

**Manfred von Mackensen**  
**“Del carbono al éter”**  
**2004**

**I. En torno a la pedagogía y la didáctica**

**1. Lo indicado en el currículum y su orientación cognitiva.**

Las indicaciones del plan de estudios procedentes de Rudolf Steiner para la enseñanza de la química en el **noveno año** escolar que quedaron anotadas en el estenograma son las siguientes:

“Química: Lo que hemos determinado para el octavo año escolar, los primeros elementos de la química orgánica, lo que es un alcohol, un éter, etc., habría que proseguirlo ahora en el noveno año.<sup>1</sup> Para el octavo año él determinó: “... las sustancias que edifican el cuerpo orgánico: almidón, azúcar, proteína, grasa”.<sup>2</sup>

Mientras que la química de los libros de texto convencionales suele emprender la inmersión en la llamada “química orgánica” a partir de las sustancias muertas de los hidrocarburos del petróleo, Steiner da importancia manifiesta a vincularse con formaciones vivas realmente orgánicas, es decir, con las que ya se abordaron en octavo año (almidón, azúcar, proteína y grasa). Ahora bien, los alumnos no conocieron esas sustancias aisladamente, sino como miembros de una cadena que permitía ilustrar la estrecha relación entre las fuerzas naturales y la alimentación humana.

Por tanto, en el noveno año escolar, nuestra tarea tampoco es tratar la “química orgánica” de manera separada y sistemática siguiendo los distintivos formales en “series homólogas” y “grupos funcionales”, sino seguir rastreando las huellas de la vida. Pues la vida que hemos de observar en la Tierra fluye siempre partiendo de principios superiores, desde los cuales se la puede entender; no se limita a agregarse partiendo de etapas previas inferiores y muertas (sustancias, partículas) que la generan y con ello la explican.

Cuando Rudolf Steiner habla de los “primeros elementos” de la química orgánica no se está refiriendo a los elementos químicos (sustancias básicas), pues en tal caso habría que tratar del análisis elemental y por tanto de la química inorgánica - lo que contradice todas las indicaciones del plan de estudios:

---

1.- Konferenzen mit den Lehrern (Encuentros con los maestros de la Escuela Libre Waldorf), 22-9-1920. GA 300a.

2.- Coloquios pedagógicos y conferencias curriculares. GA 295, 2ª conferencia curricular del 6-9-1919. - *Editorial Rudolf Steiner, Madrid.* | *Editorial Antroposófica, Buenos Aires.* | *Cuadernos Pau de Damasc, Chile.*

## **No se trata, pues, de elementos de la materia, sino de elementos de la comprensión.**

Ahora bien, la época de química no debería agotarse en el mero estudio secuencial de las sustancias, en el examen de procesos industriales comerciales y en los ámbitos de aplicación. Más bien debiera consistir en muchos menos fenómenos a cambio de estudiarlos y elaborarlos en profundidad. Los alumnos han de ejercitarse en el pensar, al captar cualidades que se entretajan químicamente. Al mismo tiempo se puede retomar el conocimiento de los hechos abordado en octavo año, si bien planteando nuevas preguntas, es decir, en una nueva actividad de compenetración y relación.

Evidentemente, se pueden estudiar con preferencia los nuevos elementos de comprensión, exceptuando tal vez las cuatro sustancias mencionadas en octavo año, basándose en las transformaciones del alcohol, del éter, etc., expuestas por Rudolf Steiner. Así pues, si del programa del octavo año tomamos el almidón y el azúcar, se producirá una visible serie que va de lo sólido a lo más volátil, al éter, a los etilos - del carbono al hidrógeno.

Cuando Rudolf Steiner habla de “un éter” hay que tener presente que hasta inicios de este siglo a los ésteres se les llamaba “éteres”. Así por ejemplo, en 1907, Lassar-Cohn, en su libro “Métodos de trabajo para los laboratorios de química orgánica”, escribe: “Es lamentable que aunque ya esté bien fundamentado lo que hemos de entender por éster, muchos sigan llamando éter a ese compuesto” (Leopold Voss Verlag, Hamburgo). Aún hoy en día en la rama de los aromas se trabaja con diversos “éteres frutales” que se ordenan sistemáticamente como ésteres de ácidos grasos inferiores con alcoholes simples. Por tanto no es erróneo tratar la producción de los ésteres intensamente aromáticos hechos de ácido y alcohol, y desde ahí dirigir la mirada a la multitud de aceites etéricos (aceites esenciales) que podemos extraer del mundo vegetal.

## **2.- Sobre la naturaleza interior de las sustancias**

La naturaleza interior de las sustancias, que hay que mover mentalmente, tiene tres aspectos. El primero es la metamorfosis, por ejemplo, en la secuencia de la madera hacia agua va aumentando lo que podríamos llamar la “naturaleza acuosa”, a saber, la claridad, la solubilidad, la capacidad de fundirse. Eso lo muestran, entre otras cosas, las grandes cantidades de vapor de agua que surgen cuando se descompone el azúcar. La naturaleza carbónica (solidez, estructura) disminuye un poco, pero todavía siguen siendo posibles la carbonización y la formación de hollín. El químico puede jugar con esas naturalezas interiores. Pensemos en el aumento de la combustibilidad (como naturaleza ígnea-volátil) en el azúcar: acabamos yendo en dirección del alcohol “aguardiente”. Si mentalmente uno aparta su naturaleza acuosa, se desarrolla internamente algo así como el éter (detalles al respecto se exponen más adelante). Trabajamos, pues, en el pensar con principios cualitativos que se metamorfosean los unos en los otros, que no se sitúan unos junto a otros de una manera meramente

aditiva, como se hace en las fórmulas aditivas de la “química orgánica”, ni se montan espacialmente como objetos de la manera en que vemos en las fórmulas estructurales.

Rudolf Steiner sugiere una actividad pensante de ese tipo con las siguientes palabras: “...lo que es un alcohol”. Por eso no hemos de estudiar solamente el alcohol etílico, el metílico y otros en su aparición, producción, propiedades y aplicaciones, para luego abstraer las propiedades que se producen en todos ellos. Sino que -en el sentido de la secuencia anterior- más bien hay que comprender el alcohol partiendo de las transformaciones de lo sólido (madera, azúcar) a lo volátil (éter, sustancias aromáticas), el alcohol como movimiento. La sustancia ha de ser captada internamente, a partir de esos movimientos de transformación, y no ser meramente definida exteriormente. En lo que sigue mostraremos cómo se le abre a los alumnos ese camino gradual en el pensamiento que va de lo sólido a lo volátil mediante el trabajo de las observaciones experimentales y de las particularidades inicialmente inconexas, y que luego exigen vinculación. Porque en la escuela son imprescindibles pasos claros en el aprendizaje, a los que el alumno puede recurrir cuando los ha dominado, y nexos formulados sucintamente.

La “naturaleza interior” de una sustancia es una magnitud fenomenológica, un modo de describir su índole, y con ello, algo que al principio es físico, que no perece, que permanece en el espacio físico. La “naturaleza interior” es más que un componente material. No habría que concebirla mecánicamente. No es materia, sino una forma de actividad transferible de un ámbito espacial a otro.

Algo de ese tipo es ajeno al actual uso lingüístico. Por eso a menudo se puede cambiar la designación de la palabra. Como maestro uno hablará del tema tal como lo vivencie a criterio propio. Posibles palabras que pueden utilizarse en lugar de “naturaleza”, serían por ejemplo: “faceta” o “cualidad” o “tendencia” o “propiedad” o “tendencia de la propiedad” o “parentesco” o “sello” o “efecto”.

Para no dejar que la movilidad mental provocada con ello desemboque en lo indeterminado, por otro lado ha dado buen resultado, a la hora de escribir en la pizarra, en las exposiciones más esquemáticas de las transformaciones o en las comparaciones de sustancias, el escribir siempre con un mismo color una determinada “naturaleza”, por ejemplo lo “sólido capaz de ponerse incandescente”, es decir, la naturaleza del carbono, en negro o marrón; la naturaleza acuosa equilibrada, extintora en verde; la naturaleza ígnea-volátil en rojo.

Un segundo aspecto de la transformación de la naturaleza interior de las sustancias vegetales es su originalidad según de donde proceda. El sencillo éter dietílico con su notable olor y su efecto fisiológico y, aún más, toda sustancia aromática de cualquier órgano vegetal son algo único que nunca deriva forzosamente de la interacción de “naturalezas” sólidas y líquidas como las que se indicaron anteriormente. Hay que pensar en algo que sea originario de la sustancia misma, por ejemplo, el vínculo con una forma vegetal, su ubicación, el paisaje y la estación del año. La química conduce hacia especies vegetales concretas y a nuevos interrogantes botánicos.

Así pues, en el proceso de crecimiento ascendente de las plantas, las sustancias que hay que tratar se van distribuyendo paulatinamente desde la madera hasta el aceite esencial, en la interacción de los diversos elementos griegos, desde el terreno

húmedo hasta el aire caliente. De ahí surge -como tercer aspecto- una idea que nos ofrece una imagen del curso natural general que tiene lugar sobre la superficie de la tierra. El calor y el aire delimitan el ámbito natural del que es oriundo un azúcar o un éter (éster). La sustancia individual se convierte en representante de una acción natural dirigida por el cosmos. La precisa penetración mental de las manipulaciones químicas del laboratorio (que para esa edad son muy importantes) se vincula con la contemplación general y empírica de la naturaleza.

Tenemos, por tanto, tres puntos de vista:

- la transformación de las propiedades sólida, fluida, ígnea, etc., en el laboratorio: las naturalezas interiores generales
- la originalidad de la sustancia individual y de la planta individual, el aroma particular y único de una sustancia, el efecto curativo, etc.
- los impulsos que la naturaleza exterior otorga a la formación de sustancias en el curso del año.

