doblat en mig segle i el de greixos creix un 1 per cent per any. El nombre d'àpats disminueix; el desdèjuni és menys abundant o desapareix. Com serà això d'aquí a vint anys? Es pot, certament, extrapolar les tendències actuals. Uns comportaments espontanis de restricció —justificada o no— es desenrotllen per raons estètiques o ètiques; uns comportaments particulars guanyen en importància, determinats per conviccions religioses, sectàries o personals; uns comportaments deplorables persisteixen o augmenten per raons econòmiques, com la malnutrició de les persones velles i de les poblacions emigrants o la inherent a l'estatut dels països o de les comunitats mal dotades. És, doncs, difícil de preveure els futurs comportaments alimentaris, que dependran molt de les noves societats. El més important, perquè sigui un factor de salut, és que el comportament alimentari sigui conscient, volgut, raonat i basat sobre una informació precisa del consumidor. El desenvolupament dels coneixements en les ciències de la vida, és l'esperança de donar bases sòlides a aquesta informació. En el moment present és amb massa freqüència impulsiva, caricaturesca, propensa al sensacionalisme, creadora d'angoixa, d'obsessions i de mites, moderada molt feliçment per un fons cultural tradicional carregat d'experiència. L'espècie humana és adaptable a esquemes alimentaris molt diversos. Des del gautxo al lapó, de l'uropeu a l'asiàtic, les variants alimentàries són enormes. El problema és utilitzar aquesta notable adaptabilitat per veure consumir els nous aliments en les societats futures, descartant els excessos i les carències. Però també, sens dubte, per evitar certes afeccions importants i freqüents que pateix la nostra espècie.

La utilització planteja problemes lligats amb el *mateix aliment*. Uns depenen dels

Les indústries alimentàries s'han convertit en una de les anelles de la "cadena alimentària" moderna, i plantejen noves exigències de recerca en toxicologia i nutrició humana

10 (674/novembre 1981

progressos considerables de la tecnologia alimentària amb el doble risc de la temporalitat de la rendibilitat per a l'industrial i de l'excés de desconfiança del consumidor. Altres deriven de la distribució, que no para de créixer, de l'aliment sota la forma pre-preparada per a la família o per a restauració col·lectiva de l'escola, de l'empresa i de les cases per a jubilats. Alguns són plantejats per la necessitat de comprendre que l'aliment és lícit i rendible alhora. Finalment, els límits científics són encara restringits pel que fa a la qualitat dels aliments i el seu futur en l'organisme; ja que cal esperar progressos considerables de les investigacions actuals i futures aplicades a la composició dels aliments, a les modificacions degudes a les tecnologies de transformació i de conservació i als mètodes familiars o col·lectius de preparació culinària, a la toxicologia de les substàncies addicionades, a la fisiologia del gust, de la digestió, de l'absorció intestinal. També, per acabar, al coneixement de les capacitats personals per a utilitzar aquests aliments.

En efecte, la salut i les malalties en matèria de nutrició humana no estan només relacionades amb el consum alimentari, sinó també amb les *variants individuals*, en part adquirides, però sobretot genètiques. Aquestes concerneixen la psicofisiologia del gust, les funcions digestives i d'absorció, les capacitats d'emmagatzemar reserves de glicogen en els músculs i el fetge o de greixos en les cèl·lules adiposes, la facilitat metabòlica per a afavorir o excloure —davant una desviació alimentària— l'obesitat, la diabetis, l'ateroma, la gota, l'alcoholisme, la càrdenal o certs càncers producte del món de l'abundància; la malnutrició proteïno-calòrica, les osteoporosi i els raquitismes, la manca en vitamines o en minerals producte del món de la carència. Menys quan aquestes desviacions són caricaturesques, cadascú les tracta amb les qualitats de la seva persona biològica. Els homes són diferents davant dels règims alimentaris desviant, de la mateixa manera que les nacions i les comunitats són desiguals davant de les disponibilitats



alimentàries mundials.

