

QUÍMICA, NATURALMENTE

Dr. Claudi Mans Teixidó
Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química
Universidad de Barcelona
C. Martí Franquès 1, 08028 Barcelona
cmans@ub.edu
www.angel.qui.ub.es/mans

Conferencia pronunciada en el Paraninfo de la Universidad de Barcelona el 21 de noviembre de 2003, en el marco de los actos de celebración del Día de la Química organizados por el Colegio de Químicos de Cataluña.

RESUMEN

Esta conferencia analiza los distintos significados de los conceptos *natural* y *naturaleza* aplicados a la ciencia química, la industria química y los productos químicos y los alimentos. La tesis básica es que la ciencia, la tecnología y la industria químicas son una importante parte de las múltiples estrategias que la humanidad ha seguido para conseguir aquello que nos caracteriza como humanos: lograr la capacidad de supervivencia en entornos hostiles, y acercarnos a la consecución del bienestar individual y colectivo.

SUMMARY

This speech analyzes the different meanings of the concepts *natural* and *nature* when are applied to the chemical science, to the chemical industry and to the chemicals and foods. The basic argument is that the chemical science, the chemical technology and the chemical industry are an important part of the plural strategies that the mankind follows in order to achieve one of the characteristics of the humans: to be able to survive in hostile entourages, and to approach us to the individual and collective welfare.

1. Una introducción pesimista

Desde hace unos años en nuestro mundo occidental hay una corriente de fondo irracionalista, supersticiosa, anticientífica, antitécnica, y también incoherente a nivel personal, que parece que tenga como objetivo frenar el desarrollo científico-técnico, pero sin dejar de gozar de ninguna de las ventajas conseguidas gracias al desarrollo científico-técnico anterior. A esta corriente se añade otra, coincidente en parte con la anterior, formada por colectivos que dicen no sentirse representados por las instituciones políticas democráticas, y abogan por una participación directa en los asuntos sociales, con formas autoorganizativas y de negociación directa entre los afectados y las instancias implicadas, al margen de las estructuras políticas formales. Es el caso de grupos de vecinos afectados por una contaminación local negociando directamente con dirigentes de una empresa al margen del ayuntamiento, vecinos que se sienten perjudicados por un trasvase o por la instalación de una antena, o grupos de enfermos de SIDA negociando con los médicos los protocolos de actuación.

Estas corrientes, críticas con las estructuras y también con el sistema económico que las hace posibles, acostumbran a atribuir al sistema científico-técnico buena parte de los males que, real o supuestamente, afligen al planeta. Desde fenómenos globales como la reducción de la capa de ozono o el calentamiento global, hasta la aparición de enfermedades nuevas como la SIDA, la SARS o las vacas locas, o caástrofes como las del Prestige, o las causas últimas de la guerra de Iraq. Estas líneas de pensamiento se han generado por causas económicas, políticas, religiosas, sociales, ecológicas, psicológicas, sociológicas o educativas, que sería prolijo analizar. Creo que el proceso es irreversible, y que el futuro nos llevará a situaciones más polarizadas que actualmente. Las estructuras vigentes dan argumentos - algunos, bien fundamentados- a los críticos, para criticar las *tecnociencias*. Las *tecnociencias* son, en denominación que pretenden peyorativa, el conjunto de ciencias y tecnologías avanzadas que requieren grandes inversiones en investigación y en aplicación, y que por tanto están limitadas a grandes grupos financieros o a estructuras estatales potentes. Por ejemplo, buena parte de la biotecnología y la genética, la física nuclear, la industria del petróleo y la petroquímica, la medicina y la farmacia avanzadas, la astronáutica... Consideran que son prácticas sociales políticas, económicas y científicas perversas, con mandarines que dicen qué es lo que se ha de investigar y qué no, maquinando para perpetuarse, para decidir quien puede y quien no puede entrar en las esferas de poder, quien recibirá fondos y quien no. Todo ello al margen de las necesidades sociales reales de las sociedades, y con decisiones sólo basadas en los intereses de las empresas vinculadas al poder. **Beckerman** (1995) y **Schumacher** (1973) dan visiones contrapuestas de la misma realidad..