### 3. Caminando por las épocas

Una introducción para los alumnos podría configurarse en una discusión sobre el entorno y los problemas de las materias primas; por ejemplo sobre los combustibles fósiles. Del complejo de preguntas sobre cómo se sitúa el ser humano en la naturaleza retomemos la respiración. Se comprueban y se nombran diversos componentes gaseosos del aire (experimentos de la jeringa de gas). El ácido carbónico que surge también del carbono (carbonizador) nos conduce hasta la combustión que observamos en forma más de imagen durante el séptimo año y que ahora interpretamos a un nuevo nivel. Se menciona el oxígeno, pero en este año escolar sólo aparece en los experimentos, de momento, como algo que aviva *dentro* del aire. Pues sólo entonces podemos entrar inmediatamente en el tema principal de la época, la transformación de las sustancias vegetales en la vida *que se está construyendo*; y uno no se pierde en la química del oxígeno que nos llevaría a los medios de oxidación (explosivos) y al estudio de la *desestructuración*. Las teorías de combustión del flogisto hasta el análisis del peso de Lavoisier -en pocas palabras- han recorrido el camino hacia lo mecánico-inorgánico. No tendríamos que seguir todavía ese camino en esta época, sino trabajar en las transformaciones cualitativas de las sustancias de la exuberante y pura vida vegetal. Y se aprenderá una clasificación provisional de las sustancias abordadas con las categorías de “avivador”, “combustible” y “equilibrado”. Todas las sustancias del mundo son finalmente diversos entrelazamientos y unilateralizaciones de esos tres principios (tres naturalezas).

Fuera como fuere: la época del noveno año escolar se propone sobre todo tratar lo combustible; la del décimo año lo equilibrado (sales) y la época del undécimo o duodécimo año investiga sobre todo lo avivador, experimenta con el oxígeno puro, con nitratos, explosivos y halógenos.

Y ahora hay que preguntarse: ¿Cómo viene al mundo lo combustible? La corteza terrestre en reposo está cerrada, petrificada, en equilibrio. Sólo allí donde el reino terrestre más suelto, vivificado, se halla orientado hacia la periferia aérea surge la vestidura vegetal en crecimiento, cuyos restos nos suministran lo combustible. Cada despliegue vegetal constituye ahí una imagen del curso del año, es decir, de un acontecer que tiene lugar fuera de la superficie de la tierra. Con el aire la planta se relaciona de manera invertida a la del ser humano. Carece de consciencia sensitiva, de reacciones que partan de la vivencia interior (por ejemplo, por falta de aire); no tiene movimiento propio realizado por las extremidades. Cada planta se mueve más bien conjuntamente en el viento, se entrega a los ritmos del entorno circundante. De ese modo complementa al ser humano, a quien le ofrece material combustible (7º año escolar) y alimentación (octavo año).

Ahora bien, en la capa vegetal de la Tierra es mucho menos concebible recoger la respiración en recipientes de vidrio que en la respiración humana. Pues la planta pertenece precisamente a la mencionada abertura al entorno. Y sin embargo podemos decidirnos a intervenir y demostraremos posteriormente la creciente concentración de oxígeno. Pero no debemos desembocar prematuramente en las habituales teorías de asimilación que, en último término, consideran la planta como una máquina química. La realidad de la asimilación es la hoja iluminada bajo el sol, es la multiplicidad estacional de las formas que crecen y aumentan de tamaño.

La sístole y la diástole en el crecimiento ascendente, el despliegue y el marchitamiento en el año, todo ello lo experimentamos como cambio lleno de vida, como fluir y condensarse. Y aunque la asimilación es una especie de proceso de condensación, no deja de ser un proceso que en transformaciones rítmicas lleva nuevamente a la exhalación en el aroma floral. Todo el camino del despliegue de la planta individual hasta llegar a la flor y al fruto es la realidad de la asimilación, no un volumen de gas que uno se imagina o un nebuloso sentimiento de biomasa creciente. Los objetos que hemos seleccionado (madera, resina, jugos dulces y aceites aromáticos) constituyen el camino de la naturaleza, reflejan la verdadera asimilación, si la intensificamos hacia los más variados fenómenos en el laboratorio. La mutabilidad y no la acumulación de masa es lo que caracteriza el carbono (como principio). Ahí tenemos el campo de estudio de la época, ahí tenemos la realidad experimental que, mediante el pensar concreto y cualitativo, nos lleva a una convivencia más profunda con el proceso natural. Pues no puede existir ningún mundo vegetal sin una constante mutación de los fenómenos y órganos desde la solidez de lo inferior a la volatilidad de lo superior. En esos caminos de transformación surge en el pensar un campo de ejercitación que inaugura una química espiritual, porque está llena de contenido y es cercana a los hechos. Los esquemas y los circuitos de sustancias para una mera teoría material de la asimilación no pueden hacerlo. Retienen el pensar en las meras representaciones y abstracciones, y finalmente en lo ininteligible. Sólo al final se puede reflexionar de manera ilustrativa *cómo* desde el crecimiento de las plantas el aire se refresca, y fortalece ligeramente su cualidad vivificadora, y cómo esa cualidad se relaciona con el camino de formación de las plantas a lo largo del año.

Se puede organizar una estructuración fácilmente manejable de la época si, tal como dijimos antes, se continúa del carbono y el dióxido de carbono con la pregunta sobre la especial aparición de lo combustible incluyendo la madera, luego el azúcar, alcohol, los éteres y los ésteres.

Si partiéramos del carbón mineral de hulla o del lignito tendríamos ya con ello ante nosotros el resultado de un proceso de unilateralización: el carbón empieza surgiendo de la planta cuando, en períodos de tiempo inimaginables, la naturaleza ígnea volátil y la acuosa equilibrada han retrocedido o han sido expulsadas lo suficiente. El carbón natural, sin embargo, todavía muestra restos de esas dos naturalezas. Pero si realizamos el proceso nosotros mismos, condensado en el tiempo, por ejemplo, por destilación de la madera, mostrando la transición al carbón, conseguimos un carbón vegetal que es prácticamente carbono puro. Pero ese carbón, si ha sido recientemente calentado, no genera ningún vapor de agua al arder. Podemos aislar con ello una sustancia vegetal afín gracias a que extraemos la savia de los vasos vegetales endurecidos y dejamos que de ahí aparezca algo más acuoso-equilibrado: el azúcar, que se nos presenta en cristales claros, solubles en el agua; pero que todavía reúne en sí mismo lo combustible y lo ígneo-volátil. Con todo tipo de intervenciones artificiales podemos fortalecer o debilitar esas naturalezas. Una de esas intervenciones es la fermentación que nos lleva al alcohol. En él y en sus productos derivados éter y éster, la naturaleza del carbono ha sido tan intensamente transformada por lo acuoso o por lo ígneo-volátil que, al calentarlos, ya no se genera ningún residuo carbonizado. En la llama más o menos amarilla o que incluso genera hollín se muestra todavía la intervención de propiedades del carbono. Los productos de la combustión revelan también qué naturalezas hay que considerar. Si por ejemplo surge mucho vapor de agua, que es más ligero que el aire (formación nubosa ascendente), eso es síntoma de que la naturaleza ígneo-volátil es fuerte (naturaleza del hidrógeno). Con ese estudio de los productos de destrucción pretendemos crear una auténtica formación de conceptos químicos: no nos limitamos a reunir meras cualidades exteriores, sino que intervenimos y provocamos de manera inequívoca procesos naturales, acelerándolos o intensificándolos, nuevos fenómenos como destilación destructiva o combustión, o fermentación.

Junto al proceso de endurecimiento que lleva a la madera, la planta misma también nos da ejemplo de un proceso de "sutilización" (Goethe) que conduce de lo acuoso-foliar a la flor. Allí encontramos sobre todo las sustancias aromáticas, ígneo-volátiles, que apenas se presentan como masa. Imaginemos que el proceso de sutilización llega tan lejos que se ha superado cualquier resto de las otras dos naturalezas, entonces desembocamos en el hidrógeno como *e/* elemento ígneo-volátil por excelencia. No es, pues, el fundamento, sino solamente la variante del hidrógeno llevada al extremo. Nuevamente, el estudio de los productos de combustión (puro vapor de agua) muestra la naturaleza interior, esta vez en su unilateralidad.

En cambio, si contemplamos la aparición de los frutos, podemos reconocer un regreso al reino generador de lo acuoso o también variaciones de las influencias endurecedoras como formación de caparazones, ácidos o aceites. En los aceites grasos lo ígneo-volátil ha sido captado en una nueva variación por la naturaleza

carbónica, de manera que la volatilidad ha desaparecido y se nos muestra solamente algo apáticamente ígneo, la grasa.

En la química del petróleo que, en la mayoría de los casos, hoy suele tratarse como “química orgánica”, podemos descubrir todas esas tendencias y especializaciones de las cualidades. Ahí también se encuentran productos más o menos volátiles, gaseosos y líquidos, y hasta sólidos, negros e incluso aromáticos. En ese hecho se refleja el origen del petróleo del reino de lo vivo. ¿Pero acaso todas estas propiedades no actúan como espectros de las cualidades originales vivientes que en el petróleo solamente se despiertan a una vida aparente de “transformaciones”? Y aunque los alumnos hayan de echar una mirada en ese mundo aparente, no obstante la petroquímica, como las series homólogas de los alcanos, no puede constituir el punto de partida de nuestra época de química, pues en tal caso nos hallaríamos ante las sustancias más muertas, sin aquellas imágenes de su naturaleza, y no podríamos entender nada de su vinculación con la vida.

Si a la naturaleza de carbono (solidez), a la naturaleza acuosa (incombustibilidad) y a la naturaleza ígneo-volátil (hidrógeno) le añadimos como cuarta una naturaleza aérea que hace que las cosas sean volátiles-incombustibles (dióxido de carbono), podemos considerar esas naturalezas interiores como imágenes de los cuatro elementos. La acción de los elementos sobre la Tierra la señala Rudolf Steiner en su “Curso de ampliación”<sup>3</sup>

Es interesante que, inmediatamente después de que Rudolf Steiner diera sus indicaciones curriculares sobre química, hablara de la antropología: “Antropología: seguir con el estudio del ser humano para que se transmita una adecuada antropología a los niños. Eso tendría que ir intensificándose en círculos concéntricos de año en año escolar e ir acercándole el resto de las ciencias naturales.” Así pues, la química también se orienta en torno al estudio del hombre y en el fondo no necesita de una sistemática propia, se vincula con una ordenación ya existente. Como maestro, uno se preguntará cómo hay que concebir el efecto del hidrógeno (como “fuerza” inmaterial) en el conjunto natural y en el ser humano; se podrá recurrir a las exposiciones de Rudolf Steiner en su curso de agricultura<sup>4</sup>, en las conferencias a los trabajadores y en el contexto médico; lo mismo cabría hacer con el carbono<sup>5</sup>. Junto a nexos simples entre las sustancias, allí se habla mucho de efectos sobre los seres vivos, en los seres vivos y en la naturaleza en su conjunto. También podría decirse: se habla de lo etérico o más bien de las sustancias cercanas a lo espiritual. Por el contrario, en la época de química

---

3.- El conocimiento del ser humano y la configuración de la enseñanza. GA 302. 6ª conferencia, 1921. Cuadernos Pau de Damasc Chile.

