

# *Proyecciones*

Publicación de Postgrado e Investigación de la Facultad Regional Buenos Aires

Argentina - Año 1 N°1 - Abril 2003



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires

# *Proyecciones*

## *Autoridades:*

*Universidad Tecnológica Nacional*

Rector

*Ing. Héctor Carlos Brotto*

*Facultad Regional Buenos Aires*

Decano

*Arq. Luis Ángel De Marco*

Comité Editorial

*Lic. Miguel Languasco*

*Ing. Hugo Donato*

*Dr. Marcos Isaac Cohen*



# Proyecciones

Volumen 1

Número 1

Abril 2003

Publicación de la Facultad Regional Buenos Aires

## Director

*Dr. Isaac Marcos Cohen*

## Comité Editorial

*Lic. Miguel Languasco*

*Ing. Hugo Donato*

*Dr. Isaac Marcos Cohen*

## Propietario

*Facultad Regional Buenos Aires,  
Secretaría de Ciencia y Tecnología,  
Medrano 951, (C1179AAQ)  
Buenos Aires, República Argentina*

ISSN: en trámite

Registro de Propiedad  
Intelectual: en trámite

**✱ Universidad Tecnológica Nacional**

# Índice

## Presentación

- 5 Sr. Decano de la Facultad Regional Buenos Aires,  
*Arq. Luis A. De Marco*

## Editorial

- 7 Sr. Secretario Académico de la Facultad Regional Buenos Aires,  
*Ing. Ricardo Bosco*

## Comunicaciones

- 9 **Historia de la Educación Superior en Argentina:  
La Facultad Regional Buenos como Escenario  
de Investigación (1948 - 1999)**  
*F. P. Nápoli*
- 19 **Modelado Cinético de la Pirolisis de Residuos Agroindustriales:  
Cáscaras de Avellanas y Castañas**  
*P. A. Della Rocca, A. L. Cukierman*
- 33 **Caracterización Química y Textural de Residuos Generados  
en la Agroindustria.**  
*P. A. Della Rocca, P. R. Bonelli, E. G. Cerrella, A. L. Cukierman.*
- 45 **Análisis de Fortalezas y Debilidades en los Modelos para Certificación,  
Acreditación y Premios de la Calidad. Formulación de Propuestas  
para su Mejoramiento.**  
*N. F. Rona, I. M. Cohen*
- 57 **Instrucciones para la Presentación de Artículos**

## Presentación

Intercambiar experiencias resulta un estímulo sinceramente útil y una forma efectiva de ayuda mutua.

Consecuencias económicas, políticas y sociales se encuentran ligadas al desarrollo del conocimiento y nuevas tecnologías; deben considerarse a las mismas como un fenómeno global, por lo tanto es conveniente contrastar los conocimientos propios con los que se generan en otros ámbitos y otras partes del mundo.

La difusión de conocimientos y tecnologías es motivo de debate sobre su conveniencia, el conocimiento genera poder, la construcción de un poder científico y tecnológico es el camino necesario para ser protagonistas en la vida de una comunidad.

Debemos realizar una profunda renovación en los sistemas de enseñanza y de formación, los mismos deben ser muy flexibles, esto implica incrementar la comunicación e interacción profunda entre las universidades y las empresas, es necesario intercambiar experiencias relacionadas con un proceso innovador.

Las relaciones entre países e instituciones fomentan el conocimiento de los cambios científicos tecnológicos; queremos sumarnos difundiendo el material realizado en nuestra facultad.

La difusión social de tecnologías posibilita la inserción dentro del sistema productivo resultando quizás más trascendente que una operación de laboratorio o taller.

Nos encontramos ante una restricción de recursos desde el estado. Distribuir este material requiere un importante esfuerzo pero totalmente justificable dada la importancia que la gestión asigna a la comunicación, aceptando este desafío.

*Arq. Luis Ángel De Marco*

## Editorial

Uno de los desafíos más importantes para el hombre ha sido siempre vencer las dificultades, abrir nuevos caminos y afirmar una huella para avanzar.