Esta crítica, políticamente legítima y en ciertos aspectos razonable, tiene como consecuencia indeseada -indeseada para mí, no sé si para ellos - la deslegitimación no sólo de las estructuras y sistemas, sino también del objeto y de la producción de estas tecnociencias, los progresos científicos, los productos, o los conocimientos científicos obtenidos. Y es que a pesar de que yo creo -aún - que se puede distinguir -aún- entre los resultados objetivos y el uso de los resultados, la sociedad ha perdido la confianza en la ciencia. Hay excepciones, como veremos más adelante.

Esta corriente de opinión está muy implantada entre la población, si no a nivel ideológico profundo, si al menos a nivel de actitudes, valores y pensamiento espontáneo. Ello se detecta en una amplia variedad de indicios, desde las encuestas a la publicidad o los contenidos de los programas de televisión o los comentarios de los periódicos. En el caso concreto de la química, esta corriente de opinión socialmente dominante considera a la industria química, y por extensión a todo producto o actividad química, como algo peligroso, contaminante, depredador de energía y antinatural. Y que sería conveniente ir prescindiendo de ella, ir viviendo sin química, *quoi que ça soit*. Junto con la energía nuclear, la medicina altamente tecnificada - mientras no se necesite - y la biotecnología, estamos en el centro de la diana.

2. Los principios básicos

"*El virus de la poliomielitis, esta criaturita de Dios*". Esta frase, y otras igualmente provocadoras, se podían leer en los artículos que **Joan Fuster** escribía en *La Vanguardia* en los años 60 y 70. El escritor valenciano era un magnífico escéptico, volteriano y brillante polemista. Con frases así, ridiculizaba a ciertos protoecologistas de aquella época, reflexionando sobre los límites de la opción radical de no matar seres naturales. Salvar una ballena, evidente. No matar un perro o un gato, también. Matar un pollo o un conejo, de acuerdo si es para comer, pero con objeciones. En animales más pequeños empiezan las dudas. ¿Se puede matar un escorpión? ¿O una oruga de la procesionaria? ¿O el virus de la polio? ¿Dónde poner el límite? ¿Se puede cortar un árbol o una flor, o una col? **Fuster** dirigía sus flechas contra la opinión antitecnológica de muchos ecologistas de salón.

Mi posición particular es radicalmente antropocéntrica y termodinámica. Los dos principios básicos en los que baso mi visión de la naturaleza son los principios de la termodinámica, pero permutados.

Primer principio básico. Este principio es una de las múltiples versiones del Segundo Principio de la Termodinámica, en una forma muy elemental, y con una base ciertamente experimental. Dice así:

"Trabajar cansa"

La realización de un trabajo externo, es decir, el suministro de energía al exterior a costa de energía del propio organismo, no se realiza al 100%, sino que hemos de movilizar más energía que la estrictamente necesaria. Este exceso de energía se manifiesta en forma de calor al exterior, sudor e incremento del ritmo cardíaco. El ritmo de suministro de recursos -alimento- suele ser menor que el ritmo de consumo y la evacuación de residuos, y aparece el cansancio. Creo que este principio explica buena parte del comportamiento humano, en su búsqueda de bienestar y felicidad.

Segundo principio básico. Este principio es una versión del Primer Principio de la Termodinámica, o de conservación de la energía. Lo combino aquí con el principio de conservación de la materia, con lo que en conjunto se expresa así:

"De donde nada hay, nada se puede sacar".

Es un principio de realismo elemental, que orienta las estrategias válidas para conseguir los grandes objetivos determinados por el primer principio.

Estos dos principios se concretan en un plan de acción:

Plan de acción. Está bien expresado en la Biblia: "*Dios los bendijo y les ordenó: "Sed fecundos y multiplicaos, poblad la tierra y dominadla, someted a los peces, a las aves y a los reptiles"* (Génesis, 1:28). La versión en lenguaje actualizado y no teísta, en principio vendría a ser: "*La evolución de las especies nos ha generado con capacidad de inteligencia tan potente que nos puede llevar a la autodestrucción, pero también no permite constatar esta posibilidad de autodestrucción, y nos hemos dicho: "Crezcamos, multipliquemonos y vivamos felices, bajo los principios del crecimiento sostenible"*".

Combinémoslo todo para disponer de una teoría autosostenible y completa.

