

La química en la botica de El Escorial

- I. Introducción: Las actividades químicas en el siglo XVI.**
- II. La destilación.**
- III. Diego de Santiago y el *Arte Separatoria* (1598).**

I. INTRODUCCIÓN: LAS ACTIVIDADES QUÍMICAS EN EL SIGLO XVI

Quiero ante todo mostrar mi satisfacción y agradecimiento por encontrarme hoy, aquí, formando parte del grupo de personas que se ha reunido precisamente en El Escorial para hablar de la ciencia en El Escorial. Es una circunstancia sumamente sugestiva y estimulante que al propio tiempo presenta un alto interés histórico. No me cabe duda de que encontrándonos como nos encontramos en uno de los puntos clave para el conocimiento de la ciencia española del siglo XVI, vamos a enriquecernos conjuntamente en este Simposio y vamos a dar un paso importante en un tema ya conocido, pero sobre el que hay que volver de nuevo para alcanzar una visión de conjunto, objetiva y matizada.

Lamento profundamente que motivos burocráticos y presupuestarios hayan impedido la presentación en este ámbito, tan oportuno, de la edición facsímil del *Arte Separatoria*, de Diego de Santiago, que se encuentra todavía en preparación ¹. Precisamente la exposición que sigue está basada en la introducción que para tal fin hemos preparado el profesor López Piñero y yo, si bien la parte que a él corresponde, centrada en el estudio del paracelsismo y su repercusión en España, será aquí sólo aludida para evitar solapamientos con otras aportaciones. La ponencia del profesor Barona ha recogido de forma clarificadora los aspectos del paracelsismo que en otro caso hubiera sido conveniente incluir aquí. Es en la introducción a que me he referido donde cobra sentido el desarrollo extenso realizado por López

1. Esta edición, en prensa, está siendo preparada por la Fundación Gil Albert, de Alicante, en colección dirigida por el Dr. Lluís Garrigós.

Piñero, por lo que cabe remitir allá al interesado. Así pues, centraré mi intervención en la descripción crítica del *Arte Separatoria* como cima visible de la química que en El Escorial se desarrollara.

Si esta intervención se produjera en forma de conferencia aislada, aconsejable sería trazar las líneas maestras de la ciencia renacentista, pero el marco en que tiene lugar me exime de hacerlo.

El acercamiento a la realidad del hecho químico en el período de tiempo a que aquí nos referimos, está erizado de dificultades derivadas de la escasa tradición de los estudios históricos en nuestro país. Tan sólo las aportaciones de la minerometalurgia hispanoamericana han sido objeto de estudios sistemáticos, y aún ellas, en ocasiones, sin el necesario rigor crítico. Son mayores las dificultades en otros sectores del saber que más tarde confluirían en la constitución de la química, pues en muchos casos no han merecido hasta el momento ninguna consideración.

El acotamiento del ámbito disciplinario exige fijar unos límites arbitrarios. Considerando improcedente la aplicación del concepto «química» a una época en la que no existía como tal, se hace preciso seleccionar entre las actividades en uso en el siglo XVI. Definitivamente creemos que cabe calificar como química el arte de los metales, el ensayo, el arte separatoria, la alquimia y el paracelsismo. Excluimos aquí la artillería y la praxis farmacéutica; la primera, por su escasa entidad química y por haber sido suficientemente tratada en la obra de Vigón ² (1947), y la segunda, por estar incluida en otras ponencias. No obstante, los aspectos metodológicos de mayor interés en la preparación de productos farmacéuticos –la destilación de productos naturales– forman parte del arte separatoria ³.

Si hubiéramos trazado las coordenadas generales de la ciencia renacentista a que antes nos referíamos, a buen seguro hubiéramos debido aludir de forma destacada a una doble actividad en relación con los saberes de la Antigüedad. Por una parte, la tarea de recuperación de los mismos, culminando una obra ya iniciada en las centurias anteriores; por otra, el enfrentamiento crítico a esas mismas doctrinas desde nuevos supuestos.

2. VIGÓN, J., *Historia de la artillería española*, Madrid 1947, 2 ts.

3. Muchas de estas ideas figuran en la tesis doctoral del autor. E. PORTELA, *Los orígenes de la química moderna en España*, Tesis de Valencia, 1977.

La primera de estas vertientes ocupa lugar preferente en cuanto al número de personas dedicadas a la ciencia. En la segunda, se alinearon en un principio personas aisladas que, con sus críticas, fueron abriendo paso al desmoronamiento del edificio clásico y a la aparición de las nuevas disciplinas; las críticas a que aludimos pueden referirse a la observación de hechos nuevos que no fueron considerados por los clásicos y sin posible justificación dentro de los esquemas tradicionales, o bien pueden referirse a rectificaciones en detalles o en profundidad que requieren replanteamientos más o menos drásticos en sectores concretos, como por ejemplo, el paracelsismo.

En el caso de la química, es cierto que los autores clásicos no se enfrentaron directamente con sus problemas, lo cual hubiera debido permitir una mayor libertad de acción a sus cultivadores. Ello no obstante, la rigidez de las doctrinas aristotélicas vigentes en relación a la constitución de la materia y su ambigüedad en cuanto a la posibilidad del cambio significaron serias dificultades en el establecimiento de un núcleo teórico básico en torno al cual se desarrollara la química; en este sentido, la química comparte con la astronomía y la física una cierta «peligrosidad» para el mantenimiento del conjunto ideológico tradicional.

La ruptura que el progreso de las disciplinas enunciadas podría significar sitúa el vértice de sus avances en el límite de lo subversivo.

El enfrentamiento a que nos hemos venido refiriendo se produce a un nivel académico, al margen del cual cabe distinguir dos planos: el que López Piñero (1976) ha llamado la «subcultura científica extraacadémica» y aquellas actividades prácticas conectadas en alguna forma con la actividad científica, pero desligadas de ella ⁴.

En el primero de estos planos, la alquimia ocupa lugar primordial, que se va reforzando por afloramientos ocasionales al nivel académico, en momentos en que así lo permitió el resquebrajamiento del suelo tradicional. La incorporación de las técnicas alquímicas supuso una aportación mayor en la constitución de una metodología de la experimentación química.

4. LÓPEZ PIÑERO, J. M., *Ciencia y sociedad en la España de los siglos XVI y XVII*, Madrid 1976.

En cuanto a las actividades técnicas periféricas, tienen igualmente una aportación decisiva. Las «artes serviles» medievales, convertidas en «artes útiles», confieren a los técnicos un importante prestigio social. Personalidades de la magnitud de Luis Vives defienden apasionadamente la técnica. Frente a la ambición de la Antigüedad de alcanzar un saber teórico general y la modesta situación medieval que basaba las tareas prácticas en un fundamento empírico, se abre paso una nueva tendencia llamada a superar al tradicional divorcio entre ciencia y técnica (López Piñero, 1969) ⁵. Los indudables logros de ésta ayudaron a introducir la idea de progreso, antes inexistente (Maravall ⁶, 1972) y la superioridad de las nuevas técnicas puso en cuestión la valía de los conocimientos clásicos.

Señala Daumas ⁷ (1965) que «el nacimiento de la curiosidad científica ha sido provocado por los primeros conocimientos de la materia y de los fenómenos naturales adquiridos por los técnicos». La idea hoy vigente de que la ciencia es la guía de la técnica es fruto de una inversión introducida históricamente al inicio de la llamada revolución industrial.

Así pues, una base empirista que hace uso sistemático de la comprobación directa y objetiva de los hechos, fue socavando los criterios de autoridad y suplantándolos por el nuevo valor de la experiencia. La fe creciente en la autonomía de la razón humana y de sus posibilidades en la comprensión de los fenómenos naturales está en la base de la crisis epistemológica que permitió lo que en alguna forma se ha podido llamar «revolución científica». Es en esta línea donde mejor podremos apreciar la singular relevancia de Diego de Santiago.

Dentro del aislamiento ideológico que se produjo en las últimas décadas del siglo XVI, que impidió a los científicos españoles adoptar el viraje que la ciencia europea experimentó, fue característico seguir cultivando, en manos de la inercia, una ciencia anacrónicamente renacentista. Ello hace especialmente relevantes a persona-

5. LÓPEZ PIÑERO, J. M., *La introducción de la ciencia moderna en España*, Barcelona 1969.

6. MARAVALL, J. A., *Estado moderno y mentalidad social*, Madrid 1972.

7. DAUMAS, M., *Histoire Générale des Techniques. II. Les premières étapes du machinisme*, París 1965.

lidades del talante de Diego de Santiago. Sólo un siglo después, a finales del siglo XVII, el movimiento «novator» retomó una trayectoria que hubiera sido innecesaria si la obra de aquél y de otros científicos de sus características hubieran tenido unos continuadores imposibles en las condiciones que ahogaron la actividad científica española durante más de una centuria.