4.- Conf.del 11-6-1924 en el “Curso sobre agricultura biológico dinámica”, GA 327. Conf.del 20-10-1923 en GA 351 (no traducido); conf.del 1-4-1920 en “Fundamentos de la Medicina de orientación antroposófica, GA 312 (ambos en Editorial Antroposófica). Y conf. del 22-10-1922 en “ Geistige Zusammenhänge in der Gestaltung des menschlichen Organismus” GA 218 (Nexos espirituales en la formación del organismo humano” - No traducido).

5.- GA 327, 351, 312, 313.

al principio nos mantenemos plenamente en la sustancia física con sus propiedades exteriores y sus principios de reacción que surgen en el laboratorio. Y aun así puede estimular al profesor tener en cuenta esa ampliación aunque esta no esté expresada en principio de una forma que sea aplicable en clase. Una consideración totalmente inicial sería más o menos: Nos encontramos con lo ígneo-volátil en nuestro calor hirviente. Vivimos en él. En nuestro cuerpo sólido tenemos un proceso inherente mantenedor que solidifica. Lo acuoso fluye en nosotros desde la boca hacia dentro, lo vivenciamos cada vez que nos hacemos una herida; también como plasticidad de nuestro cuerpo. No se trata en absoluto de llegar a la “correcta analogía”, sino de regresar al ser humano con nuestro pensar cualitativo mediante esas naturalezas.

#### **4. Visión general de los contenidos de clase**

Resumiendo la sección anterior esta época de química puede adoptar más o menos los siguientes temas:

- El dióxido de carbono y la combustión (oxidación total), como equilibrio entre lo combustible y lo que enciende
- La destilación destructiva como liberación de lo combustible-volátil de lo sólido-extinguible.
- Añadir al azúcar tratado en el octavo año: la licuefacción y, con ello, la activación hacia el alcohol, el aguardiente.
- La formación de éteres como pérdida de lo acuoso.
- La fermentación del ácido acético - una oxidación parcial, es decir, el inicio de un equilibrio, de una aireación.
- La formación de ésteres como otra variante de superación de la naturaleza acuosa.
- Los aceites esenciales y las resinas de las plantas.

El inicio constituiría un tema en el fondo inorgánico (ácido carbónico y combustión). Aunque eso todavía no haga resonar el verdadero tema de la época, es decir, las sutiles transformaciones de las naturalezas internas, de alguna manera se ha demostrado útil como introducción para los que comienzan. Probablemente ello se debe a que los alumnos y profesores se sintonizan mejor entre sí en lo más objetual, meramente sustancial (aparición, propiedades, elementos contenidos en el aire), es decir, que entran mejor en el trabajo. El sentimiento de encontrarse con algo firme concreto y aprender algo importante (por ejemplo la composición del aire) es lo más favorable al inicio de una época. Los verdaderos pasos mentales en las transformaciones de las cualidades interiores de los organismos, donde la voluntad ha de penetrar con más intensidad en el pensar, se recuperan luego en un proceso de aprendizaje que ya está en marcha. Por tanto, con conceptos reciamente definidos, uno estimula una movilidad espiritual que luego, mediante los fenómenos que emergen de lo sutil, desemboca en un manejo inquisitivo y tanteador con conceptos abiertos.

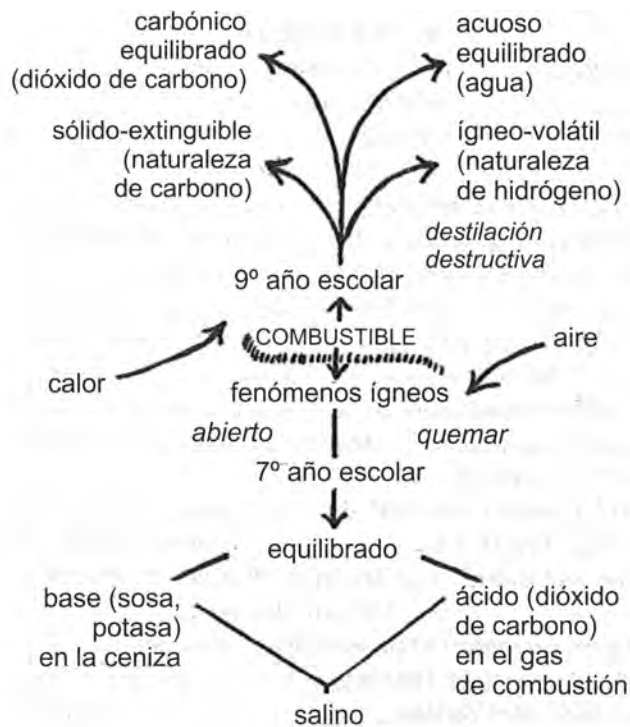
Uno mismo tendrá que valorar si esa secuencia es necesaria. Cuando no lo era yo ya empezaba directamente con la combustión de madera y la destilación destructiva. La composición del aire se transmitía entonces sin ligarla más o menos con



experimentos separados y el dióxido de carbono se caracterizaba brevemente como un gas de combustión de la brasa del carbón vegetal.

También habría que considerar en qué período de tiempo se quiere introducir las tres naturalezas. Tal vez sea aconsejable ir desplazando el punto central a lo largo de los días: uno desarrolla primero la naturaleza sólida-extinguible, por ejemplo en los residuos de la combustión del carbón; lo acuoso tras la investigación del agua producto de la destilación destructiva; y en lo ígneo-volátil señala uno hacia el gas de la madera regresando a la madera. Para estudiar la transición entre azúcar de celulosa y el alcohol de celulosa tenemos las tres a nuestra disposición, lo mismo que para la transición hacia el éter, etc.

Excepcionalmente se dispone de muy poco tiempo para realizar o incluso preparar los experimentos, por eso se suele inaugurar la época con el comienzo de la fermentación y con el alcohol. La naturaleza sólido-extinguible y la acuosa se insertan luego con el azúcar o con la madera. Entonces hay que prestar atención a que los conceptos se desarrollen adecuadamente; didácticamente, el profesor lo tiene más difícil. ¡Pero ese salto al centro de la época puede estimular mucho a los alumnos! El siguiente esquema nos vuelve a mostrar los caminos:



Hay que ver cómo se organizan y separan los temas del séptimo y del noveno año, en qué medida parte cada uno de la combustión. En el octavo año lo combustible se había integrado plenamente en la envoltura de la alimentación. Se investigó a fondo la imagen fenoménica del almidón y de la proteína, del azúcar y de la grasa. Pero en el noveno año el elemento de la combustión se ve tensado en la polaridad de lo rígido y lo volátil; y se lo rastrea desde el carbono pasando por el reino vegetal hasta llegar al hidrógeno.

Pero hay que prevenirse frente a demasiada química inorgánica. El desarrollo científico orientado a lo causal material ha convertido toda la química en inorgánica, en realidad la ha convertido en física, en todo caso en el ámbito de la comprensión. Por el contrario, para la vida lo importante son las sustancias químicamente indefinidas que, procedentes de lo orgánico, vuelven a penetrar en la vida (alimentación, medicamentos, etc.). Y una química como asignatura de formación humana integral, como forma complementaria de ver el mundo no debiera desarrollar sus conceptos básicos de la mecánica molecular o de la técnica química. La técnica penetra en el mundo basándose en los conceptos inorgánicos aislados, como obra separada del cosmos. Deja fuera el mundo y la vida. Los conceptos mecanicistas básicos, aunque sean correctos técnicamente, no pertenecen al fundamento de una química que aspira a los conceptos cualitativos. Rudolf Steiner nunca dio indicación alguna para una materia de enseñanza puramente inorgánica en ninguna de los años escolares. (Y aun así los profesores de química a menudo tienden a fundamentarlo todo en la química inorgánica, pues así es como se educaron. De ahí tendríamos que lograr salirnos...)

## 5. Elementos metodológicos-pedagógicos

Al joven del octavo y noveno año escolar se le propone vincular con el mundo y la sociedad la independencia que se despierta en él, por la que se siente libre y a la vez se presenta dotado de fuerza, se le pide integrarse de alguna manera socialmente productiva. Lo primero que quiere es emular la obra visible exterior de otras personas y entender cómo llegan a las cosas. Quiere penetrar en ello con su propia capacidad de juicio para poderse adueñar primero del mundo más exterior: el de la técnica. Se reaviva el “interés por todo lo que tiene que ver con el mundo y el ser humano” (R. Steiner en la conferencia curricular del 6-9-1919, GA 295). La joven alma siente en sí misma recién despertada la fuerza para ejercer el poder, y también para entregarse plenamente a sus fuerzas personales de simpatía (afán de poder y erotismo<sup>1</sup>). Fuerzas y madurez corporales, independencia y resistencia frente a las normativas de las generaciones anteriores, ganas espontáneas de emprender cosas se presentan ante el mundo. Si la escuela y el hogar paterno no acogen esas fuerzas aplicándolas hacia el

---

6.- R Steiner, conferencias del 21 y 22 de junio de 1922 en el “Estudio Meditativo del Hombre” GA 302a, incluidas en la versión de Cuadernos Pau de Damasc Chile. 2012

exterior ni ayudan a integrarlas en el mundo, pueden surgir -según sea la predisposición- depresiones y hasta tendencia al suicidio en el alma del muchacho que se retrae en sí mismo, mientras que la muchacha se extravía en un mundo exterior superficial.

La ayuda que aquí puede ofrecerse con las clases consiste en parte en ofrecer una comprensión profunda de la tecnología, las condiciones del transporte y del mundo empresarial. ¿Cómo han modificado esas cosas la convivencia, la acción mutua entre las personas? Pensemos en el teléfono y las locomotoras en la clase de física. El raciocinio, el refinamiento, incluso la genialidad están al servicio de la comodidad, independizan al ser humano de las fronteras de la naturaleza. La técnica mana de determinadas ideas humanas sectoriales, pero exteriormente muy efectivas. Y también hoy sigue manteniéndose de ellas. Y aunque frente a la naturaleza en el sentido fenomenológico sean bien reducidas, contraídas a lo cuantitativo, no dejan de ser relativamente fáciles de entender mentalmente; ¡y se han hecho decisivas en el devenir exterior del mundo!