- ?? No somos nosotros quienes hemos hecho que la naturaleza funcione como funciona. Hemos aparecido a partir de la naturaleza, y hemos de seguir sus leyes de ineludible cumplimiento
- ?? Por el principio biológico de la supervivencia - innato, más profundo quizá que los anteriores - somos capaces de hacer lo que sea para comer, para huir, para defendernos. Otros añadirían a esta lista el principio de la reproducción, al menos en sus primeras etapas. Pero, puesto que trabajar cansa, procuramos conseguir nuestros objetivos escogiendo, para cada ocasión, la forma más eficaz para nuestra supervivencia, es decir la forma que nos ahorre más energía propia, aún derrochando energía ajena.
- ?? Como de donde no hay nada, nada puede obtenerse, y somos capaces de prever el futuro, no derrochamos nuestros recursos de forma desafortunada porque ello pondría en peligro nuestra propia supervivencia a medio o a largo plazo.
- ?? Finalmente, tenemos conciencia de nuestra individualidad. Somos capaces de recordar experiencias personales, de almacenar el conocimiento de forma codificada para recordarlo más tarde, e incluso de forma que lo entiendan y puedan aprovecharlo otras personas. Esta capacidad parece casi específica de la especie humana, y es probablemente la más significativa.

Demos un paso más.

3. La técnica, aquello que nos identifica como humanos

En 1976 **Roberto Carlos** –el cantante- compuso la canción "*El progreso*", en la que hay una frase tremenda:

"... *Yo quisiera ser civilizado como los animales*"

Caramba.

La naturaleza del hombre y la relación hombre - naturaleza son temas recurrentes de la filosofía. Véanse sobre este tema algunos libros recientes de **Ferran Sáez** (1999, 2003) y de **Agustín González** (2003), por ejemplo. Desde siempre ha habido dos líneas de pensamiento: la del hombre como radicalmente distinto de la naturaleza, y la del hombre como un miembro más de la naturaleza, con todas las peculiaridades que se quiera. Hoy, es ocioso recordarlo, todos los argumentos genéticos y ecológicos nos ubican en las cadenas de la evolución y del ecosistema, como un miembro más. Con peculiaridades, obviamente.

Cada uno de nosotros somos sistemas abiertos que intercambiamos materia, energía e información con nuestro entorno, en estado no estacionario, Evolucionamos porque crecemos y porque nos adaptamos a un entorno cambiante. En este sentido somos como los pulpos o los jacarandás. Y si como individuos evolucionamos, como colectivo es evidente que también. A esta evolución hay quien la llama progreso, todo depende de cómo lo definamos. La técnica en sentido amplio es el conjunto de conocimientos aplicados que, haciendo un uso razonable de las disponibilidades del entorno, facilita la satisfacción de necesidades -innatas o adquiridas- de los seres humanos, en un proceso de independización de los condicionantes del entorno inmediato. Los antropólogos se basan en los indicios de actividad técnica para sus deducciones sobre el grado de desarrollo de las sociedades iniciales.

Una radical línea de pensamiento representada, entre otros, por el prehistoriador de Atapuerca **Carbonell** (2002) propone que la hominización depende de forma absoluta de la técnica. Esta capacidad de desarrollar técnicas es natural, no solemos decidir si queremos tener memoria o no, de si queremos tener lenguaje o no, de si queremos pensar o no. Hay indicadores que ayudan a medir el grado de uso de la técnica, es decir, el grado de independencia del entorno inmediato en que vive una determinada sociedad. Cada humano equivale en términos energéticos a una máquina de unos 100-150 vatios, correspondientes a las 2000-4000 kcal que ingerimos cada día. En todo caso, estas calorías son para mantenernos vivos y para poder trabajar, y van a parar al entorno en forma principalmente de calor. Este es nuestro *metabolismo biológico o endosomático*.

Pero para vivir consumimos mucha más energía, denominada *metabolismo cultural o exosomático*. Sólo en casa tenemos una potencia eléctrica instalada de, digamos, 6 kW. Disponemos, pues, de unos 40 esclavos eléctricos que cortan, agitan, iluminan. Y lo mismo en la calle o en el trabajo. **Margalef** calcula que el metabolismo exosomático mundial - técnico y cultural- es cinco veces superior al biológico, y no equitativamente repartido.

Si la capacidad de hacer artificios es natural de la especie humana, la artificialidad es un aspecto más de la naturaleza. La especie humana forma parte de su medio, con la característica de modificarlo

y, -en opinión de los más pesimistas- hasta hacerlo inhabitable para la propia especie: ciertos ecólogos opinan que la especie humana habrá sido un pequeño accidente temporal en el planeta.

