

## Índice

### 1. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN Y BIORRECONOCIMIENTO

*M. De Frutos, A. Puerta*

### 2. ¡¡¡LOS MATRACES NO SE METEN EN LA NEVERA!!!

### 3. ACTIVIDADES DE LOS DISTINTOS GRUPOS INCLUIDOS EN LA SEQA:

- Grupo de Espectroscopía Analítica (GEA)

*C. Ubide, S. Maspoch*

- Nuevas perspectivas para el Grupo de Electroquímica

*M.E. Lorenzo Abad*

- Grupo de Especiación

*M.M. Gómez*

### 4. RESUMEN DE LA SESIÓN DE DISCUSIÓN DE LAS DOS PRIMERAS EDICIONES DE LOS EJERCICIOS DE INTERCOMPARACIÓN PARA ESTUDIANTES DE QUÍMICA ANALÍTICA EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

*G. Rauret, A. Sahuquillo*

## 1. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN Y DE BIORRECONOCIMIENTO

**Mercedes de Frutos, Angel Puerta**

*Instituto de Química Orgánica General (CSIC)*

En estas líneas se abordarán algunos aspectos de la situación actual en el empleo conjunto de técnicas de separación y biomoléculas. Aún reconociendo el gran uso que tienen estas técnicas en el análisis de péptidos, proteínas y ácidos nucleicos no se considerará este punto, sino que el enfoque se centrará en el uso de las biomoléculas como reactivos y su conjunción con técnicas de separación de elevada eficacia, concretamente cromatografía de líquidos (HPLC) y electroforesis capilar (CE). Este empleo conjunto se enfoca especialmente hacia la consecución de determinaciones rápidas, selectivas y sensibles (1). Las técnicas de separación proporcionan la rapidez, el control preciso de las variables y la automatización, mientras que la selectividad propia de estas técnicas se ve incrementada enormemente al emplear biomoléculas como reactivos altamente específicos.

Se puede establecer una clasificación general de las distintas posibilidades de empleo conjunto del siguiente modo:

#### A) Empleo de biomoléculas como ligandos inmovilizados en el soporte o en la pared de la columna cromatográfica o electroforética:

A1) En principio el modo más simple consiste en el empleo de una biomolécula que conlleve el reconocimiento totalmente selectivo del analito de interés. En este apartado podemos situar, por ejemplo, la cromatografía de inmovilización. En esta técnica se inmoviliza en el relleno cromatográfico o en la pared de sílice del capilar un anticuerpo específico frente al analito que se quiere determinar. La introducción de la muestra en la columna cromatográfica da lugar a la captura selectiva del analito gracias a la especificidad del reconocimiento antígeno-anticuerpo, mientras que el resto de los componentes de la muestra eluyen sin retenerse en la columna.

Además de su empleo para retener el analito que se quiere determinar, la inmunocromatografía es útil para retener compuestos interferentes presentes en la muestra, generalmente en cantidades elevadas, y cuya presencia plantea problemas para el análisis del analito de interés. En este caso la sustancia a determinar, libre ya del interferente, se encontraría en la fracción no retenida en la inmunocolumna.

Dependiendo de la mayor o menor especificidad del anticuerpo, éste reconocerá a un único antígeno o a todo un conjunto de ellos que

tengan epitopos comunes capaces de reaccionar con las zonas de reconocimiento antigénico o paratopos del anticuerpo. Esta reactividad cruzada proporciona la información requerida en aquellas ocasiones en que es preciso determinar la cantidad conjunta de una familia o grupo de compuestos relacionados.

De igual modo el reconocimiento de un grupo de interferentes permite su eliminación conjunta de la muestra facilitando el posterior análisis del o de los analitos objeto de estudio

A2) Si los compuestos con reactividad cruzada con el anticuerpo y que han sido retenidos en la inmunocolumna quieren determinarse de forma individual, puede procederse a su separación posterior mediante el acoplamiento, bien en línea o bien en discontinuo, con otra columna cromatográfica o electroforética.

Este tipo de acoplamiento de dos o más columnas puede también utilizarse con fines de preconcentración. En este sentido se han desarrollado diferentes tipos de concentradores que permiten aumentar la selectividad y sensibilidad en el posterior análisis por electroforesis capilar (2).