Mientras que en la física se habla de los dispositivos técnicos terminados, en la química lo es más de la tecnología usada con los aparatos de laboratorio (manipulación con gases), aparatos sencillos (extintor de fuego o una válvula de desahogo de presión), y se ocupa menos de la industria química, de la que se hablará en la tecnología química de duodécimo año escolar. En comparación con el séptimo año escolar, en el noveno año toda la forma de experimentación se transforma de manera característica. Durante el séptimo año se presentan grandes experimentos abiertos en los que el aire exterior colabora sin limitaciones; como un ilimitado mar de aire, por ejemplo en la combustión, en la disolución de cal con ácido, en la resolidificación. En octavo año todavía se cuecen y se descomponen cosas al aire libre. Uno empieza con el crecimiento del grano, pasa al molido de la harina, la criba, hasta el enjuague del almidón que luego es gelatinizado. Experimentos abiertos de quema (caramelización, y otros parecidos), la formación de gases desde la grasa hirviente y la cocción de clara de huevo que coagula forman parte de esa serie de equipos abiertos. En noveno año, sin embargo, los recipientes se cierran. El balón o matraz de destilación genera una pequeña esfera hueca, los tubos refrigerantes y los matraces de vidrio se parecen más a laberintos. Esas cámaras y tubos están llenos de gases desconocidos, no de aire o de humo de nuestro mundo. En ellos ha de vivir el alumno con su sensibilidad. Y eso sucede en variantes siempre nuevas: desde la sencilla destilación y la cocción con reflujo hasta la rectificación y destilación de vapor.

La transformación ascendente hasta las esencias volátiles, la liberación del “espíritu” del brebaje turbio y acuoso se le presenta al alumno en la imagen de una purificación, de una elevación, de una sublimación. Ahí se ve exteriormente algo parecido a un proceso anímico interior.

Ese tipo de destilaciones aparecen también como destilación destructiva en la que en noveno año se atrapa y bloquea el gas resultante de la combustión; algo parecido es la fermentación en la que se recoge el dióxido de carbono.

El impulso de la pubertad es adueñarse de los objetos sin tener en cuenta las consecuencias, e irrumpir en el entorno siguiendo sólo las propias ideas (como suele

hacer generalmente nuestra técnica). Al principio, el alumno puede activarse en el detalle técnico provocado y de ahí llegar a la comprensión y al propio juicio. Ante las grandes imágenes de la naturaleza se mantiene ahora pasivo, la voluntad todavía no puede reunir las en una obra mental independiente, lo que busca se le escapa.

Si sólo se presentaran ante el alma imágenes de la naturaleza, el resultado sería que las energías volitivas se descargarían en otra parte, y en último término, caóticamente. Muchas cosas de la ciencia escolar en sus experimentos en esta edad actúan como un “hueso” que han de roer, pero que no deja de ser un hueso. Y el profesor ha de acercarlos una y otra vez a los nexos más profundos, fenomenológicamente más móviles: primero se los tiene en cuenta pero no se habla de ellos; luego se dan breves visiones de conjunto; y finalmente de la manera en que el profesor expone la ciencia objetiva en base a los fenómenos y nunca basándose en el modelo de representación de partículas y sus “enlaces” que no hace más que inventariar objetivamente qué sustancias se albergan allí como causas y dónde lo hacen.

## 6. Bibliografía:

Los libros que se mencionan a continuación pueden servir para profundizar y consolidar el tema durante la preparación:

Como libro de texto estándar de química orgánica en las universidades, muy convincente por su clara estructuración y por contener también muchos hechos de la química tecnológica, cabe mencionar el de Hans Beyer: Manual de química orgánica, de Editorial Reverté (*Original: Lehrbuch de organischen Chemie, S.Hirzel Verlag, Leipzig*)

Se encuentran amplias exposiciones del ámbito de la tecnología química aquí tratado en el libro de Winnacker-Küchler: Chemische Technologie, Band 3, Carl Hanser verlag, München, 1972 3 Auflage (hay muchos más tomos).

Para una estructuración fenomenológica de la enseñanza de la química en las escuelas Waldorf véase el amplio esfuerzo realizado por Frits H. Julius en su libro Stoffwelt und Menschenbildung, Teil 1 (*Mundo de la sustancia y la educación del hombre, primera parte*), Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1978, 2ª edición.

Experimentos muy ilustrativos e interesantes reflexiones describe Gerhard Ott en “Grundriss einer Chemie nach phänomenologischer Methode (*Manual de una química según el método fenomenológico*)”, Tomo II. R.G. Zbinden & Co. Verlag, Basilea 1960.

Un estudio del carbono y del hidrógeno parecido al que se pretende aquí lo encontramos, junto con todo un sistema de química, en Rudolf Hauschka: Substanzlehre (*Teoría de la sustancia*), Vittorio Klostermann Verlag, Frankfurt. Existe versión en inglés: *The Nature of Substance*, Rudolf Steiner Press.

Descripciones detalladas de experimentos - especialmente para la presentación de determinadas sustancias, se encuentran en Arendt-Dörmer: Technik der Experimentalchemie (*Técnica de la química experimental*), Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg 1969.

Interesantes elementos sobre alimentos y sustancias estimulantes pueden encontrarse en los siguientes libros de texto:

- F. Hauschild: *Pharmakologie und Grundlagen der Toxikologie (Farmacología y fundamentos de la toxicología)*, Georg Thieme Verlag, Leipzig
- J. Schormüller: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie (Tratado de química alimentaria)*, Springer Verlag, Berlín.

Sobre los beneficios, propiedades y aplicación de los aceites esenciales, véase por ejemplo:

- J. Janistyn: *Handbuch der Kosmetika und Riechstoffe (Manual de cosméticos y sustancias aromáticas)*, 2. Band: Die Parfümierung; Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg.
- K. Bournot: *Rohrstoffe des Pflanzenreichs, Ätherische Öle (Materias primas del reino vegetal, aceites esenciales)*, J. Kramer Verlag.

#### ENSEÑANZA DE LABORATORIO (prácticas escolares)

Vinculándose a los temas de la enseñanza de la química del octavo y noveno año escolar desarrollé y puse a prueba dos proyectos para épocas de trabajo docente:

1. PRODUCCIÓN DE ALCOHOL. Destilación, rectificación, producto final agua de colonia o agua del carmen, punto de partida: uvas pasas.
  2. FABRICACIÓN DEL JABÓN. Con colores y aromatización del jabón duro.
- Ambos en "Laborunterricht in Chemie" (*Enseñanza de la química en laboratorio*)

**Manfred von Mackensen**  
**“Del carbono al éter”**  
**2004**

**I. En torno a la pedagogía y la didáctica**

**1. Lo indicado en el currículum y su orientación cognitiva.**

Las indicaciones del plan de estudios procedentes de Rudolf Steiner para la enseñanza de la química en el **noveno** año escolar que quedaron anotadas en el estenograma son las siguientes:

“Química: Lo que hemos determinado para el octavo año escolar, los primeros elementos de la química orgánica, lo que es un alcohol, un éter, etc., habría que proseguirlo ahora en el noveno año.<sup>1</sup> Para el octavo año él determinó: “... las sustancias que edifican el cuerpo orgánico: almidón, azúcar, proteína, grasa”.<sup>2</sup>

Mientras que la química de los libros de texto convencionales suele emprender la inmersión en la llamada “química orgánica” a partir de las sustancias muertas de los hidrocarburos del petróleo, Steiner da importancia manifiesta a vincularse con formaciones vivas realmente orgánicas, es decir, con las que ya se abordaron en octavo año (almidón, azúcar, proteína y grasa). Ahora bien, los alumnos no conocieron esas sustancias aisladamente, sino como miembros de una cadena que permitía ilustrar la estrecha relación entre las fuerzas naturales y la alimentación humana.

Por tanto, en el noveno año escolar, nuestra tarea tampoco es tratar la “química orgánica” de manera separada y sistemática siguiendo los distintivos formales en “series homólogas” y “grupos funcionales”, sino seguir rastreando las huellas de la vida. Pues la vida que hemos de observar en la Tierra fluye siempre partiendo de principios superiores, desde los cuales se la puede entender; no se limita a agregarse partiendo de etapas previas inferiores y muertas (sustancias, partículas) que la generan y con ello la explican.

Cuando Rudolf Steiner habla de los “primeros elementos” de la química orgánica no se está refiriendo a los elementos químicos (sustancias básicas), pues en tal caso habría que tratar del análisis elemental y por tanto de la química inorgánica - lo que contradice todas las indicaciones del plan de estudios:

---

1.- Konferenzen mit den Lehrern (Encuentros con los maestros de la Escuela Libre Waldorf), 22-9-1920. GA 300a.

2.- Coloquios pedagógicos y conferencias curriculares. GA 295, 2ª conferencia curricular del 6-9-1919. - *Editorial Rudolf Steiner, Madrid.* | *Editorial Antroposófica, Buenos Aires.* | *Cuadernos Pau de Damasc, Chile.*

## **No se trata, pues, de elementos de la materia, sino de elementos de la comprensión.**

Ahora bien, la época de química no debería agotarse en el mero estudio secuencial de las sustancias, en el examen de procesos industriales comerciales y en los ámbitos de aplicación. Más bien debiera consistir en muchos menos fenómenos a cambio de estudiarlos y elaborarlos en profundidad. Los alumnos han de ejercitarse en el pensar, al captar cualidades que se entretajan químicamente. Al mismo tiempo se puede retomar el conocimiento de los hechos abordado en octavo año, si bien planteando nuevas preguntas, es decir, en una nueva actividad de compenetración y relación.

Evidentemente, se pueden estudiar con preferencia los nuevos elementos de comprensión, exceptuando tal vez las cuatro sustancias mencionadas en octavo año, basándose en las transformaciones del alcohol, del éter, etc., expuestas por Rudolf Steiner. Así pues, si del programa del octavo año tomamos el almidón y el azúcar, se producirá una visible serie que va de lo sólido a lo más volátil, al éter, a los etilos - del carbono al hidrógeno.

