

La Química Analítica en la química española

Miguel Valcárcel

INTRODUCCIÓN

Nadie es poseedor de la verdad absoluta. Los que se la atribuyen están absolutamente equivocados. Generalmente excluyen los que no son de su “casta” con argumentos poco fundamentados, con extrapolaciones superficiales y erróneas, lejos de la realidad y típicos de los prepotentes. No son capaces de la más mínima autocrítica, se creen modelos a seguir y no son capaces de reconocer un elefante a tres metros. Estas personas también existen en el contexto de la Ciencia y Tecnología, como en otros muchos. Una tarea primordial es desarticular a los mismos con argumentos objetivos y bien fundamentados. Este es el principal motivo que me ha lanzado a escribir este artículo por la amable invitación del editor de *Anales de Química* sobre el papel de la Química Analítica en el ámbito de la Química, obviamente huyendo de planteamientos tanto defensivos como ofensivos, con un enfoque alejado de la posesión de la verdad. Es una apuesta sólida, objetiva y basada en realidades y no en situaciones pasadas, que han sido heredadas lamentablemente hasta la actualidad.

En el ámbito científico, el refrán “nada es verdad o es mentira, todo es según el color del cristal con que se mira” sorprendentemente es una realidad, cuando la objetividad debería ser una característica esencial de un científico. No se entiende que en este contexto existan deformaciones por ignorancia o por interés, pero lamentablemente las hay. Además, la condición humana tiende a la descalificación rápida y con poco fundamento, lo que debería estar lejos del ámbito científico. Así se cumple el refrán “no hay peor sordo que el que no quiere oír”.

Pese a su título, en este artículo no se pretende describir la historia y los logros de la Química Analítica española en las últimas y fecundas siete décadas. El enfoque es más profundo, ya que se intenta analizar críticamente el papel de esta disciplina en la química española. Para ello, se comentará la imagen global distorsionada, a veces pobre, de la Química Analítica en España y Europa y los responsables de la misma, lo que permitirá vislumbrar una visión correcta de la disciplina, hoy y mañana. Después se evaluará la si-

tuación real de la Química Analítica tanto en España como en el seno de la Real Sociedad Española de Química, así como las previsiones de futuro.

LA IMAGEN DISTORSIONADA DE LA QUÍMICA ANALÍTICA

La objetividad permite reconocer que la Química Analítica en España y algunos países de Europa es considerada, en algunas ocasiones, como una hermana menor entre las disciplinas de la Química, en claro contraste con países desarrollados como Japón y EE. UU. donde tiene la consideración correcta. Posiblemente el gran error de la Química ha sido la parcelación de sus componentes en compartimientos estancos, lo que es contrario a sus principios básicos.

La imagen distorsionada y, a veces pobre, de la Química Analítica tiene a tres grupos de personas responsables de la misma^[1].

En *primer lugar*, los propios químico-analíticos somos causantes de esta imagen debido a una amplia serie de razones: *a)* muchos tienen un complejo de inferioridad absolutamente infundado causado, por ejemplo, por la desconsideración de otros colegas químicos (ej. en la confección de planes de estudio, en el reparto de fondos competitivos, etc.); *b)* pocos se involucran y se esfuerzan en el cambio de imagen de la Química Analítica; *c)* la investigación en Química Analítica no ha estado, en general, bien orientada en el pasado, lo que ha propiciado un cierto desprestigio, y *d)* la dejación de funciones a la hora de asimilar en su momento los nuevos instrumentos que han revolucionado a la Química en las últimas décadas del siglo pasado y que otras disciplinas de la Química asimilaron (ej. Espectroscopia de Rayos X por la Química Inorgánica, y Espectrometría de Masas y RMN por la Química Orgánica); y *e)* La enseñanza de la Química Analítica en los estudios de Grado no ha sido, en muchos casos, la adecuada y así los alumnos en Química y otros estudios confunden a la Química Analítica con “equilibrios iónicos”, “cálculos”, “valoraciones”, “gravimetrías”, “balanzas y buretas”, “instrumentos”, etc., mientras que sus principios, sus objetivos y fines son soslayados sistemáticamente por mantener una tradición equivocada pero acomodaticia: la innovación docente profunda que la hagan otros, yo sigo con mis apuntes heredados generación tras generación.

