

MARTÍ FRANQUÈS: EL OXÍGENO DEL AIRE Y LA REPRODUCCIÓN DE LOS VEGETALES

José Antonio Altemir Lascorz¹

jaltmir2@gmail.com

Resumen: En el artículo se describe el modo experimental con el que Antoni Martí i Franquès se enfrentó a dos problemas centrales de la ciencia de su tiempo: cuál es la cantidad de oxígeno en el aire atmosférico y cómo surge la nueva materia vegetal. Con unas herramientas sencillas y unas instalaciones domésticas, pero con una gran inteligencia y honestidad, nuestro científico trató de arrancar respuestas a la naturaleza usando el experimento, la observación y la reflexión.

Palabras clave: oxígeno atmosférico, reproducción vegetal, generación espontánea.

Abstract: The article describes the experimental methods by which Antoni Martí i Franquès faced two central problems in the science of his time: what is the amount of oxygen in atmospheric air and how does new plants matter arise. With simple tools and domestic installations, but with great intelligence and honesty, our scientist tried to elicit answers from nature using experimentation, observation and reflection.

Keywords: atmospheric oxygen, plant reproduction, spontaneous generation.

Es muy difícil hacer aportaciones nuevas sobre la figura de Antoni Martí i Franquès. Se han realizado estudios muy completos sobre su persona y sobre su obra. Son especialmente destacados las obras del señor Antoni Quintana y la del doctor Salvador Rovira. Esas grandes obras han sido complementadas con artículos de menor extensión pero también de gran interés, muchos de ellos recogidos y publicados por las universidades Rovira i Virgili y Autònoma de Barcelona, el Institut d'Estudis Catalans y el Centre d'Estudis d'Altafulla. La literatura escrita sobre nuestro gran científico ya nos permite tener una visión bastante completa de lo que Martí Franquès aportó a la ciencia de su tiempo.

¹ Licenciado en Ciencias Químicas. Profesor de Instituto jubilado.

No obstante, y a pesar de todos esos estudios ya realizados, me ha parecido interesante intentar una aproximación a la obra científica de Martí i Franquès con el mismo ánimo con el que alguien repite un paseo por un bosque frondoso, sin pretender desentrañar ninguna ruta nueva, tratando solamente de dar un paseo, otra vez, por la obra de nuestro científico poniendo nuestra mirada en algunos de sus múltiples rincones².

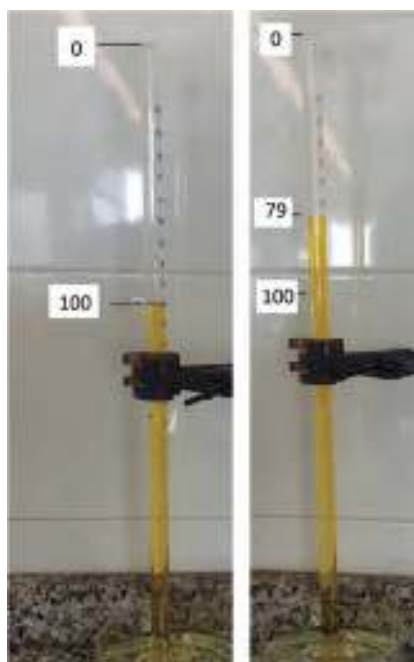
El químico meticuloso

La aportación científica más conocida del señor Antoni Martí fue, sin duda, su descubrimiento de que la proporción de oxígeno en el aire atmosférico es siempre el 21% en volumen. Ya es sabido que para llegar a ese resultado ideó un procedimiento modificando el usado por otros experimentadores que en Europa estaban trabajando el problema de la composición del aire. El procedimiento consiste en poner un volumen determinado de aire en contacto con una disolución que se fabricaba el propio Martí haciendo hervir una mezcla de agua, azufre y cal. Denominó “hígado de azufre calcáreo” a la disolución amarilla que se obtiene. Hoy diríamos que se trata de una mezcla de polisulfuros de calcio. Al contacto con el aire, esos polisulfuros consumirán el oxígeno presente en la muestra convirtiéndose en sulfatos y dejando la muestra de aire sin su oxígeno. De manera muy simplificada³ podríamos representar la oxidación de los sulfuros del siguiente modo: $S^{2-} + 2O_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ donde el oxígeno, ejerciendo su poder oxidante, transforma los sulfuros en sulfatos. La disminución del volumen que ha experimentado el aire inicial corresponderá al oxígeno desaparecido. Martí i Franquès describió con gran detalle el procedimiento que siguió en su laboratorio. Necesitó tubos, frascos, recipientes con agua para poder trasvasar gases sin que hubiera alteraciones, ... Observó que usando hígado de azufre calcáreo se obtenían resultados constantes. Otros investigadores habían trabajado con otros reactivos que pueden capturar el oxígeno atmosférico. Pero los resultados que se obtenían eran de escasa fiabilidad, presentando diferencias aun analizando el mismo aire con el mismo reactivo. El señor Antoni Martí observó que el hígado calcáreo daba resultados fiables, siempre que se tomaran algunas precauciones. Cuando ya tuvo seguridad de que el hígado calcáreo era un reactivo apropiado, se encaminó a facilitar su uso para poder analizar de manera rápida y sencilla cualquier muestra de aire. Para ello utilizó un tubo graduado conteniendo en su interior la disolución de los polisulfuros de calcio.