Cuando Rudolf Steiner habla de “un éter” hay que tener presente que hasta inicios de este siglo a los ésteres se les llamaba “éteres”. Así por ejemplo, en 1907, Lassar-Cohn, en su libro “Métodos de trabajo para los laboratorios de química orgánica”, escribe: “Es lamentable que aunque ya esté bien fundamentado lo que hemos de entender por éster, muchos sigan llamando éter a ese compuesto” (Leopold Voss Verlag, Hamburgo). Aún hoy en día en la rama de los aromas se trabaja con diversos “éteres frutales” que se ordenan sistemáticamente como ésteres de ácidos grasos inferiores con alcoholes simples. Por tanto no es erróneo tratar la producción de los ésteres intensamente aromáticos hechos de ácido y alcohol, y desde ahí dirigir la mirada a la multitud de aceites etéricos (aceites esenciales) que podemos extraer del mundo vegetal.

## **2.- Sobre la naturaleza interior de las sustancias**

La naturaleza interior de las sustancias, que hay que mover mentalmente, tiene tres aspectos. El primero es la metamorfosis, por ejemplo, en la secuencia de la madera hacia agua va aumentando lo que podríamos llamar la “naturaleza acuosa”, a saber, la claridad, la solubilidad, la capacidad de fundirse. Eso lo muestran, entre otras cosas, las grandes cantidades de vapor de agua que surgen cuando se descompone el azúcar. La naturaleza carbónica (solidez, estructura) disminuye un poco, pero todavía siguen siendo posibles la carbonización y la formación de hollín. El químico puede jugar con esas naturalezas interiores. Pensemos en el aumento de la combustibilidad (como naturaleza ígnea-volátil) en el azúcar: acabamos yendo en dirección del alcohol “aguardiente”. Si mentalmente uno aparta su naturaleza acuosa, se desarrolla internamente algo así como el éter (detalles al respecto se exponen más adelante). Trabajamos, pues, en el pensar con principios cualitativos que se metamorfosean los unos en los otros, que no se sitúan unos junto a otros de una manera meramente

aditiva, como se hace en las fórmulas aditivas de la “química orgánica”, ni se montan espacialmente como objetos de la manera en que vemos en las fórmulas estructurales.

Rudolf Steiner sugiere una actividad pensante de ese tipo con las siguientes palabras: “...lo que es un alcohol”. Por eso no hemos de estudiar solamente el alcohol etílico, el metílico y otros en su aparición, producción, propiedades y aplicaciones, para luego abstraer las propiedades que se producen en todos ellos. Sino que -en el sentido de la secuencia anterior- más bien hay que comprender el alcohol partiendo de las transformaciones de lo sólido (madera, azúcar) a lo volátil (éter, sustancias aromáticas), el alcohol como movimiento. La sustancia ha de ser captada internamente, a partir de esos movimientos de transformación, y no ser meramente definida exteriormente. En lo que sigue mostraremos cómo se le abre a los alumnos ese camino gradual en el pensamiento que va de lo sólido a lo volátil mediante el trabajo de las observaciones experimentales y de las particularidades inicialmente inconexas, y que luego exigen vinculación. Porque en la escuela son imprescindibles pasos claros en el aprendizaje, a los que el alumno puede recurrir cuando los ha dominado, y nexos formulados sucintamente.

La “naturaleza interior” de una sustancia es una magnitud fenomenológica, un modo de describir su índole, y con ello, algo que al principio es físico, que no perece, que permanece en el espacio físico. La “naturaleza interior” es más que un componente material. No habría que concebirla mecánicamente. No es materia, sino una forma de actividad transferible de un ámbito espacial a otro.

Algo de ese tipo es ajeno al actual uso lingüístico. Por eso a menudo se puede cambiar la designación de la palabra. Como maestro uno hablará del tema tal como lo vivencie a criterio propio. Posibles palabras que pueden utilizarse en lugar de “naturaleza”, serían por ejemplo: “faceta” o “cualidad” o “tendencia” o “propiedad” o “tendencia de la propiedad” o “parentesco” o “sello” o “efecto”.

Para no dejar que la movilidad mental provocada con ello desemboque en lo indeterminado, por otro lado ha dado buen resultado, a la hora de escribir en la pizarra, en las exposiciones más esquemáticas de las transformaciones o en las comparaciones de sustancias, el escribir siempre con un mismo color una determinada “naturaleza”, por ejemplo lo “sólido capaz de ponerse incandescente”, es decir, la naturaleza del carbono, en negro o marrón; la naturaleza acuosa equilibrada, extintora en verde; la naturaleza ígnea-volátil en rojo.

Un segundo aspecto de la transformación de la naturaleza interior de las sustancias vegetales es su originalidad según de donde proceda. El sencillo éter dietílico con su notable olor y su efecto fisiológico y, aún más, toda sustancia aromática de cualquier órgano vegetal son algo único que nunca deriva forzosamente de la interacción de “naturalezas” sólidas y líquidas como las que se indicaron anteriormente. Hay que pensar en algo que sea originario de la sustancia misma, por ejemplo, el vínculo con una forma vegetal, su ubicación, el paisaje y la estación del año. La química conduce hacia especies vegetales concretas y a nuevos interrogantes botánicos.

Así pues, en el proceso de crecimiento ascendente de las plantas, las sustancias que hay que tratar se van distribuyendo paulatinamente desde la madera hasta el aceite esencial, en la interacción de los diversos elementos griegos, desde el terreno



húmedo hasta el aire caliente. De ahí surge -como tercer aspecto- una idea que nos ofrece una imagen del curso natural general que tiene lugar sobre la superficie de la tierra. El calor y el aire delimitan el ámbito natural del que es oriundo un azúcar o un éter (éster). La sustancia individual se convierte en representante de una acción natural dirigida por el cosmos. La precisa penetración mental de las manipulaciones químicas del laboratorio (que para esa edad son muy importantes) se vincula con la contemplación general y empírica de la naturaleza.

Tenemos, por tanto, tres puntos de vista:

- la transformación de las propiedades sólida, fluida, ígnea, etc., en el laboratorio: las naturalezas interiores generales
- la originalidad de la sustancia individual y de la planta individual, el aroma particular y único de una sustancia, el efecto curativo, etc.
- los impulsos que la naturaleza exterior otorga a la formación de sustancias en el curso del año.

### 3. Caminando por las épocas

Una introducción para los alumnos podría configurarse en una discusión sobre el entorno y los problemas de las materias primas; por ejemplo sobre los combustibles fósiles. Del complejo de preguntas sobre cómo se sitúa el ser humano en la naturaleza retomemos la respiración. Se comprueban y se nombran diversos componentes gaseosos del aire (experimentos de la jeringa de gas). El ácido carbónico que surge también del carbono (carbonizador) nos conduce hasta la combustión que observamos en forma más de imagen durante el séptimo año y que ahora interpretamos a un nuevo nivel. Se menciona el oxígeno, pero en este año escolar sólo aparece en los experimentos, de momento, como algo que aviva *dentro* del aire. Pues sólo entonces podemos entrar inmediatamente en el tema principal de la época, la transformación de las sustancias vegetales en la vida *que se está construyendo*; y uno no se pierde en la química del oxígeno que nos llevaría a los medios de oxidación (explosivos) y al estudio de la *desestructuración*. Las teorías de combustión del flogisto hasta el análisis del peso de Lavoisier -en pocas palabras- han recorrido el camino hacia lo mecánico-inorgánico. No tendríamos que seguir todavía ese camino en esta época, sino trabajar en las transformaciones cualitativas de las sustancias de la exuberante y pura vida vegetal. Y se aprenderá una clasificación provisional de las sustancias abordadas con las categorías de “avivador”, “combustible” y “equilibrado”. Todas las sustancias del mundo son finalmente diversos entrelazamientos y unilateralizaciones de esos tres principios (tres naturalezas).

Fuera como fuere: la época del noveno año escolar se propone sobre todo tratar lo combustible; la del décimo año lo equilibrado (sales) y la época del undécimo o duodécimo año investiga sobre todo lo avivador, experimenta con el oxígeno puro, con nitratos, explosivos y halógenos.

Y ahora hay que preguntarse: ¿Cómo viene al mundo lo combustible? La corteza terrestre en reposo está cerrada, petrificada, en equilibrio. Sólo allí donde el reino terrestre más suelto, vivificado, se halla orientado hacia la periferia aérea surge la vestidura vegetal en crecimiento, cuyos restos nos suministran lo combustible. Cada despliegue vegetal constituye ahí una imagen del curso del año, es decir, de un acontecer que tiene lugar fuera de la superficie de la tierra. Con el aire la planta se relaciona de manera invertida a la del ser humano. Carece de consciencia sensitiva, de reacciones que partan de la vivencia interior (por ejemplo, por falta de aire); no tiene movimiento propio realizado por las extremidades. Cada planta se mueve más bien conjuntamente en el viento, se entrega a los ritmos del entorno circundante. De ese modo complementa al ser humano, a quien le ofrece material combustible (7º año escolar) y alimentación (octavo año).

Ahora bien, en la capa vegetal de la Tierra es mucho menos concebible recoger la respiración en recipientes de vidrio que en la respiración humana. Pues la planta pertenece precisamente a la mencionada abertura al entorno. Y sin embargo podemos decidirnos a intervenir y demostraremos posteriormente la creciente concentración de oxígeno. Pero no debemos desembocar prematuramente en las habituales teorías de asimilación que, en último término, consideran la planta como una máquina química. La realidad de la asimilación es la hoja iluminada bajo el sol, es la multiplicidad estacional de las formas que crecen y aumentan de tamaño.