En una descripción somera de la química del siglo XVI es obligada la referencia a la metalurgia, cuyo marco general esbozamos a continuación. Dejando aparte algunas obras menores y libros de recetas, los dos grandes tratados metalúrgicos del siglo XVI son la *Pirotechnia* (1540) de Biringuccio y *De re metallica* (1561) de Agrícola. Coincidimos con Singer (1957) al afirmar que estas grandes obras presentan muchos aspectos cuantitativos derivados de la experiencia, pero también es cierto que no se preocupan en contrastar ésta con la teoría.

En cuanto a las obras citadas, no cabe duda de que la mayor difusión y vigencia corresponde a *De re metallica*. Debe considerarse que Agrícola carecía de formación técnica, por lo que su obra es esencialmente descriptiva, pero la claridad de exposición y la insólita cantidad y calidad de las ilustraciones, convierten este libro en el mejor resumen de los conocimientos metalúrgicos de su época. En esta línea se encuentra otro libro del mismo título, *De re metallica* (1568), del español Bernardo Pérez de Vargas. Se trata de una obra de escasa originalidad pero con un nivel de información razonable. Su mayor mérito estriba en haber puesto en circulación una serie de conocimientos principalmente metalúrgicos, en lengua castellana, casi en simultaneidad con los países e idiomas europeos más avanzados. Es interesante adelantar aquí que los tratadistas españoles de la minerometalurgia del siglo XVI ignoraron las aportaciones de Paracelso en este campo.

Durante los siglos XVI y XVII no se produjeron invenciones espectaculares en la metalurgia, si bien conviene subrayar la trascendencia que para España supuso el desarrollo de las técnicas de amalgamación para el beneficio de la plata. Estas técnicas habían sido descritas por Biringuccio en la obra citada, pero está probado que no fueron utilizadas en Europa a escala industrial y que este cambio de escala exigía una notoria actividad de adaptación y puesta a punto,

investigación que se precisaba de nuevo cada vez que variaban las condiciones de las menas disponibles. La gran exposición sistemática del beneficio de la plata es el *Arte de los Metales* (1640), del también español Alvaro Alonso Barba, un auténtico tecnólogo de mentalidad y práctica moderna ⁸.

Por lo demás, hay que insistir en ello, este período se caracteriza más bien por la aplicación de métodos ya conocidos en escalas crecientes, gracias al incipiente concurso del sistema capitalista y la mecanización. Ha sido ingenuo considerar que la gran industria química de comienzos del siglo XIX haya podido surgir como por ensalmo a consecuencia de los decisivos trabajos de los químicos de la generación de Lavoissier; antes bien, la gran industria química se había desarrollado gracias a unas técnicas muy perfeccionadas y también a las transformaciones de los sistemas económicos. Fue en realidad esta amplia base la que potenció la aplicación de los resultados científicos a partir de las fechas apuntadas.

Nada cabe decir aquí, por no caer en la redundancia, acerca de dos profesiones, la del médico y la del boticario, que tenían una vinculación creciente con la actividad química. Pero de entre las otras ocupaciones con ésta relacionada, cabe la mención a mineros, ensayadores y destiladores.

Debía el minero hacer frente a una amplia serie de funciones no reglamentadas, muy estimuladas por las riquezas americanas. Carentes de formación libresca, el empirismo constituía al propio tiempo la base de su trabajo cotidiano y de las innovaciones que en muchos casos lograron. Recelosos de que otros aprovecharan sus innovaciones, rara vez las dieron a la estampa, e incluso son escasos los manuscritos explícitos, por lo que su saber se transmitió por información oral que incorporaba con frecuencia algunos conocimientos procedentes de la alquimia o de la ciencia académica.

El caso de los ensayadores es distinto, por cuanto se trataba en muchos casos de un cargo oficial vinculado a las casas de acuñación; su tarea principal era el control de la ley de las monedas, aunque también prestaron su concurso a la determinación de la riqueza de

8. PORTELA, E., «Barba, Alvaro Alonso», en *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, Barcelona 1983, vol. I, pp. 97-100.

los minerales, como trámite previo a la explotación de nuevas minas. La disparidad de sus criterios y métodos movió a Felipe II a intentar reglamentar su actividad por medio de una junta de ensayadores que convocó en 1585.

La figura del «destilador» era la más próxima a la idea actual del químico. Aun cuando las funciones a él asignadas consistían en la destilación de «aguas», «aceites» y «quintaesencias», su trabajo real estaba vinculado con cualquier proceso en el que aparecieran reacciones químicas. Como pondremos de manifiesto, en la casa real trabajaron desde 1572 «destiladores» ligados a los laboratorios de El Escorial.

Hagamos ahora una referencia a la edición de publicaciones científicas, dejando al margen aquello que es más general y ciñéndonos a lo que es específico de las áreas que nos ocupan. Conviene destacar a este respecto dos notas importantes: la primera, la exclusión del latín como medio de expresión, lo cual subraya su destino a hombres prácticos del pueblo llano o en algunos casos (Santiago) una rebelión contra el saber tradicional; segunda, la obligada ausencia de ediciones de clásicos, que no se ocuparon de estos temas. El reducido número de obras impresas sobre beneficio de minerales, ensayo, destilación y alquimia se justifica por razones obvias: en el caso del beneficio de minerales, por la transmisión oral selectiva, para impedir la utilización competitiva de nuevas técnicas; en el terreno del ensayo, por consistir éste en la repetición de unas técnicas a las que no se podía dar un respaldo teórico; en la destilación, por lo estrictamente novedoso de la actividad y el escaso número de practicantes, y en la alquimia debido a su carácter secreto y extraacadémico.

Para concluir esta ya amplia introducción general recordemos que la organización científica en una sociedad determinada se ajusta a la estructura que el poder tiene en la misma. Así, la época a que nos venimos refiriendo es la de la afirmación del poder real, con la constitución del estado moderno. El vigor creciente de los municipios fue causa de la proliferación de cultivadores de la ciencia en los medios urbanos. Por último, la iglesia y la nobleza pasaron a constituir elementos residuales de poder.

El naciente estado moderno presentaba vertientes importantes que requerían del concurso de la ciencia y de la técnica, como el

control de los problemas sanitarios y de la realización de obras públicas, el equipamiento y adiestramiento del ejército, el desarrollo de la náutica para facilitar las comunicaciones y el impulso a la explotación de los recursos naturales del imperio.

Fueron estas necesidades las que favorecieron la creación de instituciones científicas y técnicas desde la Corona, como la Casa de Contratación, la Academia de Matemáticas o el Protomedicato. Muchas actividades respondían a este mismo espíritu, como los estudios cartográficos de las colonias y la metrópolis, las observaciones astronómicas o las primeras expediciones modernas. Desde nuestro punto de vista cobran especial relevancia el establecimiento de jardines botánicos o los laboratorios instalados en El Escorial, que funcionaron de forma coordinada ⁹. Más importancia todavía tiene, desde nuestra perspectiva, la promulgación de una ordenanza sobre los medicamentos obtenidos por destilación y el intento de normalización de pesos y medidas que se encargó a Francisco Valles ¹⁰. No hay que olvidar que también las cecas, dependientes del poder real, eran pequeños núcleos de actividad técnica. No deja de ser una pena que después Felipe III entregara el poder a un Duque de Lerma poco interesado en las empresas científicas.

II. LA DESTILACIÓN

Trazado este panorama general de la química del siglo XVI, con algunas alusiones a su práctica en España, parece oportuno profundizar ahora en el caso concreto de la destilación, siguiendo el acercamiento que nos permitirá una correcta ubicación de Diego de Santiago y su obra. Ello nos obligará a hacer alusiones al paracelsismo y a su difusión en España, extraídas en su mayor parte de la ya citada introducción, todavía inédita, a la edición facsímil del *Arte Separatoria*, debidas en su mayor parte a López Piñero.

9. Cf. GONZÁLEZ DE AMEZÚA, A., Prólogo a: *Agricultura de jardines*, por Gregorio de los Ríos (1592), Madrid 1951.

10. VALLÉS, F., *Tratado de las aguas destiladas, pesos y medidas de que los boticarios deven usar, por nueva ordenança, y mandato de su Magestad*, Madrid 1592.

En la literatura secundaria sobre el tema destaca la obra de R. J. Forbes, *A short history of the art of distillation* ¹¹, que analiza el estado de la destilación y sus progresos a través del comentario a numerosos autores clásicos.