## CIÈNCIES DE LA VIDA I ALIMENTACIÓ DE L'HOME

Tot progrés en l'alimentació i la nutrició depèn del millorament de la "gestió de tot el vivent" pel govern dels homes. La biologia d'avui o de demà pot intervenir en tots els estats de la cadena alimentària: selecció de les llavors i producció agrícola, cria i aqüicultura, millora de les tecnologies i de la taxicologia dels aliments, investigació en alimentació i nutrició de l'home. L'alimentació és doncs una tecnologia pel vivent i una tecnologia per al vivent. Informar, detectar, investigar són les bases dels progressos futurs.

**La informació.** Aquesta gestió del vivent suposa la millora del sistema "d'informació" en aquest camp: l'educació sanitària des de l'escola, i després en l'adult per l'entorn i pels metges i la seva assistència. Això suposa la "formació" dels mestres i dels especialistes de la informació escrita o televisada en aquests camps. Significa, endemés, la necessitat de la "formació" dels metges en l'ensenyament predoctoral i postdoctoral. Vol dir al mateix temps la institució d'un sistema públic i privat de consulta, d'exploració funcional, d'hospitalització al dia o tradicional consagrat específicament a la nutrició humana en matèria de prevenció, de detecció i de tractament dels seus problemes. Consagrat també a destruir els falsos mites i els temors inútils. Dedicat encara a fets a llarg terme: des de la

infància evitar, en part, prevenint la malnutrició proteica, les seqüeles mentals i físiques que pugui deixar: evitar, limitant l'aportació en sodi, calories, greixos saturats i sucre, els riscos llunyans més possibles d'hipertensió arterial, d'obesitat i de diabetis, d'ateroma. Destinat, finalment, a adaptar al millor possible la "disponibilitat alimentària real" del futur a l'estat de "nutrició òptima" tan difícil encara de definir en l'home que ha de viure cada vegada més una llarga vida. Aquesta informació, que passa per una "formació", porta doncs a globalitzar el problema de l'alimentació i a assabentar els qui ensenyen, informen, governen i consumeixen que, com la pesta, els seus problemes mai no desapareixen, encara que de vegades sembli que s'adormen en una ciutat feliç.

**La detecció.** La creació d'una política real de salut pública en matèria de nutrició és una necessitat que va unida a la de la informació. Detectar si són possibles els riscos i les desviacions en els seus principis. Prevenir al màxim possible l'aparició d'aquests problemes. Actuar en un pla individual i col·lectiu. Unir en l'acció el món agrícola, el món industrial, el món administratiu i financer, el món de la biologia i la medicina. Que es donin els mitjans en homes, en estructures i en funcionament per portar a terme aquesta política de salut pública. Preparar, doncs, les adaptacions necessàries, i potser problemàtiques, del segle vinent a França i en el món.

**La recerca.** Hi ha encara tanta incertesa, tanta ignorància en els nostres coneixements; tants canvis en els productes, llurs noves transformacions, els comportaments físics i alimentaris dels homes, que



*Cal esperar progressos considerables de les investigacions actuals i futures aplicades a la composició d'aliments i a les tecnologies de transformació i conservació*

les mateixes bases d'una informació científica i d'una política de salut pública són molt sovint deficientes. S'explica així el vigor amb què s'ha de desenvolupar la *investigació* en matèria de nutrició humana. Aquesta investigació és d'una tal importància actual i futura, el seu potencial actual és tan minúscul davant l'amplitud del problema, la seva justificació és tan clara, que és convenient traçar les seves orientacions possibles.

Un primer nivell d'investigacions està tradicionalment compromeses pel biaix de les enquestes de comportament i de consum. Aquestes enquestes exigeixen el domini d'elements quantificables d'apreciació i l'avaluació acurada de les condicions alimentàries reals, exclouent totalment només les enquestes de motivació. La necessitat d'un coneixement de la composició dels aliments, incloent llur contingut en tots els nodriments essencials i precisant llur grau de pol·lució (additius, contaminants, productes de transformació) és una prioritat. La importància d'una revisió permanent de les dades en funció de l'evolució de les tecnologies agroalimentàries i analítiques imposa que siguin registrades amb ordinador. La participació de la indústria en la realització d'aquesta tasca és essencial. També és d'una importància capital desenvolupar les metodologies que permetin apreciar llur el consum real de grups de subjectes ben definits, vivint en condicions diferents. La importància d'aquest últim punt no ha de passar inadvertida, en raó de la major importància dels factors genètics davant dels factors de l'entorn, si es consideren poblacions relativament homogènies. Només el coneixement dels aspectes precedents permetrà progressar en el camp de l'epidemiologia causal, sense separar artificialment els factors alimentaris, constitucionals i ecològics. Han d'imposar-se les tècniques d'anàlisi multivariable.