La sístole y la diástole en el crecimiento ascendente, el despliegue y el marchitamiento en el año, todo ello lo experimentamos como cambio lleno de vida, como fluir y condensarse. Y aunque la asimilación es una especie de proceso de condensación, no deja de ser un proceso que en transformaciones rítmicas lleva nuevamente a la exhalación en el aroma floral. Todo el camino del despliegue de la planta individual hasta llegar a la flor y al fruto es la realidad de la asimilación, no un volumen de gas que uno se imagina o un nebuloso sentimiento de biomasa creciente. Los objetos que hemos seleccionado (madera, resina, jugos dulces y aceites aromáticos) constituyen el camino de la naturaleza, reflejan la verdadera asimilación, si la intensificamos hacia los más variados fenómenos en el laboratorio. La mutabilidad y no la acumulación de masa es lo que caracteriza el carbono (como principio). Ahí tenemos el campo de estudio de la época, ahí tenemos la realidad experimental que, mediante el pensar concreto y cualitativo, nos lleva a una convivencia más profunda con el proceso natural. Pues no puede existir ningún mundo vegetal sin una constante mutación de los fenómenos y órganos desde la solidez de lo inferior a la volatilidad de lo superior. En esos caminos de transformación surge en el pensar un campo de ejercitación que inaugura una química espiritual, porque está llena de contenido y es cercana a los hechos. Los esquemas y los circuitos de sustancias para una mera teoría material de la asimilación no pueden hacerlo. Retienen el pensar en las meras representaciones y abstracciones, y finalmente en lo ininteligible. Sólo al final se puede reflexionar de manera ilustrativa *cómo* desde el crecimiento de las plantas el aire se refresca, y fortalece ligeramente su cualidad vivificadora, y cómo esa cualidad se relaciona con el camino de formación de las plantas a lo largo del año.

Se puede organizar una estructuración fácilmente manejable de la época si, tal como dijimos antes, se continúa del carbono y el dióxido de carbono con la pregunta sobre la especial aparición de lo combustible incluyendo la madera, luego el azúcar, alcohol, los éteres y los ésteres.

Si partiéramos del carbón mineral de hulla o del lignito tendríamos ya con ello ante nosotros el resultado de un proceso de unilateralización: el carbón empieza surgiendo de la planta cuando, en períodos de tiempo inimaginables, la naturaleza ígnea volátil y la acuosa equilibrada han retrocedido o han sido expulsadas lo suficiente. El carbón natural, sin embargo, todavía muestra restos de esas dos naturalezas. Pero si realizamos el proceso nosotros mismos, condensado en el tiempo, por ejemplo, por destilación de la madera, mostrando la transición al carbón, conseguimos un carbón vegetal que es prácticamente carbono puro. Pero ese carbón, si ha sido recientemente calentado, no genera ningún vapor de agua al arder. Podemos aislar con ello una sustancia vegetal afín gracias a que extraemos la savia de los vasos vegetales endurecidos y dejamos que de ahí aparezca algo más acuoso-equilibrado: el azúcar, que se nos presenta en cristales claros, solubles en el agua; pero que todavía reúne en sí mismo lo combustible y lo ígneo-volátil. Con todo tipo de intervenciones artificiales podemos fortalecer o debilitar esas naturalezas. Una de esas intervenciones es la fermentación que nos lleva al alcohol. En él y en sus productos derivados éter y éster, la naturaleza del carbono ha sido tan intensamente transformada por lo acuoso o por lo ígneo-volátil que, al calentarlos, ya no se genera ningún residuo carbonizado. En la llama más o menos amarilla o que incluso genera hollín se muestra todavía la intervención de propiedades del carbono. Los productos de la combustión revelan también qué naturalezas hay que considerar. Si por ejemplo surge mucho vapor de agua, que es más ligero que el aire (formación nubosa ascendente), eso es síntoma de que la naturaleza ígneo-volátil es fuerte (naturaleza del hidrógeno). Con ese estudio de los productos de destrucción pretendemos crear una auténtica formación de conceptos químicos: no nos limitamos a reunir meras cualidades exteriores, sino que intervenimos y provocamos de manera inequívoca procesos naturales, acelerándolos o intensificándolos, nuevos fenómenos como destilación destructiva o combustión, o fermentación.

Junto al proceso de endurecimiento que lleva a la madera, la planta misma también nos da ejemplo de un proceso de "sutilización" (Goethe) que conduce de lo acuoso-foliar a la flor. Allí encontramos sobre todo las sustancias aromáticas, ígneo-volátiles, que apenas se presentan como masa. Imaginemos que el proceso de sutilización llega tan lejos que se ha superado cualquier resto de las otras dos naturalezas, entonces desembocamos en el hidrógeno como *e/* elemento ígneo-volátil por excelencia. No es, pues, el fundamento, sino solamente la variante del hidrógeno llevada al extremo. Nuevamente, el estudio de los productos de combustión (puro vapor de agua) muestra la naturaleza interior, esta vez en su unilateralidad.

En cambio, si contemplamos la aparición de los frutos, podemos reconocer un regreso al reino generador de lo acuoso o también variaciones de las influencias endurecedoras como formación de caparazones, ácidos o aceites. En los aceites grasos lo ígneo-volátil ha sido captado en una nueva variación por la naturaleza

carbónica, de manera que la volatilidad ha desaparecido y se nos muestra solamente algo apáticamente ígneo, la grasa.

En la química del petróleo que, en la mayoría de los casos, hoy suele tratarse como “química orgánica”, podemos descubrir todas esas tendencias y especializaciones de las cualidades. Ahí también se encuentran productos más o menos volátiles, gaseosos y líquidos, y hasta sólidos, negros e incluso aromáticos. En ese hecho se refleja el origen del petróleo del reino de lo vivo. ¿Pero acaso todas estas propiedades no actúan como espectros de las cualidades originales vivientes que en el petróleo solamente se despiertan a una vida aparente de “transformaciones”? Y aunque los alumnos hayan de echar una mirada en ese mundo aparente, no obstante la petroquímica, como las series homólogas de los alcanos, no puede constituir el punto de partida de nuestra época de química, pues en tal caso nos hallaríamos ante las sustancias más muertas, sin aquellas imágenes de su naturaleza, y no podríamos entender nada de su vinculación con la vida.

Si a la naturaleza de carbono (solidez), a la naturaleza acuosa (incombustibilidad) y a la naturaleza ígneo-volátil (hidrógeno) le añadimos como cuarta una naturaleza aérea que hace que las cosas sean volátiles-incombustibles (dióxido de carbono), podemos considerar esas naturalezas interiores como imágenes de los cuatro elementos. La acción de los elementos sobre la Tierra la señala Rudolf Steiner en su “Curso de ampliación”<sup>3</sup>

Es interesante que, inmediatamente después de que Rudolf Steiner diera sus indicaciones curriculares sobre química, hablara de la antropología: “Antropología: seguir con el estudio del ser humano para que se transmita una adecuada antropología a los niños. Eso tendría que ir intensificándose en círculos concéntricos de año en año escolar e ir acercándole el resto de las ciencias naturales.” Así pues, la química también se orienta en torno al estudio del hombre y en el fondo no necesita de una sistemática propia, se vincula con una ordenación ya existente. Como maestro, uno se preguntará cómo hay que concebir el efecto del hidrógeno (como “fuerza” inmaterial) en el conjunto natural y en el ser humano; se podrá recurrir a las exposiciones de Rudolf Steiner en su curso de agricultura<sup>4</sup>, en las conferencias a los trabajadores y en el contexto médico; lo mismo cabría hacer con el carbono<sup>5</sup>. Junto a nexos simples entre las sustancias, allí se habla mucho de efectos sobre los seres vivos, en los seres vivos y en la naturaleza en su conjunto. También podría decirse: se habla de lo etérico o más bien de las sustancias cercanas a lo espiritual. Por el contrario, en la época de química

---

3.- El conocimiento del ser humano y la configuración de la enseñanza. GA 302. 6ª conferencia, 1921. Cuadernos Pau de Damasc Chile.

4.- Conf.del 11-6-1924 en el “Curso sobre agricultura biológico dinámica”, GA 327. Conf.del 20-10-1923 en GA 351 (no traducido); conf.del 1-4-1920 en “Fundamentos de la Medicina de orientación antroposófica, GA 312 (ambos en Editorial Antroposófica). Y conf. del 22-10-1922 en “ Geistige Zusammenhänge in der Gestaltung des menschlichen Organismus” GA 218 (Nexos espirituales en la formación del organismo humano” - No traducido).

5.- GA 327, 351, 312, 313.

al principio nos mantenemos plenamente en la sustancia física con sus propiedades exteriores y sus principios de reacción que surgen en el laboratorio. Y aun así puede estimular al profesor tener en cuenta esa ampliación aunque esta no esté expresada en principio de una forma que sea aplicable en clase. Una consideración totalmente inicial sería más o menos: Nos encontramos con lo ígneo-volátil en nuestro calor hirviente. Vivimos en él. En nuestro cuerpo sólido tenemos un proceso inherente mantenedor que solidifica. Lo acuoso fluye en nosotros desde la boca hacia dentro, lo vivenciamos cada vez que nos hacemos una herida; también como plasticidad de nuestro cuerpo. No se trata en absoluto de llegar a la “correcta analogía”, sino de regresar al ser humano con nuestro pensar cualitativo mediante esas naturalezas.

#### 4. Visión general de los contenidos de clase

Resumiendo la sección anterior esta época de química puede adoptar más o menos los siguientes temas:

- El dióxido de carbono y la combustión (oxidación total), como equilibrio entre lo combustible y lo que enciende
- La destilación destructiva como liberación de lo combustible-volátil de lo sólido-extinguible.
- Añadir al azúcar tratado en el octavo año: la licuefacción y, con ello, la activación hacia el alcohol, el aguardiente.
- La formación de éteres como pérdida de lo acuoso.
- La fermentación del ácido acético - una oxidación parcial, es decir, el inicio de un equilibrio, de una aireación.
- La formación de ésteres como otra variante de superación de la naturaleza acuosa.
- Los aceites esenciales y las resinas de las plantas.