Este análisis, prácticamente exhaustivo, ignora por completo la aportación española al tema, hecho no demasiado sorprendente puesto que el *Arte Separatoria* es la única obra de interés relevante, como ya hemos señalado en otros lugares ¹². La falta de estudios españoles sobre la obra ha obstaculizado la incorporación a las grandes síntesis que sin duda merece por la calidad y originalidad de su contenido.

No puede ser objeto de discusión en este lugar el origen de la destilación ni sus sucesivos desarrollos hasta las fechas de nuestro interés. Consideremos tan sólo que esta operación era ampliamente practicada a mitad del siglo XV y que sus principios, hasta cierto punto, eran bien conocidos en la época. Esa amplia práctica a que nos referimos justifica la publicación de numerosas monografías sobre el tema, hecho no detectable para otras operaciones químicas.

El uso más tradicional de la destilación era la producción de bebidas alcohólicas, único sector, con el metalúrgico, que llegó a adquirir dimensiones industriales. Sin embargo, la destilación fue en este campo una mera repetición de sí misma, poco abierta a los desarrollos tecnológicos de otras áreas, por lo que no se le debe prestar aquí mayor atención.

Mayor trascendencia tiene la destilación aplicada a la preparación de productos «puros», fundamentalmente con fines médicos. Como hemos apuntado, esta faceta cobró especial importancia a partir de los intentos de Paracelso por integrar química y medicina, aprovechando el valor medicinal de los compuestos químicos, lo que llevó a idear nuevos métodos de preparación y purificación; son muchos y destacados los científicos que en esta línea presentan un decisivo significado en la historia de la destilación.

11. FORBES, R. J., *A short history of the art of distillation*, Leiden 1970.

12. LÓPEZ PIÑERO, J. M., «Química y medicina en la España de los siglos XVI y XVII. La influencia de Paracelso», en *Cuadernos de Historia de la Medicina Española*, 11 (1972) 17-54, da pistas interesantes que fueron desarrolladas por E. PORTELA, o.c. (1972).

Cabe recordar a este respecto que la utilización de remedios químicos («quintaesencias») obtenidos por destilación como medicamentos precede a Paracelso, con figuras destacadas en Hyeronimus Brunschwigg y en su continuador Conrad Gessner. La asimilación de los medicamentos químicos de Paracelso en el sistema galénico vigente se produjo en circunstancias bien diferenciadas entre sí: en un nivel meramente anecdótico, como una incorporación práctica, o bien dentro de un sistema ecléctico más ambicioso que pretendía explicar desde una perspectiva química los fenómenos fisiológicos y patológicos. En una última fase de este desarrollo, Franz de la Boe y Thomas Willis formularon el sistema iatroquímico en abierta oposición al galenismo, integrando los grandes descubrimientos que sobre el cuerpo humano se habían producido en el siglo XVI, dentro de una mentalidad moderna basada en los principios innovadores de Bacon y Descartes ¹³.

Por otra parte, quienes realmente habían impulsado hasta el momento la práctica de las operaciones químicas eran los alquimistas. A pesar del recelo oficial generalizado, sus obras circularon ampliamente y sus recetas fueron ensayadas y mejoradas. Al decir de Forbes, «operaciones tales como la destilación, fueron realizadas con la misma destreza en los días de Brunschwigg que en nuestros modernos laboratorios».

Reseñemos que en la época fueron frecuentes las obras de tecnología, llamadas muchas veces *Berg-, Probiert- und Kunstbüchlein*, la mayor parte de las cuales tratan de minería, beneficio de minerales, metalurgia y problemas prácticos similares. Estas obras jugaron un papel importante en el progreso de la destilación, y junto a numerosos autores anónimos que publicaron en la primera mitad del siglo XVI, aparecen nombres ilustres como Biringuccio, Agrícola, Ercker, Matthesius y otros muchos.

Sin embargo, existe otro grupo de libros de mayor especificidad –titulados normalmente como *Arznei-, Kräuter- und Destillierbücher*– escritos en su mayor parte por médicos, farmacéuticos y botánicos, que plantean la eficacia de los aparatos y métodos de

13. LÓPEZ PIÑERO, J. M., «El primer sistema médico moderno: la iatroquímica de la segunda mitad del siglo XVII», en *Medicina Española*, 67 (1972) 228-237.

destilación y el valor medicinal de los preparados con ellos obtenidos. Citemos en este grupo a Puff, Brunschwygk, Cordus, Gessner, Quercetanus, Matthiolus y Porta; es precisamente en este grupo donde deberá ser encajado Diego de Santiago.

Parece oportuno incluir en este comentario la aclaración de los tipos de destilación a los que se refieren los libros de la época, según la terminología adoptada o acuñada en la obra de Brunschwygk conocida normalmente como *Small Book of Distillation*, aparecida en 1500.

Se entiende como «destillatio per ascens» aquella que es aplicable a las sustancias que emiten vapores ascendentes «puros y sutiles»; el vino sería un buen ejemplo de estas sustancias, que en la destilación desprendería alcohol.

Por el contrario, es aconsejable la «destillatio per descensum» a las sustancias ricas en «humedad flegmática». Esta técnica, mencionada ya por un alquimista español del siglo XI, se practicaba especialmente para la obtención de aceites esenciales, después de una extrusión y decocción con agua. Muchas veces no constituía una auténtica destilación.

Una denominación errónea es también la de «destillatio per filtrum», operación que realmente constituye una mera filtración. El término «destillatio» es utilizado aquí en su sentido más genérico de «separación».

Atendiendo a las fuentes de calor, la destilación recibía múltiples nombres, siendo los siguientes los más utilizados:

- «De soli destillationem», que aprovechaba los rayos solares directos o concentrados con ayuda de lentes.
- «De panis destillationem», aprovechando el calor producido en la fermentación de la masa panaria.
- «Fumi equini destillationem». Las vasijas en que debía efectuarse la operación se sumergían parcialmente en una masa de estiércol, cuya putrefacción facilitaba el calor. Son muy abundantes los grabados que representan esta práctica, lo que sugiere que debió estar muy extendida.

- «Balneum maris» o «in duplo vase»: en la imposibilidad de medir apropiadamente las temperaturas, se apoyaba precisamente en la constancia de la ebullición del agua.
- «Per cinerum» y «per arenam». Estos baños de ceniza o de arena se utilizaban cuando se pretendía alcanzar altas temperaturas.
- «Per ignem». La calefacción a fuego directo se podía emplear incluso con vasijas de vidrio resistentes, ya disponibles en el siglo XVI.

Esta preocupación por las fuentes de calor se aprecia, por ejemplo, en Bernardino Montaña de Monserrate, médico de cámara de Carlos V, que se mostró interesado en la explicación de los fenómenos fisiológicos con la ayuda de la destilación, si bien de la lectura de su libro de la *Anathomia del hombre* (1551) no se desprende con claridad la eficacia de su ayuda. En cualquier caso recurre a la destilación de la sangre, la orina y la saliva, recalando que debe hacerse con «calores diferentes, es a saber, de agua y de ceniza, con los cuales calores se hace apartamiento de sus substancias, y de otra manera no se pueden conocer si no es adivinando»¹⁴.

Una mención especial merecen los hornos de galería diseñados para destilaciones múltiples, por la grandiosidad de su concepción y lo avanzado de su tecnología.

Con respecto a los hornos empleados en destilación, fueron escasas las novedades, a pesar del empeño de destacados científicos, como Leonardo da Vinci. La traba principal que se oponía a los progresos en este sector fue, como ya hemos apuntado, la ausencia del concepto de temperatura y la posibilidad de su medición, de forma que la distinción entre «grados de calor» era grosera y muchas veces tan sólo académica. Algunos autores llegaban a proponer dieciséis grados de calor, aunque comúnmente se distinguían cuatro, según afirma Forbes:

1. Dejando aparte los calentamientos mínimos utilizados para realizar digestiones, el primer grado de calor sería el proporcionado por el baño de agua.

14. MONTAÑA DE MONSERRATE, B., *Libro de la anathomia del hombre*, Valladolid 1551.

2. El segundo grado, en orden creciente de temperatura, sería el usado para la destilación con alambique en baño de arena.
3. El tercer grado correspondería al aplicado en sublimaciones y para la destilación de sólidos en retortas.
4. El grado de calor más alto se obtendría por fuego directo y se aplicaría en la preparación de «espíritus minerales».

La importancia que conceden los distintos autores a los grados de calor obliga a considerar este punto con especial detenimiento. Un primer hecho llama nuestra atención: el término «destilación» es utilizado en el siglo XVI en un sentido mucho más amplio que el actual. En efecto, actualmente la destilación puede definirse como «la separación de los componentes de una mezcla líquida por vaporización parcial de la misma» (Vian y Ocón, 1957). Queda excluida del ámbito de esta operación la «destilación de sólidos» a que se ha aludido más arriba ¹⁵.