4. No hay nada tan natural como la naturaleza"

Ton Sirera publicó entre 1968 y 1974 junto con **Josep Vallverdú** ocho volúmenes de la colección "*Catalunya Visió*" en la editorial Tàber. libros en mi opinión no superados. En algunos incluía un lema que rezaba:

"No hay nada tan natural como la naturaleza"

Qué lema tan anticuado... Argumentémoslo.

Quizás, lector, has ido a Suiza como turista. Pero es probable que no sepas si en Suiza hay algún parque natural. Si sabes que efectivamente hay uno - el Schweizerischer Nationalpark- no sabrás dónde está. Y si sabes que está en los Grisones, como máximo lo habrás cruzado por el Ofenpass, entre Zernez y Mustair. Si no te suenan ninguno de estos nombres, lector, es que los conservacionistas suizos han triunfado. Las guías turísticas dedican al parque muy poco espacio, y es que está pensado como parque sin enfoque turístico. Qué diferencia con nuestros parques naturales, fuente básica de ingresos de los pueblos de su entorno, algunos de los cuales se urbanizarían mucho más, si se les dejara.

Hoy habría que reescribir la frase de **Ton Sirera**. Hoy, en Europa, el lema sería:

"No hay nada tan artificial como la naturaleza"

Y es que, abandonada a su destino, sin leyes que la protejan y sin planificación, la naturaleza se ve impotente para defenderse frente a su principal depredador, la especie humana. Que, impelida por los principios de supervivencia y de comodidad, usamos la naturaleza mientras podemos. Cuando necesitamos agua, la almacenamos en embalses y la trasvasamos. Cuando necesitamos minerales, los extraemos, y de la superficie mejor, es más fácil. Cuando necesitamos comida, la cazamos, la pescamos o forzamos a los animales a vivir estabulados.

Sólo cuando observamos que determinado recurso empieza a estar esquilado, el mismo principio de supervivencia que nos ha llevado a depredar nos llevará a ahorrar recursos. En este sentido, hemos antropizado la naturaleza, la hemos reducido a un bien de consumo, al menos en Europa.

Por ello hoy y aquí la naturaleza es artificial. Hay naturaleza porque queremos que la haya, porque la naturaleza *natural*, artificialmente conservada, es un valor en alza. Abandonada a su suerte, ya no habría naturaleza, o no la habría en la forma que la queremos. Habría un teleférico hasta la cima del Aneto, una carretera cruzando Aigüestortes, otra que atravesaría el desfiladero de Montrebei, y tantos otros proyectos hoy abandonados. Por propia supervivencia, hemos desarrollado mecanismos de control social que frenan el abuso de la naturaleza.

Pero bajemos a ras del suelo. Miremos la televisión.

5. El síndrome de la magdalena

El análisis de la publicidad nos da una idea de cómo nos ven, individual y colectivamente, los expertos que pretenden influir en nuestros hábitos de compra. Los anuncios publicitarios, ¿cómo creen que hemos de vivir?

?? de manera natural e integrados en la naturaleza

?? consumiendo productos naturales, especialmente en lo que se refiere a alimentos y cosméticos

?? sin química, sin aditivos, sin artificios, sin colorantes, de forma tradicional

?? fiándonos de lo que las personas con bata blanca afirmen acerca de la calidad y seguridad de los productos.

Mientras escribo, la televisión anuncia cuatro productos naturales: un yogur con calcio natural, que es "el que viene de la leche", no el de otras procedencias "no naturales"; un yogur natural, distinto del anterior, azucarado pero natural; un caldo natural, hecho con verduras naturales y con jamón, naturalmente también natural; y un detergente con jabón *natural* de Marsella. ¿Qué deben entender por *natural* los publicistas?



Figura 1.. Aguas minerales *naturales*



Figura 2. Espetec, café y gas *naturales*



Figura 3. Patatas, yogures y atún *naturales*.



Figura 4. Detergente al perfume de jabón *natural*.

El diccionario lo define así:

Naturaleza. 1. Conjunto de las cosas creadas, el Universo considerado como un todo y dotado de leyes. || 2. Conjunto de las producciones en las que no interviene el hombre (por oposición a cultura y especialmente a arte). || 3. Estado natural, por oposición a civilización. || 4. Esencia, atributos propios de un ser.

Natural. Relativo o perteneciente a la naturaleza; producido por la naturaleza, no debido a la mano del hombre, no debido a la educación.