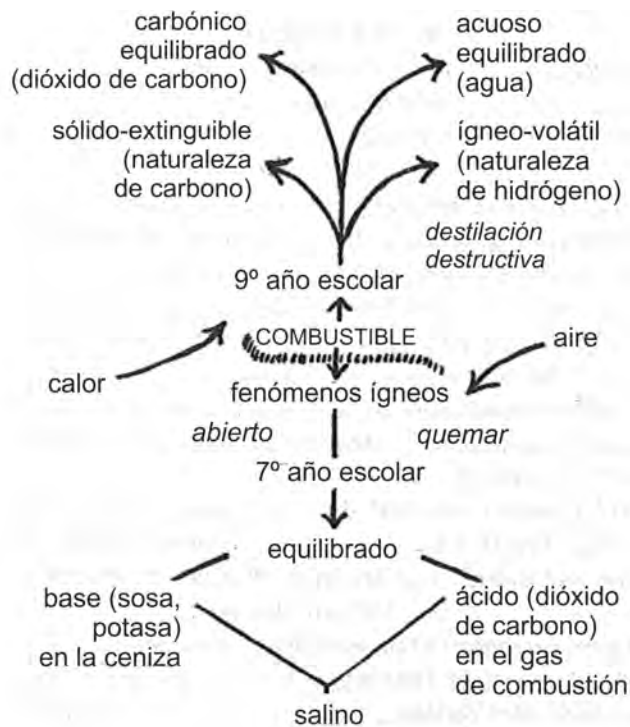
El inicio constituiría un tema en el fondo inorgánico (ácido carbónico y combustión). Aunque eso todavía no haga resonar el verdadero tema de la época, es decir, las sutiles transformaciones de las naturalezas internas, de alguna manera se ha demostrado útil como introducción para los que comienzan. Probablemente ello se debe a que los alumnos y profesores se sintonizan mejor entre sí en lo más objetual, meramente sustancial (aparición, propiedades, elementos contenidos en el aire), es decir, que entran mejor en el trabajo. El sentimiento de encontrarse con algo firme concreto y aprender algo importante (por ejemplo la composición del aire) es lo más favorable al inicio de una época. Los verdaderos pasos mentales en las transformaciones de las cualidades interiores de los organismos, donde la voluntad ha de penetrar con más intensidad en el pensar, se recuperan luego en un proceso de aprendizaje que ya está en marcha. Por tanto, con conceptos reciamente definidos, uno estimula una movilidad espiritual que luego, mediante los fenómenos que emergen de lo sutil, desemboca en un manejo inquisitivo y tanteador con conceptos abiertos.

Uno mismo tendrá que valorar si esa secuencia es necesaria. Cuando no lo era yo ya empezaba directamente con la combustión de madera y la destilación destructiva. La composición del aire se transmitía entonces sin ligarla más o menos con

experimentos separados y el dióxido de carbono se caracterizaba brevemente como un gas de combustión de la brasa del carbón vegetal.

También habría que considerar en qué período de tiempo se quiere introducir las tres naturalezas. Tal vez sea aconsejable ir desplazando el punto central a lo largo de los días: uno desarrolla primero la naturaleza sólida-extinguible, por ejemplo en los residuos de la combustión del carbón; lo acuoso tras la investigación del agua producto de la destilación destructiva; y en lo ígneo-volátil señala uno hacia el gas de la madera regresando a la madera. Para estudiar la transición entre azúcar de celulosa y el alcohol de celulosa tenemos las tres a nuestra disposición, lo mismo que para la transición hacia el éter, etc.

Excepcionalmente se dispone de muy poco tiempo para realizar o incluso preparar los experimentos, por eso se suele inaugurar la época con el comienzo de la fermentación y con el alcohol. La naturaleza sólido-extinguible y la acuosa se insertan luego con el azúcar o con la madera. Entonces hay que prestar atención a que los conceptos se desarrollen adecuadamente; didácticamente, el profesor lo tiene más difícil. ¡Pero ese salto al centro de la época puede estimular mucho a los alumnos! El siguiente esquema nos vuelve a mostrar los caminos:



Hay que ver cómo se organizan y separan los temas del séptimo y del noveno año, en qué medida parte cada uno de la combustión. En el octavo año lo combustible se había integrado plenamente en la envoltura de la alimentación. Se investigó a fondo la imagen fenoménica del almidón y de la proteína, del azúcar y de la grasa. Pero en el noveno año el elemento de la combustión se ve tensado en la polaridad de lo rígido y lo volátil; y se lo rastrea desde el carbono pasando por el reino vegetal hasta llegar al hidrógeno.

Pero hay que prevenirse frente a demasiada química inorgánica. El desarrollo científico orientado a lo causal material ha convertido toda la química en inorgánica, en realidad la ha convertido en física, en todo caso en el ámbito de la comprensión. Por el contrario, para la vida lo importante son las sustancias químicamente indefinidas que, procedentes de lo orgánico, vuelven a penetrar en la vida (alimentación, medicamentos, etc.). Y una química como asignatura de formación humana integral, como forma complementaria de ver el mundo no debiera desarrollar sus conceptos básicos de la mecánica molecular o de la técnica química. La técnica penetra en el mundo basándose en los conceptos inorgánicos aislados, como obra separada del cosmos. Deja fuera el mundo y la vida. Los conceptos mecanicistas básicos, aunque sean correctos técnicamente, no pertenecen al fundamento de una química que aspira a los conceptos cualitativos. Rudolf Steiner nunca dio indicación alguna para una materia de enseñanza puramente inorgánica en ninguna de los años escolares. (Y aun así los profesores de química a menudo tienden a fundamentarlo todo en la química inorgánica, pues así es como se educaron. De ahí tendríamos que lograr salirnos...)

## **5. Elementos metodológicos-pedagógicos**

Al joven del octavo y noveno año escolar se le propone vincular con el mundo y la sociedad la independencia que se despierta en él, por la que se siente libre y a la vez se presenta dotado de fuerza, se le pide integrarse de alguna manera socialmente productiva. Lo primero que quiere es emular la obra visible exterior de otras personas y entender cómo llegan a las cosas. Quiere penetrar en ello con su propia capacidad de juicio para poderse adueñar primero del mundo más exterior: el de la técnica. Se reaviva el “interés por todo lo que tiene que ver con el mundo y el ser humano” (R. Steiner en la conferencia curricular del 6-9-1919, GA 295). La joven alma siente en sí misma recién despertada la fuerza para ejercer el poder, y también para entregarse plenamente a sus fuerzas personales de simpatía (afán de poder y erotismo<sup>1</sup>). Fuerzas y madurez corporales, independencia y resistencia frente a las normativas de las generaciones anteriores, ganas espontáneas de emprender cosas se presentan ante el mundo. Si la escuela y el hogar paterno no acogen esas fuerzas aplicándolas hacia el

---

6.- R Steiner, conferencias del 21 y 22 de junio de 1922 en el “Estudio Meditativo del Hombre” GA 302a, incluidas en la versión de Cuadernos Pau de Damasc Chile. 2012

exterior ni ayudan a integrarlas en el mundo, pueden surgir -según sea la predisposición- depresiones y hasta tendencia al suicidio en el alma del muchacho que se retrae en sí mismo, mientras que la muchacha se extravía en un mundo exterior superficial.

La ayuda que aquí puede ofrecerse con las clases consiste en parte en ofrecer una comprensión profunda de la tecnología, las condiciones del transporte y del mundo empresarial. ¿Cómo han modificado esas cosas la convivencia, la acción mutua entre las personas? Pensemos en el teléfono y las locomotoras en la clase de física. El raciocinio, el refinamiento, incluso la genialidad están al servicio de la comodidad, independizan al ser humano de las fronteras de la naturaleza. La técnica mana de determinadas ideas humanas sectoriales, pero exteriormente muy efectivas. Y también hoy sigue manteniéndose de ellas. Y aunque frente a la naturaleza en el sentido fenomenológico sean bien reducidas, contraídas a lo cuantitativo, no dejan de ser relativamente fáciles de entender mentalmente; ¡y se han hecho decisivas en el devenir exterior del mundo!

Mientras que en la física se habla de los dispositivos técnicos terminados, en la química lo es más de la tecnología usada con los aparatos de laboratorio (manipulación con gases), aparatos sencillos (extintor de fuego o una válvula de desahogo de presión), y se ocupa menos de la industria química, de la que se hablará en la tecnología química de duodécimo año escolar. En comparación con el séptimo año escolar, en el noveno año toda la forma de experimentación se transforma de manera característica. Durante el séptimo año se presentan grandes experimentos abiertos en los que el aire exterior colabora sin limitaciones; como un ilimitado mar de aire, por ejemplo en la combustión, en la disolución de cal con ácido, en la resolidificación. En octavo año todavía se cuecen y se descomponen cosas al aire libre. Uno empieza con el crecimiento del grano, pasa al molido de la harina, la criba, hasta el enjuague del almidón que luego es gelatinizado. Experimentos abiertos de quema (caramelización, y otros parecidos), la formación de gases desde la grasa hirviente y la cocción de clara de huevo que coagula forman parte de esa serie de equipos abiertos. En noveno año, sin embargo, los recipientes se cierran. El balón o matraz de destilación genera una pequeña esfera hueca, los tubos refrigerantes y los matraces de vidrio se parecen más a laberintos. Esas cámaras y tubos están llenos de gases desconocidos, no de aire o de humo de nuestro mundo. En ellos ha de vivir el alumno con su sensibilidad. Y eso sucede en variantes siempre nuevas: desde la sencilla destilación y la cocción con reflujo hasta la rectificación y destilación de vapor.

La transformación ascendente hasta las esencias volátiles, la liberación del “espíritu” del brebaje turbio y acuoso se le presenta al alumno en la imagen de una purificación, de una elevación, de una sublimación. Ahí se ve exteriormente algo parecido a un proceso anímico interior.

Ese tipo de destilaciones aparecen también como destilación destructiva en la que en noveno año se atrapa y bloquea el gas resultante de la combustión; algo parecido es la fermentación en la que se recoge el dióxido de carbono.

El impulso de la pubertad es adueñarse de los objetos sin tener en cuenta las consecuencias, e irrumpir en el entorno siguiendo sólo las propias ideas (como suele



hacer generalmente nuestra técnica). Al principio, el alumno puede activarse en el detalle técnico provocado y de ahí llegar a la comprensión y al propio juicio. Ante las grandes imágenes de la naturaleza se mantiene ahora pasivo, la voluntad todavía no puede reunir las en una obra mental independiente, lo que busca se le escapa.

Si sólo se presentaran ante el alma imágenes de la naturaleza, el resultado sería que las energías volitivas se descargarían en otra parte, y en último término, caóticamente. Muchas cosas de la ciencia escolar en sus experimentos en esta edad actúan como un “hueso” que han de roer, pero que no deja de ser un hueso. Y el profesor ha de acercarlos una y otra vez a los nexos más profundos, fenomenológicamente más móviles: primero se los tiene en cuenta pero no se habla de ellos; luego se dan breves visiones de conjunto; y finalmente de la manera en que el profesor expone la ciencia objetiva en base a los fenómenos y nunca basándose en el modelo de representación de partículas y sus “enlaces” que no hace más que inventariar objetivamente qué sustancias se albergan allí como causas y dónde lo hacen.