La exclusión afecta igualmente a todo proceso en el que concurren reacciones químicas. El hecho de que los autores del siglo XVI consideren una determinada operación o proceso como «destilación» y que utilicen para realizarla la misma instalación que para una destilación en sentido estricto, no nos autoriza a seguir aplicando hoy el mismo término, so pena de inducir a los lectores a un grave error.

Consideremos otra circunstancia en nuestro apoyo. La mayor parte de las aplicaciones de la destilación en el período que nos ocupa se encuentran en el campo de la preparación de productos medicinales y ello a partir de sustancias orgánicas. Siendo así que la extracción previa de los principios activos se realizaba con agua y alcohol, cabe esperar que las temperaturas necesarias para efectuar la destilación fueran muy bajas. Por otra parte, y como es sabido, la composición de la fracción que destila a partir de una mezcla dada es independiente de la temperatura que se aplica, siempre que se haya alcanzado la temperatura de ebullición de la mezcla; recordemos tan sólo que si la temperatura aplicada es mucho más alta, el destilado puede resultar impurificado por el arrastre de gotas del vapor, que fluye tumultuosamente. Teniendo en cuenta todas estas circunstancias, no se ve fácil justificación a la grave preocupación por fuentes

15. VIAN, A., y OCÓN, J., *Elementos de ingeniería química*, Madrid 1957.

caloríficas que ofrezcan «grados de calor» crecientes, sobre todo en el caso ya citado de destilación de productos orgánicos, aun si consideramos que de hecho se trata de destilaciones abiertas. Hemos considerado la posibilidad de que la elección de la fuente de calor estuviera inducida por causas analógicas, hecho frecuente en la época para otros casos, pero hemos debido desecharla, porque del estudio de los textos parece desprenderse que la elección obedece a motivos científicos o tecnológicos en todos los casos.

Debemos concluir por tanto, que en nuestra opinión los historiadores vienen tratando como «destilación» aquella materia que los científicos y técnicos pretéritos denominaron como tal, sin hacer distinciones entre las ocasiones en que pueden considerarse destilaciones en sentido estricto y aquellas en que, por constituir auténticas reacciones químicas, merecen un tratamiento independiente. Pensamos que esta circunstancia induce a errores de interpretación y a vaguedades poco comprensibles.

Esta situación no es privativa de la historia de la química y otros historiadores actuales han encontrado situaciones análogas en otros campos de la ciencia. El problema tiene su génesis en la proyección de la actual sistemática de la ciencia en épocas pretéritas, en las que las disciplinas que hoy manejamos carecen de sentido.

A la luz de esta perspectiva, la destilación del siglo XVI podría ser considerada como el tronco central de nuestro concepto actual de química, en el cual han quedado incorporadas otras ramas del saber renacentista –arte de los metales, arte de los ensayadores, importantes fracciones de la alquimia– y áreas todavía no exploradas en la época.

Proseguimos nuestra descripción con la de las vasijas empleadas en destilación. Tampoco en este terreno aparecen novedades dignas de mención en el período considerado. Basta para ello comparar las figuras medievales que ilustran la obra de Brunsgwyck (1500) con las de Gessner (1552), que son prácticamente análogas. Quizá valga la pena anotar tan sólo la instalación de algunas pequeñas industrias que fabricaban vasijas y las suministraban a los usuarios, relevando a éstos parcialmente de una tarea a la que hasta entonces debían hacer frente por sí mismos.

Un aspecto secundario en el que debieron efectuarse progresos, es el de la preparación del luten empleado para hacer estancas las vasijas o las uniones entre éstas; su composición experimentó una renovación notable para garantizar su eficacia ante el empleo de altas temperaturas.

Una operación previa a la destilación propiamente dicha era la maceración o digestión de los productos naturales. Existía la creencia, como herencia medieval, de que los productos volátiles se formaban solamente tras una calefacción suave y prolongada, en ocasiones de varios meses.

Terreno de sumo interés es el de la refrigeración de los vapores desprendidos en la ebullición. Pueden señalarse dos etapas sucesivas, cada una de ellas a su vez con marcadas subdivisiones. Son estas etapas principales la refrigeración en la propia cabeza del alambique y la refrigeración independiente de los vapores conducidos por un tubo o serpentín.

La cabeza del alambique en el Rosenhut, variante más antigua entre las utilizadas en el período considerado, se asemeja a una caperuza refrigerada por aire, por lo que requiere un gran volumen para garantizar una fracción sustancial de destilado. La cabeza de Moor incorporó la refrigeración con agua y abrió un camino de gran importancia. Como etapa intermedia hacia el diseño de la cabeza de Moor, hubo intentos primitivos de enfriamiento discontinuo con agua; un nuevo paso se consiguió al enfriar en continuo la cabeza del alambique.

Las distintas fórmulas para la refrigeración se enfrentaban a un problema importante: el mismo recipiente era objeto de calentamiento y enfriamiento, lo cual supone una contradicción práctica que no escapó a los diseñadores de la época. Dicha contradicción se superó haciendo correr los vapores desprendidos a través de un tubo que los alejaba del foco de calefacción. La mera existencia de dicho tubo significaba ya una refrigeración por aire, aunque pronto se apreció que se mejoraban los rendimientos cuando la refrigeración se reforzaba con agua.

Los progresos de este tipo de refrigeración se encaminaron a incrementar la superficie de intercambio de calor: tubos horizontales y

diagonales, en principio, y serpentines horizontales y verticales más adelante.

Del estudio de los equipos utilizados para efectuar la destilación, no siempre puede deducirse si se efectuaba una destilación cerrada o una destilación abierta, aunque nos inclinamos más bien por esta última posibilidad. Como es sabido, en este caso la composición del destilado varía en el transcurso de la operación en el sentido de empobrecerse paulatinamente en el componente más volátil. Estamos seguros de que los destiladores de aquella centuria conocieron este hecho, el cual, sin embargo, no es señalado por Forbes con suficiente énfasis. Los numerosos equipos que tratan de obtener fracciones de distinta composición apuntan en este sentido, lo cual permite pensar que fue un conocimiento común que la composición del destilado, en destilación abierta, variaba con el tiempo.

Una fórmula simple que permitió obtener destilados de composición distinta a partir de idéntica materia prima, fue la de incrementar el tamaño de la caperuza de Rosenhut: al aumentar la superficie de enfriamiento podían recogerse fracciones de mayor volatilidad. Hubo intentos cada vez más complejos para hacer frente al problema, que sólo quedaría completamente resuelto con Boyle, en la centuria siguiente.

Otra forma de afrontar el problema de la separación de fracciones distintas de características definidas consistió en intercalar un condensador entre el alambique y el receptor final.

Pueden señalarse en la época los primeros intentos para utilizar la destilación con inyección de vapor de agua, sin que pueda afirmarse que los esfuerzos alcanzaron el éxito. Ello no obstante, ya con anterioridad el vapor de agua había sido utilizado para calentar el agua con fines domésticos. Sin duda, la aplicación correcta de la calefacción con vapor requiere conocer a fondo el balance total de calor que se produce en una operación de destilación.

La separación del agua del destilado se lograba mediante tres técnicas, en ocasiones combinadas. La primera de ellas era análoga a nuestros embudos de decantación; la segunda consistía en la filtración a través de un filtro húmedo, siendo la tercera la aplicación de un sifón en cualquiera de sus variantes.

III. DIEGO DE SANTIAGO Y EL ARTE SEPARATORIA

Una actividad clave en la química del siglo XVI, y también en El Escorial, fue la alquimia y un paladín en la defensa del medicamento químico, Juan Fragoso. Al ser ambos temas objeto de otras ponencias huelga tratar de ellos aquí. Nos centraremos, por tanto, en la destilación como la actividad más genuinamente química practicada en El Escorial.

Comenzaremos por decir, pues, que las «destilaciones» encaminadas a la obtención de medicamentos y perfumes fueron práctica corriente en el jardín de Aranjuez, donde en 1572 se contrató a Francisco Holbecq como «destilador de aguas y aceites», estando documentada la continuidad de dichas tareas. Esta labor se complementaba con otras encargadas del cultivo de hierbas medicinales o que potencialmente lo fueran, como las traídas de tierras americanas con estos fines.

El apoyo a esta línea de estudio encontró su apogeo en El Escorial y los testimonios de José de Sigüenza ¹⁶, fray Jerónimo de Sepúlveda ¹⁷, el médico Juan Alonso de Almela ¹⁸ o del gentilhomme Jehan Lhermite ¹⁹, ya aportados en otras ponencias, son buena prueba de la magnificencia de las instalaciones y de la febril actividad que allí se observaba.