De manera similar a la indicada para las columnas de inmutofinidad, el anticuerpo puede ser sustituido por otros tipos de biomoléculas: enzimas que reconocerán determinados sustratos, lectinas que interaccionarán con carbohidratos dados, proteínas A o G que se unirán a inmunoglobulinas, avidina que reaccionará con biotina, etc.

**B) Empleo de biomoléculas como reactivo en medio homogéneo.** En este caso la biomolécula se hace reaccionar con la muestra en disolución. La posterior etapa cromatográfica o electroforética permite separar el complejo biomolécula-analito de interés del resto de los componentes presentes en la muestra y del exceso de biomolécula empleada como reactivo. Durante la separación cromatográfica o electroforética el complejo presentará, en general, un comportamiento diferente al del analito y al de la biomolécula, lo que contribuye a la identificación de la sustancia de interés. Este tipo de análisis sería el equivalente al tradicional "gel-shifting" llevado a cabo mediante técnicas electroforéticas convencionales en geles.

Estos tipos de empleo conjunto de biomoléculas y técnicas de separación han venido realizándose durante años. Como se puede constatar en las publicaciones y congresos recientes, las principales novedades en su empleo actual vienen en su mayor parte

dictadas por el avance de las "ómicas": genómica, proteómica, metabolómica (farmacogenómica), metabonómica y celómica y se pueden clasificar en tres grupos:

1) Empleo de nuevos tipos de ligandos

En este aspecto caben destacar:

1.1. El uso de diferentes tipos de anticuerpos o de fragmentos de éstos. Así, además de los anticuerpos policlonales y monoclonales que siguen empleándose y que son ventajosos en determinadas ocasiones, se ha evolucionado hacia la producción de anticuerpos recombinantes.

Simultáneamente, se encuentra un incremento en el uso de fragmentos (Fab, Fab' o Fv) de anticuerpos con la finalidad de incrementar la selectividad, disminuir las interacciones no específicas o modificar la ruta de unión del anticuerpo al soporte o pared de la columna.

1.2. El empleo de aptámeros, es decir de secuencias de oligonucleótidos seleccionadas para la correcta interacción con el analito de interés. Los aptámeros son producidos "in vitro" mediante la técnica denominada evolución sistemática de ligandos por enriquecimiento exponencial (SELEX). La síntesis química se realiza con elevada exactitud y reproducibilidad y las condiciones de selección pueden variarse para obtener los aptámeros concretos con las propiedades deseadas, lo que proporciona ventajas frente al uso de anticuerpos (3).

1.3. La utilización de polímeros de impresión molecular (MIPs). Estos polímeros no son biomoléculas, pero se incluyen aquí dado su creciente interés y el hecho de que son considerados por muchos autores como "anticuerpos artificiales". Entre sus ventajas se suele considerar su mayor estabilidad que la de los anticuerpos. Existen diversos procedimientos para su preparación, tendiéndose en general a unir a un soporte adecuado una serie de grupos funcionales capaces de reaccionar con diferentes zonas del analito, controlando la disposición espacial de los mismos (4). Los soportes así funcionalizados suelen emplearse como rellenos de las columnas cromatográficas, aunque se están planteando nuevos sistemas en que se unen capas finas de MIPs a soportes cromatográficos convencionales.

2) Sistemas de detección de mayor sensibilidad. Con el fin de disminuir el límite de detección, además de emplear los mencionados sistemas de preconcentración, se recurre habitualmente al empleo de

biomoléculas marcadas con sondas enzimáticas, fluorescentes, quimioluminiscentes, etc. En estos casos la biomolécula marcada se hace reaccionar con la muestra en fase homogénea como se ha indicado en el apartado B o bien una vez retenido el analito de interés en la columna de afinidad (como se ha mencionado en el apartado A) se hace reaccionar con una segunda biomolécula que esté marcada. El tipo de sonda condiciona el tipo de detección empleado, encontrándose los sistemas de fluorescencia inducida por láser (LIF) entre los preferidos por muchos autores dada la elevada sensibilidad que son capaces de proporcionar.