Natural es, pues, aquello que está en la naturaleza. Pero también es lo propio de un ser. El yogur *natural* – un producto evidentemente artificial - es *natural* porque los primeros yogures, los genuinos, eran sin frutas. Como la leche tiene calcio, el calcio de la leche es el *natural* de la leche, el propio. Ese calcio es el *natural*; el otro calcio, el del mármol, el de la cáscara de huevo, no son de la leche, y por tanto no lo consideran natural. En cambio, el jabón *natural* lo es porque las primeras materias a partir del que se fabricaba eran aceites vegetales, y por tanto naturales. Pero, ¿y el álcali requerido para fabricar el jabón? El primer jabón de Marsella, *natural*, lo fabricaban con el álcali procedente de las cenizas de la hierba jabonera, por tanto natural.. Pero después con sosa **Leblanc** o **Solvay**, ¿seguirían considerándolo un jabón *natural*? Qué más les da, lo importante es el concepto, su veracidad es secundaria.

La publicidad hace maravillas con la ductilidad de la mente humana a ser seducida. Todo lo que lleve el sello de *natural* es un valor añadido, un plus de calidad vinculada a lo genuino, a la venerada abuela, a la tierra madre, a la mítica naturaleza... El sello de *natural* potencia los valores de sanidad, de bienestar, de calidad de vida, de tradición. No recuerdan – no quieren recordar, o no les importa - que la nicotina, las tenias, la *Amanita phalloides* o los virus son naturales. Todo ello lo podríamos denominar el **síndrome de la magdalena**, en honor al desencadenante de la memoria evocadora de **Marcel Proust** el literato, no lo confundamos con el **Proust** químico.

Y la química, paradigma de la artificialidad? ¿Natural o artificial?

6. La química, natural/artificial, naturalmente.

Los humanos no hemos inventado que el agua circule cuesta abajo. Que el sol evapore el agua, tampoco. Que el fuego queme, tampoco. Lo que sí somos capaces de hacer los humanos es observar, y cavilar sobre lo que observamos, y deducir regularidades y consecuencias aplicables. La noria hidráulica, la recolección de sal por evaporación del agua de mar, la cocción de los alimentos son inventos humanos, son artificios.

La combustión es natural. La cocción de los alimentos es natural: cuando cae un trozo de carne al fuego se cocina sin que sea necesario hacer nada. La carne asada, pues, es una sustancia, si no natural, sí obtenida de forma natural. ¿Pero, y comérsela? La carne cocida es más digestiva, más sabrosa. Las reacciones de **Maillard**, que son las responsables de los olores, los sabores, las texturas y el aspecto de los alimentos asados son naturales.

Es la intención de hacer carne asada lo que es artificial, en el sentido de obtener un producto no existente previamente en la naturaleza. "*Artificial*" se contraponen a "*natural*" sólo en la segunda de las acepciones de la palabra "naturaleza". Pero tener inteligencia, y usarla, para el hombre es "natural", en la cuarta de las acepciones de la palabra. Para el hombre, por tanto, es natural hacer cosas "artificiales".

¿Qué hay más natural que el ácido sulfúrico?. Todo en su obtención es natural. Efectivamente, qué más natural que la combustión del azufre dando dióxido de azufre: la reacción se da en los volcanes, en las *solfataras*. Qué más natural que se oxide el dióxido a trióxido –en presencia de platino o de pentóxido de vanadio, pero también sin ellos- , la reacción se da en la atmósfera espontáneamente. Y qué más natural que dicho trióxido se absorba dando ácido sulfúrico, el proceso es también espontáneo y se da también en la naturaleza. El ácido sulfúrico, por tanto, un producto totalmente natural.

Todo ocurre espontáneamente, no estamos forzando nada, sólo aprovechamos aquello que ocurre de forma natural. Toda la tecnología química no es más que poner los reactantes en unas condiciones tales que espontáneamente reaccionen. Toda la industria no es más que disponer las cosas para que la naturaleza – la ley de la gravedad, la ley de **Joule**, la ley de **Le Chatelier**- actúe.

Esta es una idea decisiva, fundamental. Todo lo que ocurre, en la naturaleza y en la industria, pasa *espontáneamente*, siguiendo *ineludiblemente* los caminos grabados en la naturaleza.