En *segundo lugar*, se encuentran los colegas químicos de otras disciplinas que firmemente no creen que la



M. Valcárcel

Departamento de Química Analítica. Universidad de Córdoba
Campus de Rabanales. 14071 Córdoba (Spain).
C-e: qa1vacam@uco.es

Recibido: 16/11/2015. Aceptado: 10/12/2015.

Química Analítica sea una disciplina clave de la Química, seguramente porque tienen una imagen totalmente equivocada debido a la pobre o errónea educación en nuestra disciplina, tal como se ha comentado en el párrafo anterior. Conseguir que el peso de la Química Analítica en los Planes de Estudio haya tenido una importancia similar a las demás disciplinas de la Química ha sido una lucha de titanes en casi todas las universidades españolas. En los últimos años muchos químicos analíticos se han puesto las pilas y compiten favorablemente para conseguir fondos competitivos nacionales e internacionales, lo que supone un problema, ya que la tarta financiera de la Química debe compartirse y no dar migajas como hace pocos años. Este hecho ha favorecido también, en algunos casos, la animadversión y se han puesto cortafuegos para que los químicos analíticos tengan pocas opciones.

En *tercer lugar*, los responsables de la mala imagen de la Química Analítica son profesionales como médicos, bioquímicos, físicos, ingenieros etc., que minimizan la importancia del papel de los químicos analíticos con el peregrino argumento de que todos los instrumentos y analizadores originan datos de forma cada vez más fácil y asequible y, por tanto, un técnico de laboratorio puede gestionar los equipos y adquirir los datos. No son conscientes de que hay que transformar los datos en información y conocimiento, que hay que asegurar que los resultados corresponden a la realidad y que la investigación analítica es esencial para resolver nuevas demandas informativas. Estas tres labores no están al alcance de un técnico.

LA QUÍMICA ANALÍTICA, HOY Y MAÑANA

La Química Analítica es el tercer componente básico de la Química, además de la Teoría y la Síntesis y, por tanto, diferente al de las Aplicaciones de la misma. Es una disciplina metrológica que tiene a su cargo la generación de la información (bio)química de calidad, que es su principal aspecto diferencial respecto a otras disciplinas de la Química^[2].

Los *pilares esenciales* de la misma, formulados sucintamente, son:

- Las *metas* (alta calidad metrológica y resolución de demandas informativas) y sus *objetivos* mayorizantes (más y mejor información (bio)química) y minorizantes (reducción de material, tiempo, esfuerzos humanos, riesgos en el proceso analítico). La contradicción entre los dos objetivos por una parte y la de las metas por la otra implica la necesaria definición de los *compromisos de calidad* al diseñar los procesos analíticos.
- La información requerida es su nuevo estándar básico, además de los clásicos patrones tangibles y los escritos (ej. normas, guías, métodos oficiales, etc.), ya que es esencial para planificar los procesos analíticos.
- La consistencia entre la Química Analítica y la jerarquía datos primarios-información-conocimiento^[3] es esencial en la disciplina informativa de la Química, ya que corresponden a las señales que generan los instrumentos, a los resultados y a los informes, respectivamente.