- 3) Miniaturización. Al igual que ocurre con las técnicas de separación en general, su uso conjunto con biomoléculas muestra un creciente desarrollo en sistemas miniaturizados y en especial en formato de micro-chip. Cobra fuerza el concepto de "μTAS" (micro total analysis system) con tendencia a integrar en un único chip todas las etapas implicadas en el análisis, desde la preparación de la muestra a la detección. Pueden encontrarse prototipos de sistemas que incluyen zonas que contienen partículas con biomoléculas unidas para realizar una etapa de limpieza de la muestra, o la inclusión de canales de reacción que

permiten la reacción con la biomolécula en fase homogénea como se ha indicado para sistemas convencionales en el apartado B. En otras ocasiones se ha planteado la unión de anticuerpos al canal del chip, que funcionarían en este caso de modo similar al indicado en el apartado A. La inclusión de sistemas de termostatación en el propio chip permite controlar la influencia de este factor en las interacciones de las biomoléculas con los analitos objeto de estudio. Tanto en formato de columna capilar como en formato de canal en chip se encuentra una gran tendencia al empleo de sistemas múltiples (multicapilares o multicanales) que permiten realizar un elevado número de separaciones simultáneas y/o emplear diferentes biomoléculas en cada uno de ellos.

### Referencias

- (1) M. de Frutos, E. Molina, A. Puerta en *HPLC of Biological Macromolecules*, K.M Gooding , F.E. Regnier, Ed., Marcel Dekker, 2<sup>nd</sup> ed, New York **2002**.
- (2) N.A. Guzmán, R.J. Stubbs, *Electrophoresis* **2001**, 22, 3602.
- (3) S.D. Jayasena, *Clin. Chem.* **1999**, 45, 1628.
- (4) G. Wulff en *Molecular Interactions in Bioseparations*, T.T. Ngo, Ed. Plenum Press, New York **1993**

## 2. ¡¡¡LOS MATRACES NO SE METEN EN LA NEVERA!!!

Hace ya unos 15 años, acababa de leer mi Tesis de Licenciatura, leí en algún sitio que una gran parte de los errores cometidos en el análisis estaban asociados a la etapa de calibración. Francamente, esa afirmación me resultó exagerada y no concebía cómo era posible,...al fin y al cabo el preparar un calibrado consiste simplemente en preparar una serie de disoluciones de distinta concentración, algo que se enseña (o se debería enseñar) y se aprende (o se debería aprender) en los primeros años de estudios universitarios.

Durante estos 15 años, he realizado mi Tesis Doctoral, he trabajado en distintas universidades, he realizado estancias en distintos laboratorios españoles y europeos y finalmente he entendido el por qué de los errores cometidos en la etapa de calibración. La primera vez que vi un matraz aforado en la nevera me llevé las manos a la cabeza. No era posible qué teóricos profesionales (muchos de ellos doctores o a punto de defender su Tesis Doctoral) estuviesen cometiendo una barbaridad

como esa cuando teóricamente, todos sabemos que al introducirlo en la nevera el matraz pierde su calibración y que a partir de ese momento, cada vez que fuese utilizado, se estaría introduciendo un error en el análisis. Sin embargo, desafortunadamente, aquella primera visión no ha sido una excepción y he vuelto a ver lo mismo en más de un laboratorio (algunos de reconocido prestigio). Además de esto he observado un mal uso de las micropipetas, de los pH-metros.....y no es que se trate a estos instrumentos con brusquedad sino simplemente se utilizan sin calibrar durante meses, años.... Esto que parece tan increíble es una triste realidad y nosotros, los profesionales que nos dedicamos a la Química Analítica, deberíamos hacer un esfuerzo por corregir estos errores empezando por ser críticos con nosotros mismos ya que seguramente nosotros también estaremos cometiendo alguna barbaridad sin darnos cuenta, por no prestar quizás atención a todas las variables que pueden afectar al resultado final de un análisis.