## 6. Bibliografía:

Los libros que se mencionan a continuación pueden servir para profundizar y consolidar el tema durante la preparación:

Como libro de texto estándar de química orgánica en las universidades, muy convincente por su clara estructuración y por contener también muchos hechos de la química tecnológica, cabe mencionar el de Hans Beyer: Manual de química orgánica, de Editorial Reverté (*Original: Lehrbuch de organischen Chemie, S.Hirzel Verlag, Leipzig*)

Se encuentran amplias exposiciones del ámbito de la tecnología química aquí tratado en el libro de Winnacker-Küchler: Chemische Technologie, Band 3, Carl Hanser verlag, München, 1972 3 Auflage (hay muchos más tomos).

Para una estructuración fenomenológica de la enseñanza de la química en las escuelas Waldorf véase el amplio esfuerzo realizado por Frits H. Julius en su libro Stoffwelt und Menschenbildung, Teil 1 (*Mundo de la sustancia y la educación del hombre, primera parte*), Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1978, 2ª edición.

Experimentos muy ilustrativos e interesantes reflexiones describe Gerhard Ott en “Grundriss einer Chemie nach phänomenologischer Methode (*Manual de una química según el método fenomenológico*)”, Tomo II. R.G. Zbinden & Co. Verlag, Basilea 1960.

Un estudio del carbono y del hidrógeno parecido al que se pretende aquí lo encontramos, junto con todo un sistema de química, en Rudolf Hauschka: Substanzlehre (*Teoría de la sustancia*), Vittorio Klostermann Verlag, Frankfurt. Existe versión en inglés: *The Nature of Substance*, Rudolf Steiner Press.

Descripciones detalladas de experimentos - especialmente para la presentación de determinadas sustancias, se encuentran en Arendt-Dörmer: Technik der Experimentalchemie (*Técnica de la química experimental*), Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg 1969.

Interesantes elementos sobre alimentos y sustancias estimulantes pueden encontrarse en los siguientes libros de texto:

- F. Hauschild: *Pharmakologie und Grundlagen der Toxikologie (Farmacología y fundamentos de la toxicología)*, Georg Thieme Verlag, Leipzig
- J. Schormüller: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie (Tratado de química alimentaria)*, Springer Verlag, Berlín.

Sobre los beneficios, propiedades y aplicación de los aceites esenciales, véase por ejemplo:

- J. Janistyn: *Handbuch der Kosmetika und Riechstoffe (Manual de cosméticos y sustancias aromáticas)*, 2. Band: Die Parfümierung; Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg.
- K. Bournot: *Rohrstoffe des Pflanzenreichs, Ätherische Öle (Materias primas del reino vegetal, aceites esenciales)*, J. Kramer Verlag.

#### ENSEÑANZA DE LABORATORIO (prácticas escolares)

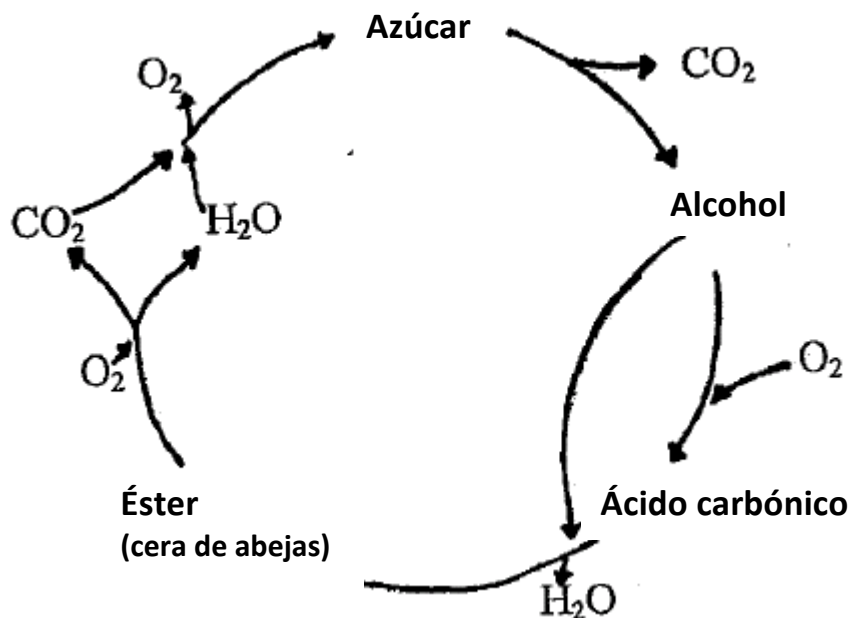
Vinculándose a los temas de la enseñanza de la química del octavo y noveno año escolar desarrollé y puse a prueba dos proyectos para épocas de trabajo docente:

1. PRODUCCIÓN DE ALCOHOL. Destilación, rectificación, producto final agua de colonia o agua del carmen, punto de partida: uvas pasas.
  2. FABRICACIÓN DEL JABÓN. Con colores y aromatización del jabón duro.
- Ambos en "Laborunterricht in Chemie" (*Enseñanza de la química en laboratorio*)

**Dirk Rohde, “Was heisst ‘lebendiger’ Unterricht?” (¿Qué significa una enseñanza ‘llena de vida’?), 2003**

El ciclo del carbono: hace tiempo (según el punto de vista hasta se podría decir desde la antigüedad) que muchas personas han trabajado y trabajan intensamente en su esclarecimiento y ya se ha podido obtener una gran cantidad de conclusiones. El carbono es un elemento químico muy especial: es (a la par del agua) la clave para todos los procesos vitales y con ello le confiere a toda la Tierra muchos rasgos característicos decisivos. También el conocimiento de su ciclo como sustancia me parece de enorme significación. La idea de que las sustancias en el mundo entero circulan y que todo está unido con todo no sólo en dar y recibir, no sólo de un modo entrelazado, sino en ciclos con conformaciones que se metamorfosean, es, a mi entender, una noción que la ciencia natural recién ha conquistado verdaderamente en los últimos cien años y que comienza a moldear más y más fuertemente nuestra visión del universo. Por ello cada alumno debería poder entrar en contacto siquiera una vez durante las clases de química con un ciclo tal, por ejemplo el del agua, de una mercancía, del carbono o con otro ejemplo adecuado. Por regla general los alumnos hoy en día incluso deberían conocer varios de estos ciclos durante su escolaridad secundaria.

El currículum Waldorf para la enseñanza de química en **9º año** se puede interpretar de manera tal, que busca brindar una introducción a algunos de los grandes rasgos fundamentales del ciclo del carbono. En cuanto a lo substancial, lleva del azúcar, pasando por los alcoholes, a los ácidos carbónicos y luego a los ésteres (y de paso también a los éteres); en cuanto a lo procesual, de la fotosíntesis, pasando por la fermentación alcohólica y acética hasta la esterificación (y la deshidrogenación) y como sustancias acompañantes aparecen continuamente dióxido de carbono, agua y oxígeno. Esto se puede comprender como un ciclo, siendo oportuno agregar la combustión:



Si bien la cera de abejas no es un éster verdaderamente típico (en comparación con aquellos que se pueden producir fácilmente en clase, como por ejemplo acetato de etilo, y también por principio: desde el punto de vista químico la cera de abejas es una mezcla de sustancias, en la cual están fuertemente implicados los ésteres, pero también se agregan otras clases de sustancias<sup>1</sup>), tiene la gran ventaja de que con ella se llega con naturalidad a la combustión. Y a través de la combustión se puede cerrar bien, tanto experimental como fenomenológicamente, este ciclo del carbono. A la vez el mismo es más fácil de comprender que si se toma el camino mucho más complicado pasando por el metabolismo humano y animal, que también lleva a la liberación de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

Este ciclo, que da una primera impresión del ciclo del carbono, es el concepto básico de mi época de química en el 9º año. Por un lado los conocimientos de química provenientes del 7º y 8º año pueden ser retomados, ampliados y elevados a un nivel más amplio. Por otro lado de este modo esa ampliación y profundización se puede prolongar de un modo ideal hasta terminar la secundaria (por ejemplo se tiene así una buena base para el ciclo del ácido cítrico).

En principio la introducción al tema del ciclo se puede abordar desde todas las cinco transiciones procesuales: por ejemplo por fermentación de fruta (producción de alcohol, para lo cual es propicio el otoño); por fermentación acética; por producción (eventualmente obtención) de ésteres; por indagación de la combustión de un compuesto de carbono e hidrógeno; y por experimentos relativos a la fotosíntesis. Yo probé diversas variantes. Para la intervención activa y autónoma de los alumnos, el entrar en contacto con la técnica

<sup>1</sup> Meroth en "Natur" N°12/1978, pág. 80

experimental y el desarrollo y la exploración de cuestionamientos científicos, según mi experiencia el abordaje del tema del ciclo a través de la indagación de una combustión es el más apropiado. Justamente ésas son las metas que quiero alcanzar en un 9º año, para encauzar a tiempo la enseñanza Waldorf fuertemente centrada en el docente en el 7º y 8º año, hacia formas de aprendizaje cada vez más independientes, que finalmente desembocan en el bachillerato. Por eso se me planteaba la pregunta si la obra didáctica “Kerze” (“Vela”) <sup>2</sup> no podría ayudar a optimizar la primera parte de la época de química en el 9º año y así alcanzar más fácilmente las metas propuestas.

Para todo el ciclo se necesitan tres semanas de época, o sea aproximadamente 15 a 18 horas dobles, si el objetivo es realizar muchos experimentos con los alumnos, profundizar aspectos aislados e incorporar algunos temas secundarios (en especial la posición de los animales y del ser humano con respecto al ciclo). Para la “Vela” calculé la primera semana, o sea aproximadamente 6 – 7 horas dobles y con ello un tiempo relativamente largo, porque aquí, a la par del tema en sentido estricto, a la vez abordo conceptos fundamentales que reaparecerán muchas veces durante las próximas dos semanas y entonces sólo tienen que ser retomados. Por eso para los otros cuatro procesos químicos (ver imagen de arriba) las horas dobles restantes son suficientes. Si dispongo de cuatro semanas de época, todavía agrego algunos temas referidos a la práctica que emergen directamente de lo enseñado, por ejemplo elaboración de vino y cerveza, cosméticos, aromas para alimentos, saponificación.

---

<sup>2</sup> Michael Faraday, “Naturgeschichte einer Kerze” (*Historia natural de una vela*), Editorial Franzbecker 1979