Foto 1. El profesor Valcárcel en el laboratorio de investigación del grupo que dirige en la Universidad de Córdoba

- La Química Analítica del presente y futuro tiene que concebirse en el ámbito de la interdisciplinariedad, estableciendo fructíferas interfaces internas con las otras disciplinas de la Química, y externas con otras áreas como Biología, Matemáticas, Física, Ingeniería, etc. La Química del futuro está en las interfases^[4] y la Química Analítica no puede ser ajena a esta tendencia.
- La Química Analítica no sería una disciplina científica independiente si no tuviera un sistema eficiente de I+D propio, que puede tener tanto un objetivo básico de incrementar en general las capacidades de análisis desarrollando herramientas tangibles e intangibles, como práctico, que implica la satisfacción de los requisitos informativos.
- La Química Analítica tiene que romper moldes y dedicarse a la transferencia de conocimientos y tecnologías analíticas^[5] desde los centros de investigación a los productores de herramientas analíticas con fines comerciales, los laboratorios de rutina y en, algunos casos especiales, a los que requieren la información (bio)química.
- La Responsabilidad Social de la Química Analítica^[6] es un pilar esencial de la misma, al igual que en Ciencia y Tecnología^[7,8] y el soporte básico de otros pilares. Se trata de la consideración sistemática del impacto en la sociedad en general y en el de la salud, medio ambiente, agricultura, alimentación, etc. y, en particular, del conocimiento (bio)químico generado por el análisis de objetos o sistemas tanto naturales como artificiales. La connotación interna es la producción fiable y sostenible de la información (bio)química y la externa el aseguramiento de que este conocimiento corresponde a la realidad.
- Una nueva orientación en la enseñanza de la Química Analítica es esencial para abordar su futuro, tal como se ha indicado. La enseñanza de nuestra disciplina debe tener otros ritmos, otros contenidos, eliminando las tradiciones negativas para ser coherente con la realidad y mejorar la imagen de la misma. Así debe empezar, en el primer contacto con los estudiantes, abordando sus principios, peculiaridades, sus metas y objetivos y su rol en el contexto de la Química y en la Ciencia y Tecnología. Este cambio de rumbo docente tipo *bottom-up* se aborda ya en algunos libros de textos publicados en el siglo XXI.^[9,10]

Muy posiblemente a muchos químicos esta aproximación genérica a la Química Analítica les va a sorprender, ya que su idea está basada en paradigmas de la disciplina ya obsoletos cuyo relato no cabría en la extensión razonable de este artículo. Sí es necesario resaltar los *cuatro paradigmas generales de una Química Analítica*^[11] en el sitio que le corresponde como disciplina básica de la Química:

1. Su consideración sistemática como disciplina generadora de la información (bio)química, siendo

ésta su principal característica que la hace independiente.

2. Su ubicación en un contexto interdisciplinar dentro y fuera de la Química para ser permeable a los avances científico-técnicos y contribuir a los mismos.
3. Su propio sistema eficiente de investigación y desarrollo, tanto básico y aplicado.
4. La transferencia de conocimiento y tecnología analíticos como actividad ordinaria.

De los mismos se derivan paradigmas específicos^[11], muchos de ellos ya indicados a lo largo de este artículo.

LA QUÍMICA ANALÍTICA EN LA QUÍMICA ESPAÑOLA

Hay que reconocer que la consideración de la Química Analítica por parte de otros colegas químicos españoles no es buena en general debido a los hechos narrados anteriormente. Es cierto que la Química Analítica en los años sesenta-setenta del pasado siglo no tuvo entre sus responsables, salvo honrosas excepciones, mentes con apuestas a la innovación y dispuestas a enviar posdoctorales al extranjero como tuvieron otras disciplinas de la Química (ej. la Química Orgánica con los eminentes profesores Lora-Tamayo y Pascual Vila en Madrid y Barcelona, respectivamente). Esta deficiencia ha sido un lastre para la Química Analítica española. El que suscribe este artículo envió sus dos primeros trabajos a publicar en el extranjero en el año 1970 pagándose todos los gastos que eran de mucha importancia relativa dada su condición de Ayudante de Clases Prácticas. En mi generación los que salimos al extranjero nos buscamos nuestras becas y ayudas por nuestra cuenta. No nos enseñaron el camino, lo tuvimos que abrir nosotros sin apoyo moral y material. Aquellos pioneros lideran hoy la Química Analítica en España y por supuesto apuestan sistemáticamente por la innovación y la internacionalización.