² En las citas textuales se han actualizado las formas de algunas palabras para facilitar su lectura, procurando mantener siempre el sentido del contenido.

³ La carga negativa de los aniones de los polisulfuros puede tomar diversos valores, uno de los cuales es -2. Los resultados de la oxidación pueden ser, además de los iones sulfato, otros aniones en los que el azufre presentará números de oxidación positivos.

El señor Antoni Quintana i Marí construyó una reproducción de aquel eudiómetro cuya imagen mostramos. Un taponcito cerraba el extremo abierto permitiendo su fácil traslado al lugar del que se quería tomar la muestra de aire. Dejaba entrar aire en el interior del tubo (arrojando una fracción del líquido contenido) y lo agitaba para favorecer el contacto entre el aire y el reactivo.



En nuestra ilustración (una simulación de lo que pudo haber hecho Martí Franquès) la fotografía A corresponde al aire atmosférico recién introducido en el tubo. La parte superior del tubo contiene la muestra de aire que se va a analizar (mezcla de oxígeno y nitrógeno) y el líquido amarillo es la disolución de los polisulfuros (el “hígado calcáreo”). En la fotografía B ya ha desaparecido el oxígeno que había en la parte gaseosa, se ha unido a los sulfuros que había en el líquido amarillento y se han formado sulfatos y otras sales que permanecen en el seno del líquido. La desaparición del oxígeno de la parte superior hace que desde el recipiente inferior en el que está introducida la boca del tubo ascienda una cantidad de agua hasta que el volumen de la nueva agua reemplace al volumen del oxígeno

desaparecido⁴. La diferencia entre el aire que había entrado inicialmente y el que ha quedado en el tubo tras la combinación con los sulfuros permitirá calcular el volumen de oxígeno que ha desaparecido. De ese modo pudo realizar un buen número de mediciones en entornos bien diferentes.

Pero Martí i Franquès observó alguna anomalía en los primeros resultados. Así lo describe en su memoria⁵:

[...] pero la absorbencia de la misma porción de aire común excede regularmente el número 0,23 cuando la agitación se hace en frascos de mayor capacidad.

Había mayor proporción de aire desaparecido si la experiencia se realizaba en frascos con mucho reactivo. El estudio y las lecturas sobre los gases que componen la atmósfera le habían enseñado al señor Martí que el aire atmosférico está constituido por oxígeno y la denominada “mofeta” (que actualmente conocemos como nitrógeno). También era conocido que la mofeta no es capaz de reaccionar con los sulfuros, lo que daba la seguridad de que solo el oxígeno era el gas que desaparecía en su reacción con el hígado calcáreo. Pero Martí i Franquès sabía que la mofeta es incapaz de reaccionar con los sulfuros pero es capaz de disolverse en un medio acuoso. Recordemos que el reactivo que utilizaba era una disolución acuosa de sulfuros. Aquella mofeta que a lo largo del ensayo se disuelva en el reactivo usado alterará el resultado de la prueba pues esa parte disuelta será contabilizada como “aire desaparecido” y por tanto incrementará erróneamente la cantidad de oxígeno que había presente en la muestra inicial. Había que evitar que porciones de mofeta desaparecieran disueltas en el medio acuoso. Para evitarlo, Martí i Franquès hizo uso de otro conocimiento: la solubilidad de una sustancia en un disolvente es limitada. Cuando se ha alcanzado la saturación ya no es posible que se disuelva más cantidad de esa sustancia. Veamos cómo Martí Franquès articula todos esos conocimientos para dar una explicación a las anomalías observadas y proponer una manera de evitarlas⁶:

Pero haciendo alguna reflexión me pareció que la mayor pérdida de aire ocasionada por una cantidad más considerada de hígado [provenía] de estar [el hígado que se está usando] más o menos impregnado de mofeta [puesto que ese hígado], a semejanza de otras sustancias líquidas, debe recibir cierta porción [de mofeta] no combinada sino interpuesta. Con efecto los experimentos siguientes me sacaron de toda duda.

⁴ Así se consigue que el nitrógeno residual esté sometido a la misma presión que el aire inicial, condición necesaria para poder comparar los volúmenes.

⁵ Antoni Martí (1790) en Quintana (1935), pág. 28.

⁶ Antoni Martí (1790) en Quintana (1935), pág. 28.

Sospechaba que si se usaba una mayor cantidad de líquido se llegaría a disolver una mayor cantidad de mofeta (“no combinada, interpuesta”), dando como resultado una mayor cantidad de aire inicial desaparecido lo que podía justificar el “exceso de absorvencia” observado si la medición se realizaba con frascos grandes. Pero, puesto que la disolución de mofeta en el líquido era tan solo una sospecha, era necesario confirmarla a través de la experimentación. Veamos los experimentos a los que recurre para validar la hipótesis⁷:

Una parte [...] de aire sacudido con [...] veinte veces su volumen de hígado perdió 0,26; [pensé] que [aquel hígado] a más de las 0,21 o 0,22 de aire vital que componen el aire atmosférico había también absorbido 0,05 de su mofeta; de ahí deduje que si sacudiese otra igual cantidad de aire común en el mismo hígado [ya usado en el medición anterior], que por la precedente maniobra lo consideraba ya unido a toda la mofeta que pudiese adquirir [es decir, saturado de nitrógeno], no disminuiría más que 0,21 a 0,23; y efectivamente, este fue el resultado.