Cuando hace un tiempo atrás se decidió continuar con el proyecto de crear una nueva publicación académica, destinada a trabajos de Tesis de Posgrados e Investigación no resultó difícil redefinir su principal objetivo y elegir su nombre.

La Argentina transitaba uno de los momentos político, social y económico más duro de su historia y, más que nunca, era necesario renovar y reafirmar como institución educativa, el compromiso permanente de la responsabilidad formativa y generadora de conocimientos que le corresponde.

Así fue, como sin perder de vista el horizonte trazado y con plena conciencia de la necesidad de seguir adelante con esperanza, nació: "Proyecciones".

Una revista que se propone ser un verdadero puente entre los distintos integrantes de la sociedad. Un espacio de encuentro que sirva tanto para estimular y promover la investigación científica como para acercarse al constante rigor y vanguardia que muestran los investigadores argentinos a la hora de profundizar un tema.

El objetivo puede parecer demasiado amplio o ambicioso pero se fortalece ante la certeza de ser una Casa de Estudios con una trayectoria reconocida a nivel internacional por la capacidad de sus docentes y graduados y, por estar en un proceso de continuo crecimiento bajo la exigencia de la calidad.

Para este primer número, el Comité Editorial de la UTN FRBA ha seleccionado especialmente, cuatro trabajos los cuales también, han sido aprobados por un referato externo.

En el campo del estudio y el análisis, el Lic. Fernando P. Nápoli, integrante de la Dirección de Posgrado y Coordinador de la Maestría en Docencia Universitaria, describe las características de Políticas Educativas y de Gestión Académica que en 1984, dieron origen a la cre

ación y planeamiento de esta Facultad dedicada a la capacitación en las ciencias de la ingeniería. Su texto permite recorrer minuciosamente, el trazado de su desarrollo histórico hasta la actualidad.

En el segundo artículo los Profesores: Patricia A Della Rocca, quien actualmente se desempeña en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad y Ana .L Cukierman, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.B.A, abordan un estudio sobre residuos agroindustriales (cáscaras de avellanas y castañas) y su posibilidad de ser utilizados a través de diferentes procesos, como combustibles fósiles con la ventaja de no contaminar la atmósfera.

El trabajo anterior se complementa con otro, al que se incorporan a Della Rocca y Cukierman, P.R. Bonelli y E.G. Cerella para la investigación de la caracterización química y textual de otros residuos como los carozos de aceitunas.

A continuación con la firma de los Profesores: Ing. N.F. Rona y Dr. I.M. Cohen se plantea la necesidad de definir los mecanismos más adecuados para medir la calidad de los servicios educativos. El proceso de acreditación universitaria bajo la lupa, deja al descubierto algunos problemas que se pueden presentar y que aún deben necesariamente reverse y mejorarse.

Este material que hoy se entrega en el primer número de "Proyecciones" es la concreción de una idea nacida en el seno de la FRBA, sobre la profunda convicción de una misión que apuesta siempre, por las generaciones futuras de este gran país.

*Ing. Ricardo Bosco*

# **Historia de la Educación Superior en Argentina: La Facultad Regional Buenos Aires como escenario de investigación (1948 - 1999)**

*F. P. Nápoli*

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
Dirección de Educación de Posgrado,  
Medrano 951 (1179) Buenos Aires, Argentina  
E-mail:fpnap@yahoo.com.ar

## **Resumen**

Se describen las características y el grado de avance de la investigación efectuada en el campo de la Historia de la Educación, como parte del Proyecto: "Políticas Educativas y Estilos de Gestión Académica en la Historia de la Facultad Regional Buenos Aires (1948-1999)". El trabajo tiene la forma de un análisis de perspectivas múltiples, donde se encuentran integradas las dimensiones pedagógicas y de organización, en el contexto del planeamiento y ejecución de la política educativa de una institución dedicada a la capacitación en las ciencias de la Ingeniería. El conjunto de actividades y temáticas planteadas en el análisis del desarrollo histórico revela la complejidad estructural de la dinámica institucional, con respecto a los aspectos académico y de gestión.