Pero actualmente se extrapola automáticamente del pasado al presente de forma equivocada, sin mucho fundamento, sin considerar el esfuerzo ímprobo de muchos químico-analíticos españoles en las últimas décadas. No se tiene en cuenta el crecimiento científico exponencial de la Química Analítica española y su contribución, mucho más relevante de lo que se pueda creer, en la evolución positiva de la química española, sea cual sea el indicador bibliométrico que se utilice.

Es curioso indicar que, más allá de nuestras fronteras, las aportaciones de la Química Analítica española han sido calificadas de espectaculares y han despertado admiración.

En un reciente congreso internacional (Euroanalysis XVIII, Bordeaux, 6-10/09/2015), se reconoció explícitamente el liderazgo de España en muchas líneas de investigación de la Química Analítica. Pero claro, la carga negativa del pasado vuelve "ciegos o tuertos" a nuestros colegas que no le dan el sitio que le corresponde a nuestra disciplina en el contexto español, por conveniencia o por ignorancia. En este año 2015, M. Whitesides (Universidad de Harvard, EE. UU.) en el interesante artículo sobre

“Reinventing Chemistry”, publicado en la revista *Angewandte Chemie*^[11] ha reconocido explícitamente tanto la importancia de la información (bio)química como que “Analytical Chemistry is a more important area that it may seem”. Menciona también que F. J. Dyson en *Science*^[12] y en otras publicaciones “[...] has argued convincingly that one of the most important steps in opening new areas of science is developing new analytical techniques that make possible relevant measurements [...]”. No es esa precisamente la imagen que se tiene de la Química Analítica en España. En los centros de “élite” se trabaja mucho en nanosensores sin que ni en sus publicaciones ni en la divulgación científica se mencione para nada a la Química Analítica, cuya aportación a los mismos es imprescindible, pues generan información (bio)química de la que debe asegurarse su calidad. Puede ser que sólo interese la publicación.

En el casi medio siglo de mi vida académica y científica me he dedicado denodadamente a que la Química Analítica supere esta energía de activación pleiteando con todos tanto a nivel nacional como europeo. Recuerdo con angustia la eliminación como independiente de nuestra disciplina en la primera lista provisional de las “Áreas de Conocimiento” hace más de 30 años y como Alfredo Pérez Rubalcaba nos salvó “in extremis” en una reunión en el Ministerio de Educación con los profesores Siro

Arribas, Jesús Hernández y el que suscribe este artículo. Este hecho fue clave en nuestro desarrollo posterior. Así pues, un químico orgánico nos salvó del K.O. técnico. Las nuevas generaciones de químicos analíticos ni siquiera conocen este trascendental hecho que ha tenido repercusiones muy positivas para nosotros (¡Gracias Alfredo!).

Comparativamente, los contratos Ramón y Cajal y Juan de la Cierva son muy deficitarios para los candidatos químico-analíticos al utilizarse un baremo que nada les favorece aunque tengan CVs de excelencia. Es necesario cambiar el sistema de evaluación existente para potenciar la igualdad de oportunidades entre los candidatos de todas las disciplinas de la Química (incluidas la Química Analítica y la Química Física) así como entre las Universidades y los Centros “de elite” recién creados. ¿Por qué no se utiliza la normalización por deciles en los listados del JCR (ISI), que es más discriminatoria y justa que la de los cuartiles? Otras disciplinas y las universidades también existen como dicen los habitantes de la hermosa ciudad de Teruel. Además hay que tener en cuenta las ingenierías curriculares que logran que un candidato tenga 8-12 JACs con sólo 2-4 años postdoctorales en artículos con muchísimos autores, como he visto reiteradamente cuando era evaluador primero y responsable después de la evaluación de los contratos Ramón y Cajal. Llevo muchos años evaluando, y cada vez



Foto 2. Componentes del grupo de investigación del profesor Valcárcel con motivo de su investidura como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Valencia en marzo de 2011

estoy más convencido que los aspectos cualitativos son muy relevantes. La evaluación puramente numérica (número de artículos, índices de impacto, índice Hirsh, etc.), no es, ni mucho menos, lo único en un enfoque correcto e integral del *peer review*. Este es el enfoque de las evaluaciones científicas en países avanzados.