Aparte de realizar la mencionada autocrítica, habría que preguntarse por qué se está llegando a esta situación, situación que, por lo que he visto en estos años, no es algo excepcional sino que está más cerca de convertirse en una generalidad. Desde mi punto de vista, una de las razones de esta decadencia radica en que los químicos analíticos no hemos sabido transmitir la dificultad de realizar correctamente un análisis. En general, se piensa que el realizar un análisis es fácil y así no es de extrañar que otros profesionales (químicos orgánicos, farmacéuticos, ingenieros,...por mencionar algunos y por supuesto con todos mis respetos) estén asumiendo responsabilidades que corresponderían a un químico analítico. Por otra parte, los propios químicos analíticos nos dejamos impresionar por los poderosos y sofisticados instrumentos que aparecen en el mercado capaces de detectar casi cualquier cosa a cualquier nivel de concentración y nos olvidamos de que, en la mayoría de los casos, para que ese instrumento funcione bien hay que preparar bien la correspondiente disolución patrón.

No tengo la solución en mis manos pero quizás, en el momento actual en que tanto se habla de la Evaluación de la Calidad del Profesorado Universitario y de la Convergencia Europea en Educación Superior, todos deberíamos intentar poner nuestro granito de arena, cada uno en nuestro nivel y ámbito de actuación, para mejorar el trabajo en nuestros laboratorios.....quizás sería bueno empezar por levantarnos de nuestra silla, salir de nuestro despacho y abrir una de las neveras que llenan nuestros laboratorios....no hay nada mejor que tomar conciencia de la realidad que nos rodea.

Hoy por hoy, he preferido mantenerme en el anonimato para que nadie tenga la tentación de señalar con el dedo inquisidor a los centros en los que he trabajado....pero me encantaría recibir comentarios, errores observados, cómo los habéis corregido, etc. en la dirección [matracesaforados@hotmail.com](mailto:matracesaforados@hotmail.com) o bien directamente a través de este Boletín....todo sea por mejorar nuestra profesión, profesión de la que me siento muy orgulloso.

### 3. ACTIVIDADES DE LOS DISTINTOS GRUPOS INCLUIDOS EN LA SEQA

#### Grupo de Espectroscopía Analítica (GEA)

**Carlos Ubide, Santiago Maspoch**

*Universidad del País Vasco, Universidad Autónoma de Barcelona*

La reunión del GEA tuvo lugar el miércoles 22, dentro del marco general de la "XIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica" celebrada en La Coruña entre el 21 y el 24 de Octubre 2003. La reunión estuvo moderada por Santiago Maspoch, que comenzó dando una visión general de la evolución y consolidación comercial de las técnicas espectroscópicas en los últimos años, así como una comparativa del número de publicaciones recogidas en el Chemical Abstracts. Destacó como técnicas de mayor crecimiento, el Raman en el campo molecular y la Espectroscopía de Masas en el atómico. Asimismo, constató el buen momento de la espectroscopía española, que ha pasado de representar el 1,5% del total de publicaciones en 1990, al 2,4 % en el año 2000. Presentó también datos específicos para algunas técnicas de amplia difusión, mostrando que el % de publicaciones con algún autor español en el periodo 1990-2000 se había doblado en la mayoría de los casos.

El balance en origen de estas publicaciones (centros del CSIC o universidad) se ha mantenido prácticamente constante, con un

24% provenientes del CSIC y el 76% del ámbito universitario.

Acabada la presentación, se planteó un debate abierto que rápidamente abordó la problemática específica del GEA. Como es conocido, el grupo atraviesa por tiempos de redefinición después de los acuerdos tomados en su "V Reunión" celebrada en Sitges los días 4 y 5 de Abril 2002. Allí se tomó la decisión de posponer *sine die* la celebración de la VI Reunión, para tratar de integrarnos en las Reuniones Nacionales de Espectroscopía (RNE), organizadas por el Comité de Espectroscopía, por la Sociedad de Espectroscopía Aplicada (SEA) y, a partir de este año, por la SEQA. La XIX RNE, se celebrará en Las Palmas de Gran Canaria los días 4-9 de Julio de 2004 y está organizada, en su comité local, por el grupo de Química Analítica de esa Universidad, encabezado por José Juan Santana. Cada una de las tres sociedades organizadoras aporta tres miembros al Comité Organizador.

En la mayoría de las intervenciones se consideró que la decisión tomada en Sitges fue

correcta y que se trata de aunar esfuerzos, sin que ello deba derivar necesariamente en una pérdida de identidad. El objetivo es participar activamente en estas Reuniones como grupo,

umentando su componente analítica. En la próxima Reunión de la SEQA, en 2005, haremos balance de resultados.