**L'altre aspecte d'aquestes recerques** consisteix a basar-se sobre un estat patològic característic per definir el seu origen i les causes. Les investigacions sobre la hipercolesterolèmia familiar i els coneixements

que n'han resultat sobre els receptors de membrana de certes lipoproteïnes i la regulació de la colesterolèmia són exemplars. Malgrat tot, aquests estats patològics són complexos i l'existència de factors sobrefegits induïx a l'error d'interpretació. A més, el que s'observa a l'extremat de la cadena ha deixat sovint d'ésser funcional per a esdevenir una anomalia irreversible i estable. Finalment, les modalitats d'estudi són llargues i oneroses: per a fer apareixer un mecanisme monofactorial eventual és indispensable estudiar un gran nombre de subjectes. Les decepcions d'aquest tipus de treball apareixen en totes les investigacions a les quals escapen molts paràmetres, alguns fonamentals, d'altres additius i d'altres contingents. En conclusió, aquestes recerques, menys en casos especialment favorables, no han estat encara concloents per dues raons fonamentals: les dificultats de quantificació de les dades, més encara en l'ordre retrospectiu que prospectiu; el gran nombre de paràmetres a considerar paral·lelament, tant en els dominis fisiològic i patològic com psicològic o pròpiament nutricional. Es tracta doncs, d'una investigació on la relació "eficàcia-cost" és mediocre. El seu futur depèn principalment del domini de bones metodologies d'avaluació.

Un segon nivell d'investigacions s'expressen pels estudis d'adaptació del tractus digestiu als aliments, en els plans qualitatiu i quantitatiu. El problema ha d'estendre's a tots els òrgans, tant en l'àmbit de les estructures com de l'equip enzimàtic. És important no deixar de banda l'estudi dels òrgans distanciat i no annexats al tub digestiu sobre els quals ben poca investigació s'ha realitzat en relació amb la nutrició. El començament fonamental d'aquest segon nivell d'investigació se situa en l'àmbit cel·lular, i es considera el tractus digestiu només com a etapa preliminar d'un conjunt metabòlic integrat. Aquesta manera de considerar les coses conduirà a una definició de les codificacions metabòliques pròpies de cada teixit; una avaluació dels resultats en l'àmbit cel·lular, en funció del

creixement, de l'envelliment i dels processos patològics; una definició metabòlica, sobre bases quantificables, de l'excés i de la carència; una expressió xifrada dels aspectes cronobiològics del metabolisme intermediari, de la influència dels ritmes del treball i dels àpats. Aquesta investigació està centrada sobre els aspectes fisiològics, en el sentit més ampli del terme, i el seu caràcter integrat s'estén a diversos àmbits: de l'aliment, de la cadena nutricional, de les interrelacions hormonals i de la tria del model animal. Certament, una investigació d'aquestes característiques aplicada a la patologia és possible, però és difícil en l'home, perquè és penós descobrir les primeres conseqüències d'un mal funcionament. Només pot ésser realment prospectiva en l'animal. És inútil si es troba davant un sistema regulat. Per a tenir una possibilitat d'èxit, un nombre bastant gran de variables hauran d'ésser introduïdes a fi de suprimir la regulació: l'anàlisi dels resultats serà tan sols més difícil. La relació "cost-eficàcia" d'una investigació d'aquest tipus és suportable per la col·lectivitat pel que fa a l'estudi de l'home normal, és a dir, dels aspectes fisiològics; és imprevisible en el cas de les investigacions fisiopatològiques.