Efectivamente, trabajando con hígado saturado de mofeta, la cifra 0,26 regresó a la horquilla del 0,21 a 0,23. En adelante sería necesario usar hígado que previamente hubiera sido agitado con mofeta hasta alcanzar su saturación. Tomando esa precaución, usando una disolución de sulfuros saturada de nitrógeno, las desviaciones de los resultados ya fueron muy escasas. La fiabilidad de la prueba había mejorado considerablemente.

Aún observó Martí i Franquès otra variabilidad en los resultados: los días secos se observaban mayores disminuciones de volumen en las muestras gaseosas analizadas. ¿Sería porque en los días secos había mayor cantidad de oxígeno en la atmósfera? Antes de admitir esa hipótesis había que descartar otras posibles causas. Nuestro científico razonó del siguiente modo: en los días secos hay poca humedad en el ambiente, de manera que las posibles partículas de agua líquida que puedan contener los objetos tenderán a evaporarse rápidamente. Eso le podía pasar al tubo en el que se realizaba la medición. Pero la evaporación de las partículas de agua que impregnan el tubo es un proceso que requiere calor: las gotas de agua tomarán el calor que necesitan para pasar a vapor del propio tubo⁸. La pérdida de calor en el tubo le producirá un ligero descenso de temperatura. Al disminuir la temperatura del gas analizado que permanece en el interior del tubo también disminuirá su volumen⁹. De manera que la mayor disminución de volumen observada no era porque hubiera una mayor cantidad de oxígeno sino porque el gas que quedaba (la mofeta que contenía la muestra

⁷ Antoni Martí (1790) en Quintana (1935), pág. 29.

⁸ Es un fenómeno similar a la sensación de frescor que percibimos en nuestra piel cuando se evapora nuestro sudor, por ejemplo cuando acercamos una corriente de aire.

⁹ Recordemos que el volumen que ocupa un gas depende de modo directo de su temperatura.

analizada) se había enfriado un poco. Para corregir esa fuente de error era necesario hacer las lecturas de volúmenes (antes y después de la reacción con los sulfuros) a la misma temperatura, para lo que Martí i Franquès sumergía el eudiómetro cerrado en un recipiente que contuviera agua a una misma temperatura a lo largo de la medición. Tomando esta nueva precaución la disminución de volumen apreciada en los días secos era exactamente la misma que en los demás días. Había desaparecido la otra fuente de error. Los resultados eran constantes en cualquier circunstancia.

Los resultados obtenidos no dejaban abierta ninguna duda en sus dos aspectos centrales: la proporción de oxígeno en el aire atmosférico es constante y esa proporción es del 21%. La constancia de la proporción tiraba abajo una de las sospechas con las que trabajaba Antoni Martí y que era creencia común en los ambientes científicos y médicos de la época: se consideraba que el oxígeno era fuente de salud para los animales en general y que el aire viciado de las prisiones, de los hospitales o de las aglomeraciones humanas era pernicioso para la salud por contener una menor proporción de oxígeno. Recordemos que cuando el químico inglés Priestley descubrió el modo de obtener oxígeno puro¹⁰ lo dio a respirar a unos ratones observando que aumentaban notablemente su vitalidad. También observó que todas las combustiones se aceleraban si se hacían en presencia del gas recién descubierto. Fue por esas razones por lo que en determinados ambientes científicos (también nuestro científico) denominaron “aire vital” a ese gas que era una parte del aire atmosférico. Sabiendo ya medir de manera rápida y fiable la proporción de oxígeno en cualquier ambiente, Antoni Martí se aplicó a medirla en los lugares más diversos esperando encontrar diferencias que pudieran explicar los diferentes grados de salubridad. Realizó mediciones en la orilla del mar, en el interior de una iglesia repleta de fieles, en la parte superior de un teatro en plena función, en la orilla de una balsa de cáñamo, ... para concluir que:

[...] ni la humedad, ni la sequedad de la atmosfera, ni el estar más o menos cargada de exhalaciones [...] han causado diferencia alguna [...] el número 21 de la parte vital hallado tantas veces [...] denota que los elementos que constituyen su porción elástica [...] son respectivamente invariables¹¹.

No había lugar a la duda: el aire que percibimos como viciado tiene la misma proporción de oxígeno que el aire limpio. Ese hecho abría, al menos, dos interrogantes en su mente:

- a. Si las enfermedades y el malestar propios de los ambientes viciados no se pueden atribuir a un déficit de oxígeno ¿cuál otra puede ser su causa? Martí i Franquès se

¹⁰ Calcinando óxido de mercurio el día 1 de agosto de 1774.

¹¹ Antoni Martí (1790) en Quintana (1935), pág. 31.

responde: “Los experimentos eudiométricos no han podido allanar esta dificultad, enseñándonos solamente que la insalubridad de ciertos lugares debe atribuirse a que haya en su atmósfera una cantidad más considerable de [otros] fluidos aeriformes”.