## Nuevas perspectivas para el grupo de electroquímica

**María Encarnación Lorenzo Abad**  
*Universidad Autónoma de Madrid*

El motivo de dirigirme a vosotros es el de comunicaros que en la última reunión de la SEQA, celebrada del 21 al 24 de octubre en la ciudad de La Coruña, tuvieron lugar también las reuniones preceptivas de los distintos grupos especializados. En lo que se refiere al grupo de Electroquímica en la reunión que mantuvimos se acordó emprender una serie de acciones encaminadas a revitalizar el grupo. Entre éstas se propuso que en la próxima reunión de la SEQA, se organizaran una serie de actos centrados en el campo del Electroanálisis, por ejemplo charlas invitadas relativas a temas de Electroanálisis, así como algún seminario y coloquio en los que se discutan distintos aspectos actuales y de futuro de este campo de la Química Analítica.

Además de las acciones mencionadas, que como podéis ver se plantean a largo plazo, se hicieron propuestas encaminadas a procurar que el grupo se mantenga activo hasta entonces. Así se comentaron distintas sugerencias que incluían la utilización del boletín de la SEQA como una forma de difusión de eventos interesantes para los miembros del grupo, por ejemplo la celebración de congresos, aparición de publicaciones relevantes o libros

relativos al campo del electroanálisis. Así mismo, se pensó utilizar el citado boletín para que, de una forma periódica, se den a conocer las líneas de investigación que están llevando a cabo los distintos grupos que trabajan en el campo.

Para poder realizar estas propuestas se acordó nombrar un coordinador para el grupo de Electroquímica que recoja todas las sugerencias planteadas por los socios interesados en el grupo, las coordine y facilite que éstas puedan llevarse a término. Esta labor de coordinación recayó en mí y por tanto como primera medida me ha parecido oportuno el haceros llegar esta carta para informaros y comunicaros que aquellos socios que estén interesados en participar en el grupo, me lo hagan saber enviándome un correo electrónico en el que me indiquen su nombre y dirección. Se trata de que éste sea un primer contacto que nos permita conocernos, de forma que podamos mantener la comunicación y me podáis hacer llegar vuestras ideas sobre las distintas acciones a realizar.

Espero el entusiasmo y participación de todos y agradezco de antemano vuestra colaboración.

## Grupo de especiación

**María Milagros Gómez Gómez**  
*Universidad Complutense de Madrid*

El pasado Noviembre de 2002 se renovó la Junta Coordinadora del Grupo de Especiación Analítica perteneciente a la SEQA, cuya composición actual es la siguiente:

Presidenta: M<sup>a</sup> Milagros Gómez Gómez (U. Complutense de Madrid)

Vicepresidente: Isaac Rodríguez Pereiro (U. de Santiago de Compostela)

Secretaria: María Montes Bayón (U. de Oviedo)

Vocales: Alberto de Diego Rodríguez (U. del País Vasco), Fermín López Sánchez (U. de Barcelona) y Daniel Sánchez-Rodas Navarro (U. de Huelva)

En respuesta a lo acordado en la Asamblea de la SEQA celebrada el 24 de Octubre de 2003

en el marco de la XIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica celebrada en La Coruña, se informa sobre las actividades realizadas por el Grupo de Especiación en la sesión de tarde del 22 de Octubre de 2003.

El número de asistentes a esta sesión fue de aproximadamente 50. La sesión comenzó con la conferencia impartida por el Dr. Michael Sperling coordinador de EVISA (Europea Virtual Institute for Speciation Analysis) e investigador del "Institute for Inorganic and Analytical Chemistry" de Westphalian Wilhelms-University Muenster Alemania, bajo el título "Speciation analysis in Europe - From the research laboratories into the real world of industrial



applications-The virtual institute for speciation analysis". A continuación se pasó al turno de preguntas e intercambio de opiniones, turno que fue extenso y bastante interesante, donde quedó patente el interés que despierta en la comunidad Científica Analítica la Red Virtual Europea de Especiación.