Els aspectes psicofisiològics abasten problemes molt diversos i tots no tenen la mateixa importància. Es poden dividir en dos grups. L'un es refereix als aliments: les propietats organolèptiques, la incorporació ritual en una població, l'adaptació de noves associacions a altres productes i les conseqüències possibles sobre la tecnologia alimentària, l'acceptabilitat dels agents protectors i dels polímers de trànsit. L'altre interessa l'individu: la formació del gust, la noció de la gana, i de sacietat, l'adaptació als seus àpats de servei, d'oci, de plaer. La llista d'aquests problemes podria allargar-se fàcilment. Sense desconèixer el seu interès, no és cert que la individualització d'una investigació sobre cada un sigui la bona solució. Sembla més raonable, pels que es refereixen als aliments, tractar-los dins de la tecnologia alimentària, de la

*La nutrició és un dels temes retinguts dins del quadre de les accions prioritàries a desenvolupar en el Tercer Món. A la fotografia, chappatis per a celebrar un casament a l'Afganistan*

12 (676/novembre 1981

mateixa manera com se'ls tracta dins de la tecnologia del medicament en les accions terapèutiques. Pels que es refereixen a l'individu corresponen més als fenòmens de societat que a la investigació en nutrició pròpiament dita.

Nutrició i toxicologia són dues de les preocupacions principals de la investigació en nutrició en el nostre país. Els organismes de control (Servei de Repressió dels Fraus, Consell Superior d'Higiene Pública, entre d'altres) són incapaços en les condicions actuals, per insuficiència de mitjans en homes, en diners i en equips de laboratoris, de complir al màxim llur missió. El factor limitant resideix en la seva mateixa concepció. Efectivament, França no disposa d'un nombre d'experts suficient per a emprendre els estudis toxicològics justificats per les demandes d'autorització d'introducció en el mercat i per discutir les seves justificacions tecnològiques. El resultat és que la credibilitat del nostre país és limitada i sovint queda col·locat en posició d'inferioritat en les discussions comunitàries. La creació de grups d'experts designats amb finalitats concretes (contaminació per metalls pesants; control de les primeres matèries i dels procediments de fabricació; additius; materials en contacte amb els aliments) i que reuneixin especialistes de diferents països, hauria d'ésser examinada. Les decisions polítiques serien preses després en el pla nacional o europeu. Hom s'ha de fer a la idea que les metodologies toxicològiques s'han de reprendre i les estructures capaces d'aplicar-les s'han de crear.

Queda el problema considerable plantejat per la nutrició en els països en via de desenvolupament. La influència francesa en aquest camp està en regressió i ja no podem proporcionar personal qualificat als organismes internacionals. El nostre paper dins la formació dels tècnics agrícoles, industrial i nutricionistes és petit amb relació al dels Estat Units, Gran Bretanya i l'URSS encara que consideracions extranutricionàries no siguin estranyes a aquesta situació. Malgrat tot, amb la genètica de poblacions i la immu-



nologia parasitària, la nutrició és un dels punts retinguts dins del quadre de les accions prioritàries a desenvolupar en el Tercer Món. Allà, com en altres llocs, es planteja un important problema de globalització. Coordinar els organismes d'investigació. Enviar equips organitzats homogenitzats aptes per a resoldre un problema donat i no contractar mai més personal aïllat i sense mitjans per a tractar una qüestió vital per a una regió o bé un país sencer. Designar un responsable únic per al conjunt de l'operació. Preveure des de la fase inicial el programa de formació dels quadres locals aptes per a assegurar la continuïtat del projecte i mantenir la cooperació. És per un veritable contracte de programa que haurien de tractar-se aquests problemes en el futur. Nombrosos ministeris hi estan inevitablement interessats, per la qual cosa la creació d'una agència especialitzada sembla particularment desitjable per a organitzar, administrar i avaluar aquest tipus d'investigació on el valor humà i el ressò en prestigi per el nostre país són més que evidents.

Així doncs, l'anàlisi de la cadena alimentària de l'espècie humana, dels seus consrenyiments i les seves variants, de les seves carències i les seves desviacions mòrbides demostra que de la biologia del demà provenen les úniques esperances que apareguin solucions al principi de la cadena: la producció dels aliments, i a la fi d'aquesta: la salut dels homes, entre el marasme i la plètora.