- b. Si los seres vivos consumimos oxígeno atmosférico en nuestra respiración, ¿cómo se puede explicar que su proporción no vaya disminuyendo con el paso del tiempo? Nuestro científico lo explica recurriendo a sus creencias religiosas y también a sus conocimientos científicos. Así, afirma¹²:

Pero si [hasta ahora] se ignoraban los medios de que la Divina Providencia se ha valido para [restaurar la calidad del aire], ahora acaba de manifestar a los investigadores de sus obras que uno de los medios más poderosos son las plantas cuando reciben los rayos del más brillante de los astros que ha creado.

Efectivamente, en junio de 1787 había comunicado a la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona una memoria titulada “Observaciones sobre el aire vital de las plantas y particularmente de la pita” en la que describía los experimentos que había realizado sobre los gases desprendidos por las plantas en su actividad vital, los procedimientos que había seguido para recoger esos gases, para caracterizarlos, medirlos y ponerlos en relación con otros factores.

“[...] las hojas de las plantas expuestas al sol debajo del agua en todas las estaciones del año le han dado [al experimentador] aire vital; que la pita se distingue en la elaboración tan copiosa de este aire que puede llegarse a obtener los vasos llenos de él en la exposición solar de un solo día [...] que se logra casi enteramente puro[...].”¹³

El párrafo anterior sirve para introducirnos en otra vertiente de nuestro científico. Algunos investigadores han apuntado la posibilidad de que las incursiones de Martí i Franquès en el campo de la química fueran solamente una derivación de su camino principal que era el estudio del mundo vegetal.

El botánico observador y experimentador

El mayor interés de Martí i Franquès en el mundo de la botánica no estuvo dirigido a clasificar las plantas en géneros y especies analizando sus formas, similitudes y características. A esa tarea se estaban dedicando otros significados botánicos y, por lo que podemos descubrir en su biblioteca, nuestro científico conocía esos trabajos. El botánico sueco Linneo diferenciaba entre los “verdaderos botánicos” que se ocupaban

¹² Antoni Martí (1790) en Quintana (1935), pág. 36.

¹³ Quintana (1935), pág. 147.

de la clasificación de las plantas atendiendo a sus características y los “botanófilos” que estudiaban cuestiones relacionadas con su fisiología y su reproducción¹⁴. Martí i Franquès pertenecía, sin duda, a esta segunda clase. Quizás llevado por su doble condición de agricultor y científico centró su atención en aspectos relacionados con la reproducción de los vegetales. Así, el día 18 de marzo de 1791 leyó ante la Junta de la Real Academia de medicina práctica de Barcelona la memoria titulada “Experimentos y observaciones sobre los sexos y fecundación de las plantas”. La frase con la que comienza su presentación ya deja marcado el interés que puede tener el estudio del tema de cara al conocimiento científico pero también de cara a la producción agrícola:

*Desde la más remota antigüedad se había ya observado que una palma producía pocos o ningunos dátiles si estaba sola*¹⁵.

La sospecha de que las plantas se reproducen por unos mecanismos similares a los animales no había sido plenamente acogida y aún en el siglo XVIII había autores a los que esa similitud les parecía absurda:

*[...] pero no fue generalmente aprobada la hipótesis del sexualismo de las plantas, pues que el célebre Tournefort, y otros la tenían por absurda, y fue aun después combatida por el esclarecido Pontedera*¹⁶.

Efectivamente, la hipótesis de la reproducción sexual de las plantas no estaba instalada de una manera general entre los estudiosos del mundo vegetal. Una de las hipótesis alternativas insinuaba una generación espontánea de la materia vegetal viva y estaba asentada en experimentos como el realizado en 1745 por el biólogo inglés y sacerdote católico John Needhman quien hirvió caldo de carne para así destruir posibles organismos vivos preexistentes y lo colocó en un recipiente en el que pudiera penetrar el aire, al que consideraba portador de una fuerza vital necesaria. Al cabo de pocos días observó la aparición de colonias de microorganismos¹⁷. Tras otros experimentos en la misma línea, en 1749 publicó “*Observaciones acerca de la Generación, Composición y Descomposición de las sustancias Animales y Vegetales*”. Unos años más tarde, el también sacerdote católico Lazzaro Spallanzani repitió el experimento de Needhman pero sellando el recipiente para evitar el contacto del caldo con el aire. De ese modo ya no aparecieron las colonias de microorganismos que había observado Ne-

¹⁴ Bernat (2011), pág. 5.

¹⁵ Martí, Antoni (1791), pág. 1.

¹⁶ Martí, Antoni (1791), pág. 4.

¹⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/John_Needham.

edham. Spallanzani pretendía así negar la discutida generación espontánea de la vida a partir de los ingredientes de un caldo. No era posible que ningún ser vivo surgiera de una materia inanimada. En algún momento Spallanzani asumió las teorías ovistas que afirmaban que el Creador del universo había ya dispuesto en el momento de la creación que en cada óvulo femenino ya residirían, de una manera preformada, todos los seres vivos que irían apareciendo en el futuro, de manera que cada organismo no es más que el resultado del desarrollo de uno de aquellos gérmenes presentes en el óvulo femenino del que procede. El pastor protestante Senebier, que recogió gran parte del pensamiento de Spallanzani, llegó a afirmar:

*No hay en absoluto hombres, animales, plantas, animáculos de infusión que no hayan existido desde hace seis mil años, y que desde ese tiempo no hayan experimentado un desarrollo sucesivo en el seno de las hembras, donde estaban depositados*¹⁸.