Pero para que todo eso ocurra hay que ordenar las cosas de una manera determinada, en un proceso cerrado, con presiones y temperaturas controladas, porque, si no, al final no tendríamos sulfúrico sino un humo tóxico de dióxido de azufre. De acuerdo, en este sentido el sulfúrico es artificial. Pero, entonces, ¿por qué consideramos *natural* a un jamón? Una pierna de cerdo abandonada en cualquier parte se pudriría espontáneamente. Para lograr un jamón hay que salar la carne, colocarla un buen tiempo en un ambiente controlado seco y frío, hay que controlar sus microorganismos... Tan natural – o tan artificial - es el jamón como el sulfúrico.



Figura 5. Jamón cocido extra *Natura* (los errores del texto son responsabilidad de la marca)

¿Es natural la quinina? Se presenta en las cortezas de los quinos. Resulta que alguien – un indígena probablemente bien integrado a su medio- comprobó que esta corteza curaba las fiebres. ¿Es natural curarse con esta corteza? Cuando lo hace el indígena, no creo que lo dude nadie. ¿Y curarse con el extracto de la corteza? Hay quien lo dudaría. La quinina fue aislada el 1820, y sintetizada el 1944 ¿Son la misma quinina la que se extrae de la corteza y la sintética?

Éste es un punto crucial de desacuerdo, un punto en el que no podemos entendernos *unos* y *otros*. Nuestros argumentos son científicos: afirmamos, porque estamos seguros de ello, que no hay ninguna diferencia entre una quinina y la otra, tienen el mismo punto de fusión, el mismo espectro. Por más que mejoremos los análisis no hay ninguna diferencia. No, son argumentos que resbalan al convencido de lo contrario. Y es que la oposición al producto sintético es primigenia, es radical, es no razonada, es no demostrable. No hay argumentos, hay fe. La misma fe que tienen el homeopático en la *dinamización* del agua cuando está a una dilución de 10^{-50} . M. Cuando *nosotros* decimos que lo natural y lo sintético son lo mismo, lo decimos desde un contexto y desde unos paradigmas, yo casi diría desde una cosmovisión. Y cuando *ellos* dicen que no son lo mismo, lo dicen desde otra cosmovisión. Y no hay comunicación posible, o al menos yo no la veo posible. Desde el bando de la ciencia nos negamos a considerar que nuestra visión sea una fe, porque estamos convencidos de que nos basamos en pruebas. Pero *ellos* nos discuten esta afirmación, y consideran que somos tan ciegos que ni tan sólo vemos que nuestra postura es dogmática y que nuestras pruebas están incluidas en un sistema previo de creencias del que ni tan solonos damos cuenta. No lo puedo explicar mejor porque no me lo creo, no lo puedo entender. Y éste es el problema.

No hablemos ya de productos sintéticos, de organismos modificados genéticamente, de nuevos materiales, de alimentos obtenidos del petróleo, antes que no existen en la naturaleza, y que son diseñados por el hombre a partir del conocimiento y la búsqueda de nuevas propiedades. Por definición son rechazables y rechazados. Nos encontramos en un enfrentamiento que recuerda el de los vitalistas y neovitalistas científicos de los siglos XIX y XX, que consideraban y consideran los fenómenos biológicos no reducibles y no explicables en términos físicoquímicos. No hemos progresado mucho desde los tiempos de la síntesis de la urea por **Wöhler** (1828) que – aparentemente - fue el inicio del descrédito de la *teoría de la fuerza vital*. Entre los científicos, quizá está desacreditada, pero entre la sociedad en general, en absoluto lo está. Yo creo que es uno de los preconceptos más arraigados, si bien quizá no de forma muy explícita.

7. Un final aparentemente algo optimista

No, este artículo no tiene final, en el sentido clásico del término. Quiero decir que no sé qué puede hacerse para ir cambiando este estado de cosas. Supongo que se ha de profundizar en los recursos clásicos, sabiendo que, ni que se implantaran todos, tampoco se arreglaría, sólo se frenaría algo la caída.

Más divulgación a todos los niveles, libros, exposiciones como la de *"Todo es química"* desarrollada en Cataluña a lo largo de 2002 y 2003, a pesar de que yo creo que el título se presta a confusión: debe haber quien piense: *"Sí, todo es química, ya no queda nada limpio"*.

Más educación científica básica en las escuelas de primaria. Más ciencia en secundaria, para maestros, para periodistas. Más campañas como las de Bayer (*Química Positiva*) o de Solvay (*Jugando con la química*), véanse las respectivas webs. Más estímulos para los alumnos, olimpiadas, concursos, más incidencia en los medios de comunicación. Más coordinación entre los profesores de secundaria y los de la universidad. Más relación entre empresas y profesores. Más coordinación entre todos aquéllos concernidos por todos estos temas.