## CONCLUSIONS I PROPOSTES

I. La ciència de l'alimentació reuneix els coneixements de les activitats successives que permeten la concepció, la producció, la transformació, la conservació, el trans-

port i la utilització dels aliments. Existeix, doncs, una "cadena alimentària" més o menys coherent de la qual s'imposa la concepció de conjunt.

L'estat de *nutrició* defineix la qualitat dels resultats obtinguts per éssers vivents per un consum alimentari precís en qualitat i quantitat. Existeix una "lògica de la nutrició" que, en l'home, necessita el coneixement de la composició dels aliments després de la transformació per a l'emmagatzematge, la indústria o la preparació culinària; el de llurs propietats organolèptiques i de llur acceptabilitat; el de llur digestió, llur absorció intestinal, de llur acció sobre el continent i el contingut intestinal, de llur utilització metabòlica, de l'excreció de les deixalles o dels excessos inutilitzats; el de la regulació de conjunt de les entrades i sortides, és a dir del balanç. Aquesta "lògica de la nutrició" hauria de permetre en el futur una millor definició de les necessitats alimentàries i de les necessitats metabòliques i establir aquestes nocions, ja no sobre les bases mínimes o màximes, sinó òptimes.

II. L'estudi de l'alimentació i de la nutrició ha constituït des de fa molt temps el camp d'especialistes anomenats "nutricionistes". L'amplificació dels coneixements sobre la "cadena alimentària" i la "lògica de la nutrició" ha conduït a un esclat de la "nutrició" en nombrosos compartiments d'investigació i d'acció. Augmenten el seu volum de coneixement, la "nutrició", sobretot la "nutrició humana", com a disciplina, té tendència a perdre la seva identitat. Veritablement, des de l'agronomia a la medicina, de la biologia a la indústria, de l'economia a la sociologia, nombrosos gremis de ciències i d'acció es preocupen de l'alimentació i la nutrició. És desitjable que cada un d'ells consenteixi a adquirir un saber raonable sobre el conjunt de la "cadena" i de la "lògica". Hi perdrà el seu

confort intel·lectual, però renaixeran la ciència i el sentit de la nutrició, indispensables per a trobar solucions globals a la formació dels homes i a llur informació; per a l'estimulació dels sistemes d'investigació, d'innovació, de consells i cures; per a la facilitació de les "transferències" entre els sectors agrícola, industrial, econòmic i mèdic.

III. Les societats industrials han introduït, entre els dos extrems de la "cadena de l'aliment", una nova secció de transformació per la indústria, que s'ha associat als mètodes tradicionals d'afinament, de conservació i de preparació culinària. El grau d'industrialització de la "cadena alimentària" varia amb el nivell de desenvolupament de les comunitats i de les nacions i amb la naturalesa de l'aliment. Aquesta indústria ha permès obtenir progressos en la purificació, la conservació, el transport i la preparació de l'aliment. Ha fet aparèixer nous perills potencials de carències electives o de contaminacions tòxiques que han estat l'objecte dels estudis de toxicologia alimentària. És bo, malgrat tot, dir que moltes imperfeccions i tòxics es trobaven i es troben en els aliments "naturals" de l'home i dels animals, i assenyalar amb vigor que en el nostre país el tòxic alimentari que, per la seva gravetat i la seva difusió eclipsa gairebé tots els altres, és l'alcohol. Finalment, aquesta industrialització ha disminuït, així com la motorització agrícola i la rendibilitat energètica de la cadena alimentària. L'energia solar captada en la biomassa alimentària és una part cada vegada més petita de l'energia consumida per l'agricultura moderna i la indústria agroalimentària.