Pero la hipótesis de una reproducción sexual en el mundo vegetal fue ganando terreno, sobre todo tras la publicación de las obras del botánico sueco Linneo. Así lo narra Martí i Franquès en la memoria referida:

*Pareció el gran Linneo, que en el año de 1735 dio a luz sus “Fundamentos botánicos”, y después en el de 1745 publicó sus tan celebrados “Esponsales de las plantas”, en los cuales son tantas y tan robustas las razones alegadas a favor de la opinión de los dos sexos, y generación de los vegetales, que son capaces de arrastrar el asenso general. Desde entonces no pasó ya por ridícula esta doctrina*¹⁹.

A pesar de que Linneo había expuesto la hipótesis de la reproducción sexual con el rigor suficiente y había recibido el apoyo de investigadores e instituciones, el italiano Spallanzani siguió insistiendo en que las reproducciones de los vegetales no requerían de la unión de dos principios. Para sustentar esa opinión, Spallanzani publicó que había obtenido semillas fértiles de cáñamo (y también de algunas otras especies) a partir de plantas femeninas, debidamente aisladas de las plantas masculinas. En su memoria, Antoni Martí reconoce la gran importancia que tendrían esos resultados, pues, de ser ciertos, invalidarían la hipótesis de Linneo y apoyarían los enunciados ovistas. Así lo explica en su memoria:

reduciéndose a tres las suposiciones que pueden igualmente hacerse para explicar la fecundación vegetal, a saber: o los embriones preexisten en el ovario, o pertenecen solamente al polvo fecundante, o se forman de la reunión de dos principios. Su preexistencia [de

¹⁸ Senebier, Jean (1787), “Une ébauche de l’histoire des êtres organisés avant leur fécondation”. En: Spallanzani, Lazzaro, *Expériences pour servir à l’histoire de la generation des animaux et des plantes*, Genève, Imprimerie de Bonnat, p. XXIX. Citado por Camós, Agustí (2013), Pág. 7.

¹⁹ Martí, Antoni (1791), Pág. 5.

los embriones] a la fecundación sería ciertamente la conclusión legítima, que se seguiría de las premisas del Señor Spallanzani²⁰.

En la última parte del párrafo anterior usa el modo condicional. No explicita ninguna condición pero el tono con el que discurre el resto de la memoria deja entrever que la opinión del autor es que aquella conclusión se seguiría de las premisas del Señor Spallanzani solamente si fueran ciertos los resultados relatados. Y eso es precisamente lo que pretende reconsiderar en las páginas siguientes. Recuerda que Linneo (al que se refiere como el “Plinio del Norte”) había ejecutado también experimentos sobre la reproducción vegetal²¹:

puede advertirse que [Linneo] hizo también uno [experimento] sobre el cáñamo, y con efectos contrarios á los del sabio Italiano, habiéndole solamente producido semillas la planta femenina que estaba entre otras masculinas, al paso que quedaron estériles todas las flores de otra que había guardado separada de los machos.

En las páginas siguientes va relatando experiencias y observaciones sencillas sobre la producción de semillas en plantas de cáñamo dispuestas en diferentes situaciones para concluir que solamente aparecen semillas en aquellas plantas que habían podido recibir polvo de polen por una u otra vía:

,[...] forzándome todos [los conocimientos que he adquirido] a admitir el principal punto de la necesidad de la comunicación de los dos sexos para quedar efectuada la fecundación en el cáñamo²².

¿Cómo explicar las observaciones en el sentido contrario del señor Spallanzani? Nuestro científico señala algunas posibles causas de los errores presentados por el sacerdote italiano:

Tenía yo una hembra solitaria, cuyos pistilos se mantuvieron largos [es decir, sin fecundar] por mucho tiempo sin dar señal alguna de producción, visitábala frecuentemente, y sólo después de mes y medio advertí en una de sus ramas algunos pistilos que se secaban antes de llegar á aquella largura que debían haber adquirido por causa de la privación del polvo [...] mirando con cuidado sus gérmenes, hallé efectivamente, que engordaban [...] registré con atención aquella rama, y se me presentaron dos flores con cinco estambres que remataban en otras tantas anthéras²³.

²⁰ Martí, Antoni (1791), Pág. 8.

²¹ Martí, Antoni (1791), Pág. 9.

²² Martí, Antoni (1791), Pág. 24.

²³ Martí, Antoni (1791), Pág 31.

Es decir, una planta femenina solitaria había generado semillas pero una aguda observación había mostrado que, a pesar de ser una planta femenina, tenía dos flores masculinas que solamente se habían descubierto tras una observación muy atenta. El polen de las anteras de esos estambres habría fecundado los pistilos de la misma planta. A Spallanzani se le había podido escapar la presencia de esas flores masculinas que, de manera inesperada, pueden aparecer en una planta femenina.

Otra posible causa de error en las observaciones de Spallanzani aparece señalada en el siguiente relato:

Reflexionando, pues, sobre uno de los experimentos del Señor Spallanzani, es de notar que empezó á distinguir los individuos machos de las hembras hacia el veinte de Mayo; entonces arrancó todas las plantas masculinas, y conservó cuatro femeninas que dejó expuestas al sol y al aire sobre una ventana. [...] afirma que hacia el ocho de Junio una crecida cantidad de granos estaba ya en su madurez²⁴.