La segunda intervención corrió a cargo de la Dra. M<sup>a</sup> Milagros Gómez Gómez, Presidenta de la Junta Coordinadora del Grupo de Especiación Analítica de la SEQA, que presentó una breve panorámica del estado actual de la especiación en España. Esta presentación ha sido elaborada a partir de la información suministrada, hasta la fecha, por los miembros del Grupo de Especiación. A continuación se pasó al turno de intercambio de opiniones.

La sesión finalizó con una mini-asamblea donde se acordó enviar a todos los socios la base de datos del Grupo de Especiación para

que actualicen sus datos, y que finalmente todos puedan disponer de información sobre direcciones de contacto y temas en los que trabajan otros compañeros para futuras consultas o colaboraciones.

Por otra parte se acordó elaborar un artículo sobre la conferencia anteriormente mencionada, donde se incluirá la nueva información que se reciba de los socios, para su publicación en el Boletín de la SEQA.

Aunque somos un grupo pequeño, quedo patente la idea de reunirnos periódicamente, y siempre que sea posible en el marco de los principales congresos españoles organizados por la SEQA, las JAIs, etc.

Agradeciendo de antemano la colaboración y apoyo mostrado por la SEQA, quedo a vuestra disposición para cualquier tema relacionado con el Grupo.

#### **4. RESUMEN DE LA SESIÓN DE DISCUSIÓN DE LAS DOS PRIMERAS EDICIONES DE LOS EJERCICIOS DE INTERCOMPARACIÓN PARA ESTUDIANTES DE QUÍMICA ANALÍTICA EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS**

**G. Rauret, A. Sahuquillo**

*Universidad de Barcelona*

El día 22 de octubre se celebró en el salón de actos de la Facultad de Informática de la Universidade da Coruña, y en el marco del VIII Congreso ISAMEF/SEQA2003, una sesión de discusión de los ejercicios de intercomparación para estudiantes de Química Analítica en las universidades españolas, que desde el curso académico 2001-2002 viene organizando el Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Córdoba y la Universidad de Huelva.

La reunión se inició alrededor de las 16:00 h con la presencia de unas 40 personas entre las que se encontraban tanto participantes en las dos primeras ediciones de los ejercicios, como pertenecientes a nuevos centros interesados en participar.

En nombre de la organización, la Dra. Angels Sahuquillo del Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona, presentó la experiencia de las dos primeras ediciones teniendo en cuenta las respuestas obtenidas en una encuesta de valoración que se distribuyó a los participantes, y a partir de la experiencia de la organización interna de los ejercicios. En la presentación se analizaron el grado de cumplimiento de los objetivos de los ejercicios y las dificultades surgidas. Se

valoraron el sistema de organización, los materiales y parámetros analizados, y se presentaron también tendencias de futuro y propuestas surgidas entre los participantes.

Como resumen de los resultados de la encuesta se presentaron los siguientes datos: La valoración promedio del grado de cumplimiento de los objetivos según los participantes fue de 3.9 (escala de 1 a 5), hecho que, junto con la participación de 21 centros y unos 400 estudiantes en cada una de las ediciones, conduce a una valoración global muy positiva de las dos primeras ediciones. Desde la organización, se resaltó la necesidad de una correcta planificación de este tipo de práctica con el fin de ajustarse al calendario de entrega de resultados en cada uno de los semestres, para favorecer la elaboración del informe y la sesión de discusión de resultados con los estudiantes.

Uno de los principales problemas detectados por la organización, y que afecta a la comparación de los resultados entre los distintos centros, es la obtención de las réplicas suministradas para cada parámetro, que en algunos casos conlleva la heterogeneidad de los intervalos de confianza asignados a cada participante en los gráficos del informe final.

Las experiencias de la discusión entre estudiantes y profesor difieren mucho de unos

centros a otros lo que pone de manifiesto los diferentes tipos de organización de la docencia práctica en las Universidades.

Por lo que respecta a temas logísticos de organización, y a los materiales y parámetros analizados, la respuesta general de la encuesta de valoración fue positiva, considerándose adecuados los materiales y parámetros seleccionados para el tipo de estudiantes a los que se dirige el ejercicio.