IV. En l'àmbit mundial i transnacional, l'alimentació està dominada per una triple constatació. La producció de cossos grassos i de sucres és satisfactòria; la dels cereals per als homes i els animals de cria és limitada; la de les proteïnes equilibrades en àcids aminats indispensables és deficitària per als homes i també per als animals de cria, els quals els subministren proteïnes d'alt valor biològic. Aquestes tres tendències, a despit de les millores

descomptades, s'accentuaran a fi de segle. No es curullarà el dèficit actual perquè a escala mundial no es viu de cap manera en un sistema d'abundància. No es podran satisfer les noves demandes degudes a l'enorme creixement demogràfic. Els constrenyiments energètics, si s'accentuen, generaran el sistema d'alta productivitat de l'agricultura i de la indústria alimentària moderna. La situació de l'alimentació en les comunitats *nacionals i infranacionals* dependrà certament dels mitjans i dels modes de producció que han privilegiat. Sembla que nous equilibris de disponibilitat alimentària en l'àmbit d'aquestes comunitats dependran, a fi de segle i de forma decisiva, d'altres factors: les dominants culturals, les disponibilitats econòmiques i energètiques, la repartició demogràfica del grup i les eleccions polítiques. És veritablement possible que l'estat d'abundància actual de les societats industrials sigui efímer i s'atenuï o desaparegui en el curs dels pròxims decennis.

V. L'estat de nutrició de l'individu depèn evidentment de les disponibilitats que li presenta la seva comunitat de les quals provindrà el seu consum alimentari quantitatiu i qualitatiu. Depèn, així mateix, de disposicions personals, adquirides o sobretot hereditàries, per a escollir, consumir i utilitzar els seus aliments. No hi ha identitat biològica davant la manca o l'excés d'aliments. Al costat de la "nutrició humana" de salut pública, l'organització de la qual és desitjable, resta un lloc important per a la "nutrició diferencial" dels diferents grups d'edats o nivells d'activitat i per a la "nutrició de l'individu", que l'informa de les diferències biològiques, sensibilitzant-lo a certs riscos i protegint-lo contra d'altres.

VI. Els progressos de les ciències de la vida, esperats a fi de segle, ¿poden paliar certs defectes dels sistemes actuals de producció dels aliments? Sens dubte, la resposta és afirmativa. Tecnologia per al vivent, l'alimentació és també una tecnologia pel vivent. Ajudes preponderants, que fan el futur més optimista, es comencen ja a manifestar i s'ac-

centuaran. Se'n poden enumerar algunes que es troben a primer pla. La selecció i la conservació de les sements vegetals i animals. El domini millorat de la fixació del nitrogen atmosfèric pels vegetals superiors. El desenvolupament dels mètodes d'"enginy biològic" en matèria de fabricació de proteïnes i vitamines per als animals de cria. La millora de l'aqüicultura animal i vegetal. El coneixement aprofundit, aplicable als individus i a les comunitats, de les condicions d'una nutrició humana òptima amb les innombrables variants que comporta. S'hi ha d'afegir, sens dubte, la possibilitat d'evitar de la millor manera les tan nombroses perversions alimentàries i, en particular, la que assola el nostre país: l'alcoholisme.

VII. Diverses proposicions d'acció estan per fer en el seu camp. *Mantenir* la prioritat nacional que ha estat donada en aquest camp d'investigació i d'acció. *Determinar* una reflexió permanent sobre la "cadena alimentària" i deduir-ne estimulacions de transferències entre productes agrícoles, industrials transformadors i investigadors en nutrició animal i humana. *Globalitzar* les accions en el sentit de la "lògica de la formació (universitats, organismes d'investigació), i també en els de l'educació sanitària, de la prevenció i del tractament (centres i serveis públics i privats). Realitzar bancs de dades informatitzades sobre la composició dels aliments, llur transformació per tractament industrial, *stockatge* pel fred i preparació culinària i llur evolució amb les modificacions del productes agrícoles. *Desenvolupar* una toxicologia alimentària "real" a França. *Continuar* les accions consertades de la DGRST sobre la nutrició, afavorir la posada en marxa d'estimulacions vigoroses a l'INRA i a l'INSERM i ràpidament reagrupar el conjunt dins una vasta "Acció cooperativa interorganismes" i associada a la indústria sobre la problemàtica general: "Alimentació i nutrició dels homes".

( F. Gros, F. Jacob i P. Royer )

Traducció: Anna Angel