Es decir, diecinueve días después de haber arrancado las plantas masculinas, las plantas femeninas que habían permanecido estaban proporcionando semillas fértiles. Sin embargo Martí i Franquès escribe:

Las fecundaciones artificiales sobre el cáñamo me han enseñado, que aunque sus simientes después de diez días de su concepción habían tomado ya a lo menos las dos terceras partes de su magnitud natural, a los diez y ocho eran aun ineptas para la germinación, pues que sembradas no nacieron; á veinte y tres días hallé ya algunas maduras, y al cabo de un mes de haber concebido los granos, están ya comúnmente aptos para germinar en nuestro clima²⁵.

Es decir, las semillas producidas son capaces de germinar al cabo de un mes de haber sido fecundados los pistilos. Si las semillas obtenidas por Spallanzani fueron fértiles el día 8 de junio, la fecundación debió suceder en torno al día 8 de mayo. Pero las plantas masculinas habían sido separadas el día 20 de mayo porque solo en aquella fecha había sido posible distinguir las flores femeninas de las masculinas. Parecía evidente que las flores masculinas, aunque jóvenes, habían formado polen antes de ser arrancadas y aquel polen había tenido tiempo de realizar su tarea fecundadora.

Los resultados mostrados por Spallanzani no estaban siendo muy consistentes. Pero a pesar de las evidencias anteriores, Antoni Martí no pretendió enviar al olvido

²⁴ Martí, Antoni (1791), Pág. 34.

²⁵ Martí, Antoni (1791), Pág. 35.

las opiniones en torno a la preexistencia de embriones en cada óvulo. Su cautela le lleva a dejar la cuestión abierta:

*No me detendré en proponer otras razones favorables o contrarias a esta última tan ruidosa opinión de la preexistencia, tocada solo por la relación que tienen con ella las observaciones precedentes, y que lejos de estar aún decidida, necesita tal vez una infinidad de investigaciones [...]*²⁶.

No zanja la cuestión pero deja meridianamente establecido que la única fuente de conocimiento verdadero es la investigación. En la misma idea insistirá algunas páginas más adelante de la misma memoria cuando escribe:

*Ya que el hombre tiene en su mano encontrar la verdad por medio de experimentos*²⁷.

Y con experiencias y observaciones pretenderá Martí i Franquès, años más tarde, abordar el estudio de otra cuestión relevante relacionada con la reproducción de los seres vivos: ¿cuál es la relación entre la materia inanimada y la materia viva?. Es, efectivamente, una cuestión muy amplia, con grandes implicaciones, a la que nuestro hombre intentó acercarse desde su rudimentario laboratorio doméstico. Sobre esta cuestión no publicó ninguna memoria pero dejó escritas numerosas anotaciones de las experiencias realizadas, los resultados obtenidos y también algunos de los interrogantes que surgían en su mente para guiar posteriores investigaciones. Eran preguntas inspiradas en sus propias observaciones iluminadas por las lecturas de aquellas obras que le iban llegando desde la primera línea de la ciencia europea. Quizás nos pueda sorprender hoy la ingenuidad de algunas de esas anotaciones, pero no cabe duda de que cada una de ellas ocupaba un lugar en el edificio intelectual de un hombre de ciencia de aquel momento. Veamos algunas de ellas.

*El agua de lluvia recogida en aljibe [...] expuesta al sol por espacio de un mes no dio gas ni materia verde*²⁸.

*El agua de mar en pequeños frascos no tapados [...] no dio materia verde ni sola, ni con patata, ni con sangre de merluza cuajada*²⁹.

²⁶ Martí, Antoni (1791), Pág. 79.

²⁷ Martí, Antoni (1791), Pág. 82.

²⁸ Quintana (1935) pág. 229 Apdo. 4.

²⁹ Quintana (1935) pág. 228 Apdo. 1.

*Un excremento reciente de un pajarito [mezclado] con agua de cisterna y con sal común [...] expuesto al Sol [...] dio pronto materia verde y gas [...].*³⁰

En las experiencias referidas había colocado las disoluciones descritas en tubos o frascos que colocaba invertidos con su boca introducida en otro recipiente con agua. Solamente observó que se había generado materia verde y gas en el frasco que contenía el excremento del pajarito, es decir, materia procedente de otro ser vivo. En otro apartado muestra su sospecha de que las babas de los caracoles pueden ser las responsables de la aparición de masas verdosas en los lugares húmedos. A esa materia que procede de otros seres vivos y sin la cual no aparecen nuevas formas de vida Antoni Martí la denominó “materia carbonosa”. En esa denominación ya está implícito el conocimiento de que el carbono está presente en la materia que constituye cada ser vivo, y por tanto también en el excremento de los pajaritos y en las babas de los caracoles.