LA QUÍMICA ANALÍTICA EN EL SENO DE LA RSEQ

La consideración de la Química Analítica en la Real Sociedad Española de Química es un fiel reflejo de su situación en la química española y por tanto manifestamente mejorable. Los socios químico-analíticos de la RSEQ estamos atónitos de cómo se nos trata. Pongamos dos ejemplos. En el amplio listado de Grupos especializados de la RSEQ es desolador comprobar que no se encuentra ni la Química Analítica ni la Química Física (aunque sí muchas ramas específicas de la misma), pero sí la Química Orgánica y la Química Inorgánica que además tienen varios Grupos especializados afines. Además, existe también un grupo de Ingeniería Química. Desde hace 29 años no se concede la Medalla de la RSEQ a un químico analítico; el porcentaje de químicos analíticos que han recibido la Medalla es inferior al 6% de las concedidas desde los años cincuenta. El autor de este artículo ha renunciado a ser propuesto de nuevo por dignidad, después de dos estrepitosos fracasos. Que nadie interprete que este comentario es una solicitud de reconsideración. Afortunadamente, en otros contextos (ej. Premio Nacional de Química y Real Academia de Ciencias) no interviene la RSEQ.

En los años 80, el profesor Pérez-Bustamante intentó en la Junta Directiva de la RSEQ tanto que éste apoyara la celebración en España del evento internacional “Euroanalysis V”, como que se creara el Grupo Especializado de Química Analítica. De manera incomprensible y lamentable estas solicitudes no fueron atendidas^[13]. Esto espoleó a los químicos analíticos a crear la Sociedad Española de Química Analítica en la misma década, que en estos años ha desarrollado una gran labor ampliamente reconocida en Europa. No cabe duda que ahora es una dificultad añadida que exige un mayor esfuerzo para que la Química Analítica tenga el sitio que le corresponde en la RSEQ. Es obvia la necesidad de una reflexión profunda que lleve a la cooperación leal y real, sin paternalismos ni desde posiciones descalificadoras enmascaradas.

Es importante hacer constar que las “Analytical Divisions” de Sociedades Químicas de países avanzados como la ACS (EE. UU.), RSC (UK), GDCh (Alemania) y la Asociación Europea EuCheMS tienen gran prestigio y un peso específico muy relevante en el seno de estas Sociedades. En España no es así ya que somos los más avanzados del mundo y los que poseemos la verdad absoluta de la Química.

Tengo una antigüedad de casi 40 años en la RSEQ y si no he causado baja como socio ha sido por la esperanza (lamentablemente vana) de lograr que una o dos áreas de la Química no sean dueñas casi exclusivas de la Sociedad (no me atrevo ni a decir *nuestra* Sociedad). Me jubilo el

próximo año y creo que será difícil que áreas como la Química Física y la Química Analítica tengan una consideración y oportunidades semejantes a la Química Orgánica e Inorgánica en el seno de la RSEQ. Poner pantallas para desorientar no engaña más que a los que se dejan engañar o no les importa el rumbo de la RSEQ.

Recientemente los que no somos químicos orgánicos hemos recibido un aldabonazo de mi amigo Prof. José Font al publicar en Anales un artículo sobre la “Química en España”, ya que solo contiene referencias a la Química Orgánica, lo que es fiel reflejo de lo que piensan muchos socios^[14]. En el mismo número de Anales^[15] mi amigo y compañero de la Academia de Ciencias, Prof. José Elguero, vuelve a descalificar duramente a la Química Analítica reproduciendo su intervención en un simposio en la UIMP de Santander en 1985, sin reconocer los espectaculares avances de la Química Analítica en estas últimas tres décadas.