Hay un par de puntos de confluencia que yo creo interesantes y que permitirían ver una luz de esperanza. El primero lo he citado de paso anteriormente: la ciencia, y la química en particular – sin reconocer su nombre - es aún la referencia principal cuando en la publicidad se trata de hablar de la calidad de ciertos productos. Ved, por ejemplo, el envase de la leche – en rigor, del preparado lácteo- Puleva Omega 3: aparecen en él más de 30 palabras y conceptos químicos. Es interesante ver a la ciencia validando la calidad y la pureza.

Recordemos la frase de **Hipócrates** "*Que sea tu alimento tu mejor medicina.*" No podía imaginar que, veinticuatro siglos más tarde, se inventarían, se publicitarían, se venderían e ingeriríamos mezclas de todo tipo para curarnos al tiempo que comemos. Y en todos estos casos el argumento científico, el plus de salud que más o menos lleva el alimento se expresa en términos químicos. Miremos las leches y zumos publicitando hierro, magnesio y calcio. Pronto, además de la Tabla Periódica de los Elementos, podremos construir la *Tabla Periódica de los Alimentos*. El futuro será peor. como se empieza a vislumbrar. Véase la amenazadora etiqueta mostrada en la figura.



Figura 6. Los primeros miembros de la *Tabla Periódica de los Alimentos*



Figura 7. El aluminio, probablemente el único elemento que se vende casi puro en los supermercados.



Figura 8. Un ejemplo de la publicidad que se acerca

Por parte de los colectivos críticos que citábamos al principio, existe la opinión de que, para poder participar con un mínimo de éxito en las negociaciones con empresas o autoridades cuando se debate una actuación industrial o un problema de contaminación, se requiere una mínima formación científica. Y es precisamente este argumento de las necesidades básicas de formación científica lo que lleva a los militantes más conscientes de los colectivos críticos a instar de las autoridades educativas que introduzcan en los currícula obligatorios de los estudiantes contenidos científicos y también críticos sobre la *política de las tecnociencias*, y que desarrollen actividades prácticas muy ligadas a la vida cotidiana (Désautels, Laroche, 2003). Con esta conclusión estaríamos muchos de acuerdo, no tanto con la motivación última. Pero coincidimos en la necesidad de la formación. Aprovechémoslo.

Veo ambiguo el futuro. Por una parte, la sociedad quiere mantener toda la calidad de vida que la química nos ha traído. Por otra parte, parece que no se quiera que la química siga aportando más calidad de vida, ni a nuestra sociedad ni a las otras, menos tecnificadas. Pero, simultáneamente, y en contradicción con el aspecto anterior, la publicidad usa continuamente la ciencia para validar sus afirmaciones. Algien debería hacer un análisis serio analizando las amenazas, las debilidades, las fortalezas y las oportunidades de la química en nuestra sociedad, desde el punto de vista de la opinión pública. En pro de la química y de los químicos. En pro de la ciencia. Para volver a merecer la confianza.

Porque la química es clave en el mundo del futuro, y es clave en el futuro del mundo. La química, naturalmente.

Bibliografía

Beckerman, Wilfred (1995) "Small is stupid". Traducción española "Lo pequeño es estúpido". Ed. Debate, Madrid, 1996.

Carbonell, Eudald; Sala, Robert (2002) "*Encara no som humans*" Empúries, Barcelona. Traducción "*Aún no somos humanos*" Península 2002

Désautels, Jacques; Larochelle, Marie (2003) "*Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana*" Enseñanza de las Ciencias, 21(1), 3-20.

Diversos autores (2003) "*Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*". Fundación Española Ciencia y Tecnología (FECYT), Madrid. 149 pág.

González, Agustín (2003) "*Eso que somos. La identidad en la sociedad que viene*" Edicions Universitat de Barcelona. 152 pág.

Sáez i Mateu, Ferran (1999) "*Dislocacions*" Edicions Tres i Quatre, València. 275 pág.

Sáez i Mateu, Ferran (2003) "*Què (ens) passa?*" Ed. Proa, Barcelona. 200 pág.

Schumacher, E.F. (1973) "*Small is beautiful*". Trad. española "*Lo pequeño es hermoso*", Ed. Blume, 1978. 310 pág.