Martí i Franquès dispuso los frascos expuestos al sol porque, ya en el año 1779, el científico neerlandés Jan Ingenhousz había descubierto y publicado que las plantas confeccionaban su materia vegetal realizando la fotosíntesis, lo que requería el aporte de luz solar. Si las partes verdes de una planta estaban sumergidas en agua, al ser iluminadas por el sol iban desprendiendo pequeñas burbujas de un gas que se iban acumulando en la parte superior del frasco. Las propiedades que presentaba ese gas evidenciaban que se trataba del gas oxígeno, descubierto pocos años antes. Antoni Martí tenía obras de Ingenhousz en su biblioteca y ya en 1786 había publicado una memoria titulada “El aire vital de las plantas y particularmente de la pita”. Sabía, por tanto, reconocer la presencia de materia vegetal. No es de extrañar que recurriera a este tipo de observaciones sencillas para comprobar la aparición de materia viva vegetal en sus experimentaciones.

Con sus experimentos (y también con las lecturas de lo trabajado por otros investigadores) nuestro científico ya daba por establecido, al menos de momento, que la aparición de una materia viva nueva, la materia verde, requería la participación de “materia carbonosa”, es decir, materia procedente de otro ser vivo. También observó que esa materia verde era susceptible de ser manipulada para adquirir formas más complejas y se preguntaba hasta qué grado de complejidad se podía llegar con esa manipulación:

*[a la materia verde precipitada en los frascos] le puedo dar forma a mi voluntad en puntos, faxas, granos, en [formaciones] parenquimatosas, en pieles, en substancias gelatinosas, membranáceas, [...] ¿Podríase también descubrir el mecanismo con que se forman el líber, la madera, [...] las hojas, las flores [...]*³¹.

³⁰ Quintana (1935) pág. 228 Apdo. 3.

³¹ Quintana (1935) pág. 223 Apdo. 10.

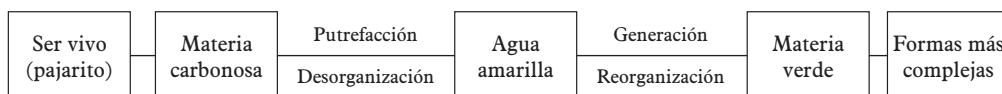
Quizás esa materia verde pueda dar lugar a formas de vida de mayor complejidad..., pero ¿de dónde surgía esa materia verde con vida? Nuestro científico probó a realizar sucesivas filtraciones del agua en la que había aparecido la materia verde y encontró que la parte líquida de la filtración era un agua con un color amarillento. ¿Esa agua amarillenta es un eslabón previo a la aparición de la nueva materia viva?:

*en fin, ¿dimanarían todas las plantas de aquella agua que observé amarillenta, en que principia la vegetación [...] un instante antes de lo que se llama vida?*³²

El agua amarilla era importante en el proceso de generación de la nueva materia viva. Él sabía que se formaba a partir de “materia carbonosa” procedente de otro ser vivo, sol y agua. También sabía que el agua amarilla podía desprender, según las condiciones en que se encontrara, gas de los pantanos (nuestro metano), gas carbónico y oxígeno. ¿pero cuáles son las sustancias presentes en el agua amarilla?

*En el agua clara, transparente y amarilla [puede haber] en un estado de grandísima división [...] carbonoso, carbón hidrogenado o un óxido de los dos. ¿O [quizás] se compone de los tres principios: carbón, hidrógeno y oxígeno? ¿O es éste uno de aquellos problemas, si no irresoluble, muy difícil de resolver?*³³

Esos constituyentes que, tan finamente divididos, están presentes en el agua amarilla ¿cómo han aparecido en ella? Martí i Franquès supone que la “materia carbonosa” debe pasar por un proceso de putrefacción. Ese proceso es, en realidad, una desorganización de las sustancias que la componen dando lugar a un conglomerado de sustancias desorganizadas que son las responsables del color amarillento. Esas mismas sustancias son susceptibles de reorganizarse de un modo nuevo para dar lugar a la materia verde que él viene observando, es decir, a una materia viva diferente de aquella de donde procedía la materia carbonosa usada. El esquema podría ser el siguiente:



*El agua amarillenta y transparente en que se halla sumamente dividida la materia carbonosa antes desorganizada por medio de la fermentación pútrida, ¿podría obtenerse por otros medios que por el dicho de la putrefacción?*³⁴

³² Quintana (1935) pág. 223 Apdo. 10.

³³ Quintana (1935) pág. 223 Apdo. 12.

³⁴ Quintana (1935) pág. 223 Apdo. 13.

En el interrogante anterior, nuestro científico parece aproximarse a la vieja cuestión de si es posible obtener materia viva partiendo de sustancias que no hayan estado anteriormente en un ser vivo, ni animal ni vegetal. Es un tema que estaba siendo debatido en las publicaciones científicas europeas y que está en estrecha relación con las creencias religiosas pues en el fondo se está cuestionando la posibilidad de que la vida haya podido surgir a partir de la materia inanimada, sin que haya sido necesaria ninguna intervención del Creador.