Entre los personajes que prestaron sus servicios en la Real Botica citaremos aquí tan sólo a Juan del Castillo, boticario de origen francés, autor de una *Pharmacopoea Universa Medicamenta* (1622), en la que trata con bastante extensión la destilación ²⁰.

En cuanto a Diego de Santiago, pocas son las noticias disponibles, casi todas ellas extraídas de menciones autobiográficas en su

16. SIGÜENZA, J. DE, *Tercera parte de la historia de la Orden de San Jerónimo*, Madrid 1605.

17. SEPÚLVEDA, J. DE, *Historia de varios sucesos y de cosas notables que han acaecido en España*, Madrid 1924.

18. ALMELA, J. A., «Descripción de la octava maravilla del mundo, que es la excelente y Santa casa de San Lorenzo el Real» (1594), en G. ANDRÉS, *Documentos para la Historia de San Lorenzo del Escorial*, VI (1962) 5-98.

19. LHERMITE, J., *Le pasetemps...* Publié d'après le manuscrit original par Ch. Rvelens, Antwerpen 1980, pp. 72-75.

20. CASTILLO, J., *Pharmacopoea Universa Medicamenta...*, Gadiis 1622.

Arte Separatoria. Su presencia en los repertorios históricos relativos a la medicina y la farmacia es prácticamente simbólica, sin conocimiento directo de su obra. Son escasas también las referencias valiosas en el resto de la literatura secundaria ²¹.

Nació en San Martín de Trebejo (Cáceres) a mediados del siglo XVI y es de suponer que su pleno rendimiento científico se diera a finales del siglo, en torno a la publicación de su obra en 1598. Su vida transcurrió en su pueblo natal, en Zamora, El Escorial y Sevilla, donde residía en el momento de la edición del *Arte*. Puede observarse en la portada de esta obra que ostenta el cargo de «destilador de su Magestad», uno de los puestos de carácter científico y técnico que tuvieron cabida en la casa real de Felipe II.

Su única obra conocida es el *Arte Separatoria* y un folleto de dos hojas con consejos prácticos sobre la peste ²².

El libro aparece dedicado a D. Francisco Arias de Avila y Bobadilla, Conde de Puñonrostro y Asistente de Sevilla. En la dedicatoria, el autor dice que su obra recoge el trabajo de su vida, en especial de sus últimos veinte años, en contacto continuo con los «destiladores de Su Majestad» y con los médicos, realizando un gran trabajo experimental; en esta tarea y en la invención de diversos instrumentos afirma haber gastado cuanto el trabajo le diera, pero que lo da todo por bien empleado «en bien de la salud humana», más en provecho de la República que en el suyo propio.

El estudio de la obra se realizó sobre un microfilme facilitado por la Biblioteca Nacional, en la que aquélla aparece bajo la signatura Raros 7553; en ningún momento hemos utilizado la obra impresa original. Se han podido observar diversas anomalías, como errores en la paginación de la obra, algunas tomas ilegibles en el microfilme

21. ROLDÁN GUERRERO, R., *Diccionario biográfico y bibliográfico de autores farmacéuticos españoles*, 4 vols., Madrid 1958-1976, 4 ts. concretamente en t. IV, p. 478; otras noticias del mismo autor (s.a.), figuran en *Descubrimientos, inventos y adelantos científicos*, Vol. I, Madrid, P. de Huérfanos de Oficiales del Ejército. Un tratamiento bastante superficial es el que aparece en S. CABALLERO VILLALDEA, *Diego de Santiago (alquimista, boticario y romanista del siglo XVI)*. *Su patria. Su profesión. Sus obras*, Madrid 1948.

22. SANTIAGO, D. DE, *Preservativos contra la peste*, Sevilla 1599. Roldán menciona un manuscrito sobre el vino que contiene materias tratadas con mayor extensión en el *Arte*.

y ausencia de algunas páginas, si bien del contexto de las inmediatas se desprende que el contenido de aquéllas a las que no hemos tenido acceso no reviste especial interés al efecto de nuestro análisis.

La obra consta de dos libros con numeración de capítulos y páginas independientes. El primero de ellos, que no figura como tal, ocupa 152 hojas y sus reversos; el segundo libro, más breve, concluye en el folio 79. El índice de cada libro es independiente y aparecen: el primero, antecediendo a su libro, y el segundo, al final de la obra.

Consta el libro primero de 62 capítulos, aun cuando el último numerado sea el 61, debido a que el número 28 fue asignado por error a dos capítulos consecutivos. Son 35 los capítulos que constituyen el libro segundo.

El análisis del contenido sugiere que los dos libros fueron escritos de forma independiente. Es probable que en la intención inicial del autor figurara escribir únicamente el libro primero y que más tarde, motivado por nuevas preocupaciones de carácter más básico, se decidiera a escribir el segundo libro. Si la obra respondiera a un plan único, parece que la lógica interna utilizada por el autor se hubiera reflejado en una ordenación distinta de los capítulos, que es bastante rigurosa dentro de cada uno de los libros considerados aisladamente. El número de reiteraciones entre ambos libros, sin duda, hubiese sido menor. Finalmente, en el último capítulo del primer libro el autor pide disculpas por no haber pulido más la obra, debido a las muchas prisas, las cuales tampoco le permitieron incluir otros temas de gran interés.

Un número reducido de capítulos (18) está dedicado a materias médicas, distribuyéndose el resto de capítulos del siguiente modo: 16 capítulos tratan de conocimientos y posturas básicos; 19 capítulos justifican el arte separatoria y sus aplicaciones; en ocho capítulos se presentan los aspectos técnicos de los equipos para la destilación mientras que en otros cuatro se describe la preparación de las materias primas que se someten a tal operación; otras operaciones químicas y algunas técnicas analíticas sencillas ocupan otros 16 capítulos; por último, hay 14 capítulos que se dedican a los alimentos, todos ellos en el libro primero.

Un problema que plantea la obra es la ausencia total de figuras, lo que dificulta la comprensión de los aparatos descritos por el autor para efectuar las distintas operaciones, y muy en especial, la del aparato por él diseñado para la destilación.

Las páginas del primer libro tienen veinte renglones cada una y veinticuatro las del segundo, con unas 145 y 190 palabras por página, respectivamente.

Son numerosos los errores en la numeración de páginas y capítulos; las citas harán siempre referencia a los números que realmente corresponderían, superando las erratas introducidas en imprenta.

El *Arte Separatoria* es, sin duda, la obra química de mayor envergadura en la España del siglo XVI; puede señalarse que es realmente original del autor y no copia o adaptación de otras extranjeras, cuya comparación resiste airoosamente. Precisamente lo que le confiere especial relevancia es el planteamiento químico de los problemas, por lo que vamos a incidir sobre todo en este aspecto. Los de carácter médico son mejor conocidos y han sido expuestos parcialmente más arriba.

Es notoria en la obra la ausencia de citas a otros autores, de las que tan plagados suelen estar los libros de la época. Prácticamente la única que puede encontrarse se halla en la página 21 del libro segundo, en la cual el autor se identifica con la línea seguida por Arnaldo de Vilanova, Raymundo Lulio, Paracelso, Ubequero y Joannes de Rupecissa. Por el contrario, son sistemáticos los ataques a los argumentos de autoridad y la defensa de la experiencia como única arma válida en la búsqueda de la verdad.

Señalamos al lector a continuación algunos pasajes relativos a esta cuestión. En el capítulo 8 del primer libro aparece la refutación más importante, cuando afirma en primer lugar que tiene más interés estudiar la naturaleza que estudiar lenguas, porque «cuando la cosa se ve no tenemos necesidad de autoridades ni alegaciones». Continúa diciendo que no obrará mejor una medicina por haberla estudiado en latín, porque «el latín no añade la virtud a lo que se aplica, ni el romance se la quita». Sigue a esto una apasionada defensa de la experiencia frente al saber de los clásicos: «el que hubiere de saber cualquier cosa, más cierta y más verdadera la hallará en la naturaleza, y

por menos rodeos que no en las autoridades y pareceres. Porque muchas deben estar escritas discurriendo con el entendimiento y parecer, sin venir a la demostración, y cuando se viene a ella muchas veces es muy diferente lo que se halla a lo que se ha discurrido con el entendimiento. Y por esta causa muchas veces no concuerda la práctica con la teoría, y los que escribieron de las cosas que se hallan en la naturaleza, estas tales autoridades suelen muchas veces salir inciertas; y los que lo saben por experiencia no son confundidos con las dichas autoridades: porque caminan por el camino verdadero, donde está lo que buscan. Y de las autoridades que están hoy escritas, las que son ciertas han de haber sido sacadas de la naturaleza, pues ella es el original verdadero y así se debe entender, pues hoy la tenemos como ellos la tuvieron cuando della escribieron. Y esto se ha traído a este propósito, porque muchas veces acaece loar las cosas de un romancista o natural, y haber algunos a quien parece no ser posible por no ser latino, pareciéndoles que no hay hoy naturaleza, ni quien pueda entenderla como los que della han escrito; los cuales se engañan, porque hoy la tenemos tan entera como la tuvieron los que de ella pueden haber escrito, y el que por ella demostrare, demuestra en la verdad...». En su conjunto, este pasaje es uno de los alegatos más firmes en favor de la ciencia moderna de toda la literatura científica española.