CONSIDERACION FINAL

Se ha pretendido dar argumentos objetivos y referencias recientes de prestigiosas revistas científicas^[11,12] para que la Química Analítica tenga la consideración que le corresponde en el seno de la química española. Ello supone un cambio de actitud de muchos químicos españoles, lo que es difícil de lograr con un solo artículo. El autor ha fracasado en esta tarea durante décadas. Espera que la situación cambie en un futuro no muy lejano y se logre la igualdad de oportunidades entre todas las disciplinas de la Química en España, empezando en la RSEQ.

DEDICATORIA

A aquellos químicos analíticos españoles que han contribuido a que la Química Analítica en España tenga un alto nivel, no reconocido internamente pero sí externamente.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Miguel Á. Sierra, editor de *Anales de Química*, que ha tenido la deferencia de invitar a un químico analítico a expresar su opinión en esta nueva sección sobre la Química vista por sus protagonistas, después de haber participado en la misma varios eminentes químicos orgánicos españoles.

A la señora Patricia Yáñez-Sedeño por su inestimable ayuda en la confección de este artículo.

NOTA DEL AUTOR

Las opiniones vertidas en este artículo son de exclusiva responsabilidad del autor del mismo, que no representa a nada ni a nadie. Los comentarios al contenido del mismo serán bienvenidos (qalvacam@uco.es)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Valcárcel. "Quo Vadis, Analytical Chemistry?". *Anal. Bioanal. Chem.*, **2015**, DOI: 10.1007/s00216-015-9148-6.
- [2] M. Valcárcel. "La Química Analítica, hoy y mañana". *Servicio de Publicaciones. Universitat de Valencia*, **2011**.
- [3] M. Valcárcel, B. M. Simonet. "Types of analytical information and their mutual relationships". *Trends Anal. Chem.*, **2008**, 19, 593-598.
- [4] S. Matlin, G. Mehta, H. Hopf. "Chemistry embraced by all". *Science*, **2015**, 347, 1179-1180.
- [5] M. Valcárcel, B.M. Simonet, S. Cárdenas. "Bridging the gap between analytical R&D products and their use in practice". *Analyst*, **2007**, 132, 97-100.
- [6] M. Valcárcel, R. Lucena. "Social Responsibility in Analytical Chemistry". *Trends Anal. Chem.*, **2013**, 31, 1-7.
- [7] M. Valcárcel, R. Lucena. "La Responsabilidad Social en la Ciencia y Tecnología". *An. Quim.*, **2012**, 108, 156-159.
- [8] P. Krogsgaard-Larsen, P. Thostrup, F. Besenbacher. "Scientific Social Responsibility: A call to arms". *Ang. Chem. Int.*, **2011**, 50, 2-4.
- [9] M. Valcárcel. "Principles of Analytical Chemistry". *Springer-Verlag*, Berlín, **2000**.
- [10] R. Kellner, J. M. Mermet, M. Otto, M. Valcárcel, H. M. Widmer. "Analytical Chemistry" (2nd edition). *Wiley-VCH* (Weinheim), **2004**.
- [11] G. M. Whitesides. "Reinventing Chemistry". *Ang. Chem. Int.*, **2015**, 54, 3196-3209.
- [12] F. J. Dyson. "Is Science mostly driven by ideas or by tools?". *Science*, **2012**, 338, 1426-1427.
- [13] Actas de la Junta Directiva de la RSEQ, **1982**, nº 2 y 4.
- [14] J. Font-Cierco. "Química 1950-2000". *An. Quim.*, **2015**, 111, 21-24.
- [15] J. Elguero. "La química española vista por sus protagonistas". *An. Quim.*, **2015**, 111, 25-28.