Veamos la duda anterior en forma de otro interrogante también escrito por nuestro científico:

*Así como las sustancias vegetales y animales sumamente atenuadas y desorganizadas por medio de la putrefacción disueltas en el agua la vuelven amarilla y se reorganizan verdeando, ¿el carbón negro destituido de su agua, de los gases hidrógeno y oxígeno, reducido a finísimo polvo [...] podría reducirse a que disuelto en agua la volviese amarilla?*³⁵

Nos han quedado algunos indicios de la inquietud que pudo aparecer en el ánimo de Antoni Martí cuando las evidencias experimentales pudieran entrar en confrontación con sus creencias religiosas. Pero a pesar de esa inquietud no renunció a seguir interrogando a la naturaleza a través de experimentos y observaciones. Su afán por saber y entender queda muy bien descrito en la nota necrológica que su amigo el doctor Jaime Parcet publicó a los pocos días del fallecimiento de nuestro científico:

*[...] Su habitación aislada en un ángulo de la casa, estaba contigua a un espacioso terrado descubierto ocupado de cajones y numerosas macetas, provisto todo de plantas de varias clases, órdenes, géneros y especies. Los adornos del indicado aposento, consistían en libros, manuscritos, notas varias, en trozos de papel, algunas macetas, muchos tiestos con mezclas diferentes y varios recipientes con gases de todas maneras. Este gabinete despreciable en la apariencia e inestimable por su esencia, es donde con su sublime penetración podemos decir que ha sorprendido a la Naturaleza, pues que facilitando combinaciones de principios ha conseguido organizaciones vegetales, las cuales estaba cierto no procedían de otro símil. Se le ha oído repetidas veces que a un cadáver lo reduciría todo a una masa térrea y que ésta la dispondría después de un modo que todos sus principios o la mayor parte de ellos constituirían organizaciones vegetales improcedentes también de símil [...].*³⁶

³⁵ Quintana (1935) pág. 224 Apdo. 14.

³⁶ PARCET, JAIME. «NECROLOGÍA» Reproducida en *Bulletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, 1907, Núm. 20, p. 695-700, <https://raco.cat/index.php/ButlletiArq/article/view/333817>.

Sus experimentos y sus interrogantes estaban girando alrededor de cuestiones de gran importancia. Su laboratorio era rudimentario, sus utensilios eran poco más que domésticos, pero su método de trabajo era plenamente acorde a los tiempos pues se basaba en el estudio de las aportaciones de otros científicos y en desarrollar experiencias a través de las cuales la naturaleza pudiera mostrar sus secretos y señalar posibles respuestas.

Concluyendo

Cuando Antoni Martí indagaba en la naturaleza y exponía sus observaciones habían pasado solamente 160 años desde la condena del Santo Oficio a Galileo. Aquella condena castigaba el método que había seguido Galileo para elaborar conocimiento. Era un método basado en la observación y en la experimentación. El sabio florentino había observado los satélites de Júpiter y luego experimentó con las velocidades de los cuerpos sometidos a la gravedad. Fuera cual fuera el objeto del saber, el método para elaborar conocimientos nuevos debía estar basado en la observación y la experimentación. Galileo fue condenado por no aceptar una autoridad que marcara restricciones a lo que el hombre podía llegar a saber. Unos años más tarde la ciencia europea estaba elaborando conocimientos sustentados tan solo en observaciones, sin atender a obediencias y dejando en segundo plano las creencias, aunque el tránsito no fue instantáneo ni sencillo. Todavía en 1787 el pastor protestante Senebier, al que ya nos hemos referido anteriormente, advertía que negar la preexistencia de todos los seres vivos en cada óvulo femenino nos acercaría al ateísmo³⁷. Era un intento de colocar las creencias como argumento sustentador de algunas tesis.

Nuestro científico perteneció a esa gran corriente de hombres de ciencia que se propusieron confeccionar verdades que estuvieran asentadas en hechos y no en golpes de autoridad, ya fuera religiosa o de otro tipo. Tanto en el campo de la química como en el de la botánica el científico catalán supo andar por los caminos de la ciencia libre que colocaba al experimento en el centro de la actividad científica, contribuyendo de esa manera a asentar el convencimiento de que el hombre es capaz de acceder a conocimientos que nos podrán proporcionar bienestar y nos darán luz para ir entendiendo las diversas parcelas del mundo.

³⁷ Camós, Agustí (2013). Pág. 7.

Bibliografia:

- BERNAT, Pasqual (2011), “Antoni Martí i Franquès i el sexe de les plantes”, Recull de Treballs del Centre d’Estudis Sinibald de Mas (12), pp. 40-51.
- CAMÓS, Agustí (2013), “Antoni de Martí i Franquès, la generació espontànea y la transformació de los organismos”, *Asclepio* 65 (2): p022. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2013.22>
- GRAPÍ, Pere (2001), “Antoni Martí i Franquès i la nova química del segle XVIII”, *Estudis Altafullencs*, 25, pp. 51-58.
- GRAU, Josep (2011) “La química de l’aire”. En: MARTÍ, Antoni. *La química de l’aire*, Tarragona, Publicacions URV.
- MARTÍ, Antoni (1790), “Sobre la cantidad de aire vital que se halla en el aire atmosférico y sobre varios medios de conocerla”. Memoria leída ante la RACAB el 12 de mayo de 1790.
- MARTÍ, Antoni (1791), “Experimentos y observaciones sobre los sexos y fecundación de las plantas”, Barcelona, Vda. Piferrer.
- QUINTANA, Antoni (1935), “Antoni Martí Franquès. Memòries originals. Estudi biogràfic i documental”. En: *Memòries de l’Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, tercera época, vol. XXIV.
- ROVIRA, Salvador (1982), *Antoni Martí Franquès i l’Altafulla del seu temps: 1750-1832*, Altafulla, Centre d’Estudis d’Altafulla