Insistiendo en el mismo punto, en el capítulo 44, escribe: «... Hoy deben pretender todos los artífices de consideración, saber y entender la verdad de las cosas que tratan y usan. Y sabida, buscar medios para perfeccionarlas. Y si posible es, hacerlas y ejercitarlas por los términos menos costosos y más perfectos: los cuales son ciertos cuando más perfectamente se sabe caminar con la naturaleza de la cosa que se trata». Ataca a quienes hacen las cosas «por algunos pareceres, los cuales fueron dados sin venir a la práctica, que cuanto por ellos se halle, ha de haber sido sacado de la misma naturaleza: la cual tenemos hoy tan entera como los que han escrito la tuvieron; y no somos hoy de menos perfección ni de diferentes calidades que ellos fueron, para no entender lo que ellos entendieron».

Santiago acepta en principio (libro II, cap. 27) la concepción clásica de los cuatro elementos (agua, tierra, aire, fuego) y las cuatro

calidades (frío y caliente, seco y húmedo). Cada elemento concuerda con los que le son próximos y presenta cierta oposición con el que se le enfrenta. En otros puntos se observa, sin embargo, la aceptación de los principios paracelsistas, coexistencia propia de un período de transición.

En opinión de Santiago, los médicos actúan con excesivas complicaciones, porque conociendo que en la naturaleza sólo existen cuatro elementos, con sus concordancias y diferencias, bastaría que estudiaran la relación que existe entre ese conjunto y los humores del cuerpo humano. En realidad, los elementos se transmutan unos en otros, templándose entre sí (lo frío se calienta, lo húmedo se seca, etc.); todas esas llamadas transmutaciones que en la naturaleza son regidas por influencias celestes, en el hombre lo son por el cerebro, que separando las distintas partes da lugar a los humores. La única condición para que la transmutación sea posible, es que las especies estén reducidas a sus principios, que son «licores». Por la acción del cerebro, se van condensando, uniéndose unas con otras; el fuego vivifica, el agua junta unos con otros; la tierra sirve de soporte y el aire, mueve.

La aplicación a la ciencia de Santiago y los sinsabores que ello produce, se muestran en los párrafos que siguen, que muestran un tinte alquimista (libro II, cap. 29):

«... y porque los que ignoran nuestra arte no nos murmuren ni quieran sustentar sus errores contra la verdad, la cual no puede ser convencida, aunque muchas veces sucede ser con pasión e ignorancia ser perseguida, como a mí me ha sucedido muchas veces, y por la persecución traerme a término de querer dexar lo bueno y seguir lo malo; y viendo que salía de la luz y que entraba en las tinieblas, perseveraré en sustentar la verdad, en lo cual he gastado un mediano caudal para defenderme de los ignorantes della, aunque en algunos se entendió ser malicia y no ignorancia. Hemos dicho esto porque los hijos del Arte sean constantes en ella, porque han de ser perseguidos como lo fueron nuestros antepasados; y todo esto se puede llevar con muchas ventajas, porque por ella conocemos los que caminan en la verdad y los que van fuera de ella en las cosas naturales... y así conviene que se animen los que entraren en nuestra arte, porque verdaderamente es el camino más cierto y más verda-

dero para saber lo que hay en la naturaleza de los que hoy se saben, y el que más satisface y el que menos cansa el entendimiento, porque yo, ha veinte años que camino por él y me parece no haber andado de cien partes la una, y en eso poco he visto tantas cosas y tan dignas de ser sabidas que por cualquiera de ellas doy por bien empleado lo que he pasado...».

Una postura similar es presentada en el capítulo anterior (libro II, cap. 28):

... «Con el (arte) se descubre lo oculto, y se va cada día sabiendo más de lo que hay en la naturaleza... con nuestro arte se viene a hacer ciencia demostrativa, con la cual demostración recibe quietud el entendimiento; y mientras más se exercita el artífice en ella, se halla más lleno de aquellas cosas que están ocultas en la naturaleza...».

Santiago entiende que los elementos no son fijos y que de hecho se transmutan unos en otros, no en forma libre sino en una orientación dirigida, similar a la que se observa en Paracelso; consta ésta de tres transmutaciones hacia la perfección y otras tantas de retrocesos, llegando de nuevo todas las cosas a sus principios.

Según el autor, «las cosas en sus principios están todas hechas de una substancia acuática simple, en la cual imprimen los movimientos celestes sus influencias; y de éstas viene la diferencia que ellas tienen, las cuales son dispuestas por el calor y por él llegan a la perfección».

Estima, al propio tiempo, que los cuerpos se forman a partir de una sustancia a la que llama «nutriz sustentadora». Unos afirman que se encuentra sólo en los metales, pero Santiago es del parecer de que se halla en todos los cuerpos. Huyendo de la especulación, indica la forma en que dicha sustancia puede extraerse.

En el segundo libro, introduce el autor el concepto de dos sustancias (el «sulfre conservador» y el «sulfre quemador» o «corrompedor»), con cuyo apoyo hace frente a explicaciones de tipo muy diverso. En los metales, por ejemplo, el fuego, que concuerda con la sustancia conservadora, elimina la sulfuridad y queda el «sulfre conservador» que los preserva de la corrupción. En el caso de una

hierba, con los humos se desprende el «sulfre quemador», quedando en las cenizas el «conservador», compuesto por lo «salso» y «graso» de las mismas.

El «sulfre conservador» concuerda con el «húmedo radical» del cuerpo humano, mientras que el «quemador» lo hace con las cosas imperfectas, no digeribles. Ello le lleva a decir que cuando se encuentre una medicina concorde con el «sulfre nature» del hombre, dicha medicina tendrá validez frente a cualquier enfermedad, contrarrestando la alteración que el sulfre corrompedor introduce en nuestros humores.

En este repaso de las ideas básicas de Santiago, llegamos por último a los conceptos de «simple» y «compuesto». Llama siempre «compuestos» a lo que los demás suelen llamar «simples» porque, según él, no hay nada que realmente lo sea, a no ser las sustancias obtenidas mediante las operaciones del arte. En su opinión ni siquiera los elementos son simples ya que, por ejemplo, el agua contiene tierra, salso y graso, mientras que en la tierra hay aire, agua, salso y graso, etc. Si los elementos no son simples ¿cómo puede serlo lo engendrado a partir de ellos? Por tanto, es impropio denominar simple a una hierba, droga o mineral, como se hace normalmente.

Santiago se plantea la justificación del arte separatoria y afirma que con ésta se pueden conocer los cuatro elementos de que cualquier cosa se compone, y también sus calidades, no sólo en forma cualitativa sino también cuantitativa (I, c.10). Un experto puede de esta forma separar las calidades que resultan adecuadas para una utilización dada (II, c.12).

En opinión de Santiago, los médicos no hacen sino imitar el arte destilatoria. Así, por ejemplo, las dietas tienen por objeto rarificar las crudezas y elevar los vapores y exhalaciones; las purgas, expeler lo que el calor natural no pudo digerir; las sangrías, rarificar las partes gruesas de la sangre, y así sucesivamente. Por todo ello, aconseja el ejemplo abierto y directo del arte separatoria.

El desconocimiento del arte separatoria entraña graves problemas para médicos y boticarios a la hora de extender y preparar las recetas. Siendo así que desconocen las sustancias ocultas que hay en

las cosas «tanto se alarga como se quedan cortos» y de hecho es difícil reproducir con exactitud dos veces una misma receta; de ahí la diferencia entre los efectos que se consiguen.

Cuando se suministra un producto con toda su «mixtion» con fines terapéuticos, haciendo caso omiso de que su composición es compleja, en realidad se están suministrando al propio tiempo calidades diferentes y contrarias. Es dudoso que sea oportuno ingerir todas las partes; más recomendable sería aplicar solamente las calidades que concretamente hacen al caso, tras una separación previa (I, c.15). El asunto cobra complejidad cuando la medicina se prepara como mezcla de distintos productos, lo cual conduce con frecuencia a que los contrarios en presencia anulen entre sí sus posibles efectos (II, c.5).