Por último se presentaron en la reunión distintas propuestas y sugerencias de los participantes, que se resumen a continuación:

- Mantener la utilización de materiales en los que los análisis se realicen siguiendo métodos predefinidos (métodos oficiales) así como materiales y análisis en los que se pueda elegir el método de participación.
- Introducir nuevos materiales en próximos Ejercicios, de manera paulatina.
- No proporcionar los valores de referencia de los parámetros a los participantes.
- Ampliar el tratamiento estadístico de los resultados: cálculo de Z-score, detección de valores aberrantes, etc.

Después de la presentación, se inició la sesión de discusión moderada por el Dr. Ramon Compañó, la Dra. Roser Rubio y la Dra. Angels Sahuquillo.

Los participantes de la Universidad de Salamanca y de la Universitat Jaume I de Castellón manifestaron la gran acogida de estos ejercicios de intercomparación entre los estudiantes, los cuales participan con gran entusiasmo. En la primera edición, la Universitat Jaume I trabajó con estudiantes que participaron con carácter voluntario y obtuvieron una muy alta participación. Actualmente en la mayoría de centros se incorpora el ejercicio a alguna de las asignaturas prácticas que se imparten a los estudiantes de niveles más avanzados.

La Universidad de Salamanca informó de la asistencia masiva de los estudiantes a la sesión de discusión de los resultados, que es muy provechosa y donde se les entrega un certificado de participación.

Por lo que respecta a la organización, materiales y métodos los aspectos más relevantes de la discusión se detallan a continuación:

- Se resaltó la utilidad para el profesor de disponer de los valores de referencia de los parámetros a determinar, especialmente en

el caso del suelo, ya que los pesos de muestra de partida para los diferentes ensayos son función de su concentración en la muestra. Disponiendo de los valores de referencia pueden ajustarse los pesos de partida y aprovechar mejor la muestra.

- Por lo que respecta a la utilización de los métodos oficiales, ésta se valora positivamente ya que permite a los estudiantes constatar la necesidad de adaptarlos, lo que se realiza en algunos casos en la primera sesión de las prácticas. No se consideró necesario la distribución de un protocolo común basado en los métodos oficiales, pero sí sería de utilidad suministrar algunas indicaciones para unificar los procedimientos de extracción (fijar el número de extracciones, sistema de agitación, etc), en el caso que constituyan una etapa del método analítico.
- Los materiales utilizados son los adecuados, y la introducción de una muestra de harina en la tercera edición del ejercicio permitirá aumentar las titulaciones de los estudiantes implicados.
- Para mejorar la homogeneidad de las réplicas suministradas por los participantes se acordó modificar los impresos para la sumisión de resultados con el fin de poder distinguir los replicados que provienen de grupos de estudiantes distintos.
- La ampliación del tratamiento estadístico de los datos con el cálculo de Z-score sería interesante para discutir un caso real con estudiantes más avanzados o en asignaturas más especializadas como por ejemplo en las que se imparten conocimientos sobre Garantías de Calidad. No obstante, para ello debe asegurarse que los intervalos de confianza son homogéneos entre los participantes. Se pospone este tipo de tratamientos para ediciones posteriores una vez se haya conseguido unificar el tipo de resultados suministrados.
- Se comentó también el coste elevado que representa para algunos centros la participación en este tipo de ejercicios. Algunos de los participantes comentaron la obtención de aporte económico de sus Universidades presentándolo como un proyecto de innovación docente.

La sesión finalizó a las 18:00 h con el agradecimiento a todos los presentes de su asistencia y su interés en esta iniciativa.



Buscar soluciones es nuestro objetivo.  
Porque hay gente esperando buenas  
noticias.

Thermo Electron, líder en el suministro a laboratorios analíticos le ofrece soluciones adaptadas a sus necesidades. Desde la preparación de la muestra hasta la interpretación de resultados, podemos equiparle con la instrumentación más tecnológicamente avanzada. Desde una simple pipeta hasta un laboratorio completo, Thermo Electron dispone de los instrumentos y la tecnología necesaria para ayudarle. Visitenos en : [www.thermo.com](http://www.thermo.com)  
en España : Tfno.-916574930 -Fax .-916574937  
e-mail : [comercial@thermo.es](mailto:comercial@thermo.es)

Un líder en Ciencias de la Vida y Laboratorio

**Thermo**  
ELECTRON CORPORATION