El autor estima que a medida que avanza la destilación se van separando compuestos distintos, en un orden que puede variar según «las concordancias y discrepancias» entre las sustancias presentes; en cada circunstancia, puede haber calidades más o menos retenidas (II, c.21).

Una de las aplicaciones de mayor interés de la destilación es evitar la corrupción que se produce en los productos naturales. Por ejemplo, una hierba o una semilla se corrompen fácilmente; sin embargo, si separamos de ellas «el aceite, el agua, la sal y la tierra», y si deseamos más aún, «los leves y graves» de éstos, puede asegurarse una conservación prácticamente indefinida (I, c.31; II, c.18). En otro pasaje (II, c.19) afina más en este punto y llega a afirmar que después de preparada una sustancia por destilación, su sulfre conservador experimenta una variación favorable que le lleva hacia un máximo al cabo aproximadamente de un año, para después decrecer con el tiempo.

Santiago considera más perfectos los compuestos preparados por la acción del calor que los que lo han sido por el frío. Según él, la frialdad condensa «sin diferenciar lo que junta», y por ello produce una unión imperfecta (I, c.30 y c.31); sin embargo, el calor «separa los extraños y junta los naturales», lo que confiere su gran estabilidad a los productos preparados por destilación.

Según hemos apuntado ya, la actividad curativa de un «compuesto» vendrá determinada por el grado en que contiene la calidad deseada y estará frenada por la contradicción del resto de las calidades presentes; ello obliga a la separación previa de los contrarios (I, c.16). Durante la destilación, que requiere la aplicación de calor, serán expelidas las sustancias imperfectas, tal como sucede en los metales o en la cocción de los alimentos. Una mera infusión resultaría insuficiente, porque daría lugar a la extracción simultánea de lo perfecto e imperfecto (II, c.31).

Aclarados los conceptos anteriores, queda por determinar la forma óptima de efectuar la extracción de los principios activos mediante la destilación. El problema previo a afrontar es la elección del soporte adecuado como disolvente. Santiago, que conoce a fondo el problema, se decide por los «espíritus del vino», extraídos de éste a su vez mediante destilación. En sus propias palabras, emplea el «espíritu del vino para atraer las medicinas» que considera necesarias en cada ocasión (I, c.61), por ser precisamente dichos espíritus los que «más concuerdan con nuestra naturaleza y más libres dexan las calidades» (I, c.19). Estos espíritus no tienen «calidad corporal, sino espiritual» y por eso adoptan las calidades de lo que en ellos se infunde (I, c.7).

La variedad de productos que se destilan aconseja la utilización de un equipo adecuado a cada caso, «porque de las cosas que se destilan y apartan, unas son leves y otras son graves; unas sutiles y otras gruesas; unas se rarifican más y otras menos» (I, c.1). Las variables que pueden conjugarse son: 1.º, la elección de un vaso de forma apropiada; 2.º, la digestión que conviene a cada materia prima, y 3.º, el grado de calor a aplicar.

Con respecto al primer punto, se extiende en consideraciones sobre la calidad del vidrio, que revelan gran experiencia. Distingue entre los vasos que deberán ser sometidos a la acción del fuego directo y aquellos que no lo precisen. Comenta posteriormente los lugares de España más acreditados por la calidad de sus vidrios; con respecto a dos de ellos no se pronuncia «por no haberlo experimentado».

En relación con la forma de los vasos, aconseja los de base esférica y ancha, altos y de boca estrecha para los productos que contienen sustancias muy volátiles; enumera algunos de ellos y distingue aquellas semillas que dan su aceite por destilación de las que sólo lo dan por expresión. Encarece la forma en que debe lograrse la hermeticidad de las juntas. En este caso, el calor debe aplicarse gradualmente hasta alcanzar la temperatura óptima, que se mantendrá uniforme. Sus consejos prácticos alcanzan a recomendar que no se sometan los vasos a cambios bruscos de temperatura, sobre todo en la adición de líquidos, para evitar roturas.

Estos temas, tratados con profundidad en los capítulos 1 y 2 del libro primero, son reconsiderados, sin añadir nada nuevo, en los capítulos 2 y 3 del libro segundo; tal vez pueda apreciarse una mayor preocupación teórica en el último de los capítulos citados.

En otro punto (I, c.5) se dan consejos prácticos sobre la forma de trabajar el vidrio; manera de cortarlo, alargarlo, torcerlo o enderezarlo, ensancharlo y estrecharlo; se trata de normas válidas, en general, en uso en los laboratorios actuales. Revelan toda una larga tradición que proviene de los alquimistas.

Cuando se trata de destilar hierbas, es preciso recurrir a un equipo especial. Santiago critica duramente las prácticas habituales en su tiempo por su escasa exigencia y escrupulosidad. Así, la falta de preparación en las hierbas que se recogen del campo, que sin mayor limpieza ni digestión previa son acomodadas en alambiques o alquitaras a los que directamente se da fuego; el cobre con que se fabrican las alquitaras es también combatido por el autor en muchos puntos de la obra, haciéndolo responsable de múltiples accidentes. Afirma que cuando se usa vidrio para la extracción, el producto resultante no tiene parecido alguno con el obtenido con cobre.

Es recomendable prestar mucha atención a la descripción del «destilatorio de vapor» que, a juzgar por la afirmación de la portada del libro, es original del autor; no hace éste alusión a su propiedad en esta descripción (I, c.5), pero sí lo califica como «el mejor que hasta ahora se ha hallado». En cualquier caso es un destilatorio francamente distinto de los comunes de su época.

Figura una descripción minuciosa y justificada de las características de los vasos que deben utilizarse y de su instalación en el canal que constituye el destilador. Se especifican los detalles de construcción del canal para evitar escapes y obtener la producción deseada. Se describe también con detalle cómo debe ser la caldera generadora de vapor y su conexión con el sistema, así como los hornos utilizados en la operación.

Puede observarse que Santiago no descende a ciertos detalles, como el acoplamiento de los vasos con las redomas destinadas a recoger el destilado, por ser estas circunstancias bien conocidas por sus lectores.

La justificación que hace Santiago de la digestión de las materias primas y de la aplicación creciente de grados de calor (II, c.1) está redactada con un lenguaje oscuro y manejando conceptos (calidades) de difícil comprensión. Ello no obstante, debemos entender que desde su óptica trata de explicar lo que realmente sucede y observa, distorsionando en ocasiones unos conceptos teóricos insuficientes. De lo que no cabe dudar es de que la práctica debía conducirle a los mejores resultados entre los posibles; es decir, que por abstrusas que puedan parecer sus justificaciones sobre la digestión de unas hierbas esta operación le permitía obtener mejores resultados que los obtenidos por quienes no la practicaban.

Los grados crecientes de calor que emplea son los siguientes:

- 1.º Baño de estiércol.
- 2.º Baño de agua indirecto, consistente en tres calderas metidas unas dentro de otras.
- 3.º Baño de ceniza, o alternativamente vapor de agua, separado del vaso a calentar por una distancia normalizada.
- 4.º Fuego directo.

El autor, al plantearse la preparación de las materias primas, considera primordial la selección de éstas en su sazón; en este sentido aconseja el distinto estado en que deben recogerse frutas y hierbas, raíces y semillas, para que tengan la máxima riqueza en los componentes que interesa extraer.

Aconseja que la materia prima, lavada y limpia, se seque a la sombra, después de pesada. Cuando se necesita usarla, se pesa, pica y muele, añadiendo precisamente el agua que perdieron en la deshidratación.

Una experiencia valiosa que aporta es la comparación entre el grado de extracción obtenido por la técnica de destilación que él propone y las técnicas al uso en sus días, mediante la determinación del residuo seco tras la extracción, con lo que demuestra que la extracción es más favorable en el caso de la nueva técnica.

Cuando no sea posible aplicar el «arte destilatorio» por no disponer de equipo adecuado, Santiago propone una técnica alternativa, en la que tras la digestión de las materias primas se procede a una cocción, después de la cual se recurre al prensado para extraer la humedad del cocimiento; el residuo se quema y de las cenizas se extrae el «salso y graso», según técnicas que expone más adelante; el extracto se añade al líquido recuperado y se tiene preparada la medicina (I, c.47).

En el caso concreto de la destilación del vino, aconseja una digestión previa de 20 días en baño de estiércol, destilando después en primer grado de calor. Estima que el «espíritu del vino» que se obtiene es de mucha mejor calidad que el preparado a través de sucesivas destilaciones, lo que, a su juicio (I, c.6), «no significa nada» en orden a separar un buen destilado; reconoce que también él pensó, con el sentido común de su época, en la eficacia de las múltiples destilaciones, pero «la experiencia me ha desengañado, con la cual se corrigen todas las cosas».

En realidad, encuentra sólo sentido a la aplicación sucesiva de fuentes de calor cada vez más violentas, con lo cual logra separar «los leves»; para separar los «graves» debe calcinarse previamente, porque es en el calcinado donde se encuentran.

La obra de Santiago se ocupa preferentemente de la destilación, pero a lo largo de sus páginas pueden encontrarse numerosas referencias a otras operaciones; sin embargo, ni se encuentran todas las operaciones bien conocidas en la época por la tradición alquimista, ni las citadas están tratadas en profundidad por ser marginales al

objeto principal; entre las operaciones ya comentadas se halla la calcinación y la extracción.

Comentando la disolución que producen las aguas en los lugares por donde circulan, atribuye a esta acción los distintos sabores que adquiere y también su calidad de aguas «delgadas» o «gruesas»; propone efectuar una experiencia de evaporación con agua de lluvia y de río para demostrar que en la primera no aparecen depósitos porque «el agua que se eleva de la tierra se rarifica, y deja la parte gruesa en ella, y se eleva limpia y libre de todo lo que es grave y terrestre» (I, c.14).

Se desarrolla con más amplitud la operación de concentración, encaminada a la mejor conservación de líquidos que contienen productos orgánicos naturales. En opinión de Santiago, la corrupción se produce por la presencia de lo que denomina «humedad excrementicia». La práctica habitual en la época consistía, siempre según el autor, en guardar el «zumo» en una redoma bajo una capa de aceite. La crítica de Santiago consiste en afirmar que tal protección sólo actúa frente a la acción del aire, pero no a la de la citada humedad; por ello, transcurrido un período, el zumo tiene el aroma y el sabor alterados (I, c.46). Conocida, pues, la causa de la corrupción, la solución consiste en la eliminación del exceso de humedad mediante la concentración.

Consideramos de gran importancia subrayar que prácticamente todas las técnicas analíticas que propone, con la salvedad de las organolépticas, están perfectamente normalizadas y basadas en el empleo sistemático de la balanza. Quiere esto decir que los conceptos subjetivos de los autores pretéritos y de su época se encuentran superados en Santiago y que bajo una terminología misteriosa o ambigua (sustancia nutriz sustentadora, lo salso y lo graso, etc.) se encierran sustancias con existencia objetiva, cuya equivalencia con nuestro lenguaje actual no sería demasiado difícil determinar.

Resumimos a continuación algunas determinaciones concretas. Así, por ejemplo, distingue las aguas delgadas de las gruesas pesando su residuo seco, tras la evaporación.

Los análisis de orina le sirven como método de diagnóstico de las enfermedades, ya que responden a una alteración de los humores.

Ya en el proceso de evaporación, las características de las «humosidades» desprendidas le suministran, a su decir, información sobre el humor alterado (II, c.8); pero es el estudio comparado del residuo de la orina de sanos y enfermos el que hace surgir las notables diferencias en cuanto a la cantidad de sal, color, sabor, etc. (I, c.11). Precisamente presta una cierta atención a la consideración de los sabores, típica en las corrientes paracelsistas, insistiendo en que las partes separadas en un proceso de destilación tienen entre sí diferentes sabores, distintos a su vez del producto de partida.

Un problema relativo a los metales que preocupa a Santiago básicamente es su disolución, en especial la de los preciosos, con fines medicinales, siguiendo una tradición viva en la época. La disolución del oro en forma que pueda ser ingerido posteriormente por el enfermo, no es problema fácil y son muchos, al decir de Santiago, los que obtenían falsas disoluciones, engañándose «como yo me engañé al principio que traté destas cosas... hasta que fuy mirando y experimentando... con el tiempo y el deseo de saver la verdad». Frente a la opinión de muchos que consideraban imposible esta disolución, arguye Santiago que «todas las cosas son sugetas al hombre y que los que quieren saver la verdad y trabajar sobre ello, le son sugetas todas las cosas por el arte de ingenio». Así pues, facilita recetas para la disolución del oro (I, c.25), de la plata (II, c.24) y del antimonio (I, c.25), el elemento de moda en la época; la disolución del antimonio es especialmente trabajosa, porque requiere un largo proceso de sublimaciones sucesivas.

La primacía del oro con respecto al resto de metales se debe a su resistencia a la corrupción (es estable frente a los ataques químicos de la naturaleza), causada por la ausencia de contrarios en el mismo, por su densidad y ausencia de poros. Los metales, cuando más ligeros y porosos, más se corrompen; cuando salen del fuego, es práctica aconsejable batirlos con martillo para endurecerlos, porque así se aprietan los poros que el fuego había dilatado. Son abundantes las consideraciones relativas al azufre, verdadero veneno de los metales (I, c.36) y estudia especialmente el cobre por ser el metal con «mayor sulfuridad». Precisamente al eliminar la sulfuridad del mercurio y del arsénico dejan de ser venenosos y pueden emplearse en la preparación de medicinas.

La mayor parte de los capítulos dedicados a los alimentos se refieren al vino. Era ya práctica frecuente en la época añadir a aquél determinadas sustancias para favorecer su conservación. En opinión de Santiago, esta práctica, innecesaria en zonas frías, puede llegar a ser dañosa para los consumidores; recuerda que el vino que se exporta de Andalucía es mejor al llegar al norte de Europa que a las Indias, por las distintas condiciones climáticas a que está sometido. De ello extrae una serie de normas (I, c.43) para el diseño y construcción de bodegas que por su buena ventilación permitan una mejor conservación.

Santiago estudia cuáles son las causas que corrompen el vino «porque cuando se conoce el que ofende fácil es el remedio». Encuentra las causas en el yeso y el arrope, en éste sobre todo por la sulfuridad, que se le ha comunicado en las calderas. Al hacer el arrope, el fuego elimina las partes leves del mosto y quedan las terrestres perjudiciales, amén de la sulfuridad citada.

Sin embargo, como la corrupción del vino es un hecho real y parece aconsejable la búsqueda de un agente conservador adecuado, se aplica a ella hasta conseguirlo. Obtiene dos fórmulas igualmente válidas, una a partir de sarmientos y otra a partir de las heces del vino, ambos convertidos en cenizas y preparados según receta que facilita; como tal ceniza puede ser añadida a la uva al pisarla, en una cantidad que depende de ciertos factores que considera (I, c.33).

Cuando el vino se trasiega es aconsejable una nueva adición del conservante. Como la humedad puede haber dañado la ceniza, lo mejor es tener guardadas las materias primas y prepararla cuando se necesita. O bien extraer con agua caliente su «lejía», que es la parte activa, en el momento de la preparación, mantenerla en frascos de vidrio y utilizarla según las necesidades. Una última alternativa podría consistir en evaporar el agua de la lejía y almacenar el conservador en forma sólida. Para cada uno de estos casos, explica Santiago los rendimientos que pueden obtenerse y las cantidades que deberán adicionarse a los vinos. La propia ceniza es útil para espolvorear los vasos, ya lavados, en que deberá guardarse el vino; cuando deban usarse se enjuagan y se habrá impedido el desarrollo de mohos.

En relación a las conservas de alimentos, Santiago se refiere únicamente a las que emplean almíbar como líquido de gobierno. Acon-

seja que el «cocimiento» se haga siempre con agua y no a fuego vivo, porque en este caso, señala sagazmente, «la humedad queda re-concentrada en el centro».

En cuanto a la práctica cotidiana de la cocción de alimentos, recomienda que las ollas estén bien tapadas, siempre que se pueda con otra olla de agua fría; la olla inferior debe tener vacío al menos su tercio superior. Se consiguen con ello las siguientes ventajas:

1. Ausencia de los humos que se producen al rebosar las ollas.
2. Retención de las sustancias que el fuego consume.
3. Ahorro del agua que suele añadirse durante la cocción.
4. Ahorro de tiempo y leña.

Insiste en que, además, puede apreciarse una sensible diferencia entre los productos cocinados (I, c.49).

Este primer acercamiento a la obra de Diego de Santiago se ha limitado casi exclusivamente a una mera descripción de sus aspectos químicos. La discusión en profundidad de los mismos y un enfoque interdisciplinario permitirán a futuros estudios centrar la figura del autor en la ciencia de su época.

Creemos que la primera nota que hay que destacar es la honda modernidad de Santiago, con el rechazo absoluto de los argumentos de autoridad y con una fe ciega en la experimentación como forma de indagar en la naturaleza.

Refiriéndonos a aspectos más concretos, resalta su gran capacidad técnica en el arte de la destilación, y la novedosa concepción del aparato por él diseñado.

Eugenio PORTELA MARCO
Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia
Universidad de Valencia - CSIC