## **Abstract**

The characteristics and the progress status of the investigation performed in the field of the History of the Education, as part of the project: "Educational Policies and Styles of Academic Management in the History of Buenos Aires Regional Faculty (1948-1999)" are described. The work has the form of an analysis of multiple perspectives, where both the pedagogic and the organizational dimensions are integrated, in the context of the planning and the execution of the educational policy of an institution dedicated to the training in sciences of engineering. The collection of activities and different themes outlined in the analysis of the historical development reveals the structural complexity of the institutional dynamic, with respect to the academic and managerial aspects.



## **Introducción**

Este trabajo tiene como finalidad presentar una síntesis de las actividades de investigación realizadas durante el año 2001 en el desarrollo del segundo informe de avance perteneciente al proyecto "Políticas Educativas y Estilos de Gestión Académica en la Historia de la Facultad Regional Buenos Aires (1948-1999)". Dicho proyecto de investigación depende de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, en articulación con la Dirección de Educación de Posgrado de la Facultad Regional Buenos Aires (Universidad Tecnológica Nacional)<sup>(1)</sup>.

El proyecto surge como una inquietud científico - académica, por generar espacios de investigación en la Maestría en Docencia Universitaria, con una doble finalidad:

- Profundizar los marcos teóricos pertenecientes a los seminarios que orientan desde las perspectivas de la gestión académica, en un contexto de la historia de la educación tecnológica universitaria en nuestro país.
- Reconstruir la Historia de la Facultad Regional, para configurar los aspectos centrales de la identidad institucional, en la articulación de las complejidades histórico sociales de la educación contemporánea.

Para trazar el horizonte de abordaje con el grado de pertinencia adecuado, se formó el equipo de trabajo, se analizaron los alcances del proyecto y se distribuyeron los roles con relación a los aportes que desde cada campo disciplinar (Ciencias de la Educación, Historia, Filosofía, Ciencias de la Ingeniería) se pudieran realizar, para evitar una visión fragmentaria de la realidad a estudiar, integrando metodologías de trabajo y enfoques teóricos. La realización de estos acuerdos básicos pudo plasmarse en el conjunto de actividades en relación con los tiempos estipulados.

Desde el comienzo del proyecto se contó con el aval institucional, considerándose el mismo, como una actividad de investigación relevante para sistematizar el desarrollo histórico y de gestión de la Facultad en sus múltiples dimensiones.

## **Las Instituciones Universitarias y la Historia de la Educación en la Actualidad**

Hacia finales de 1970 comienza a vertebrarse, desde lo institucional, la generación de espacios académicos de discusión, se instala la problemática en los centros de investigación universitaria y la producción historiográfica de la década de los 80 revela un conjunto de necesidades epistemológicas, metodológicas y temáticas, que se estructuran desde una doble corriente de reflexión: el contenido de los proyectos y líneas de investigación y las características de los eventos académicos.

En el ámbito universitario argentino, entre 1987 y 1994, se realizaron ocho encuentros nacionales sobre "Historia de la Educación Argentina", en los cuales debatieron e in-

tercambiaron problemas y propuestas, docentes e investigadores de la Universidad de Buenos Aires, Universidades Nacionales de Luján, Salta, Tucumán, San Luis, San Juan, Entre Ríos y del Comahue, entre otras. Se señala también la destacada participación de docentes - investigadores de nuestro país en el II Congreso Iberoamericano de Historia de la Educación en la Universidad Estadual de Campinas, en 1994, en los congresos internacionales I, II, y III de "Historia a Debate", en la Universidad de Santiago de Compostela, en 1993, 1995 y 1999. Este último foro, si bien reviste un carácter de generalización y diversidad temática en las distintivas dimensiones de la reflexión histórica, trata en cuestiones diferenciadas aspectos de la historia de la educación.

Es necesario destacar que estos esfuerzos de revisión se sistematizaron en el orden institucional; se funda en septiembre de 1995 la Sociedad Argentina de Historia de la Educación (SAHE), con participación interuniversitaria en su conformación. En el orden de las publicaciones especializadas se centralizan los avances y perspectivas en la revista Argentina de Educación, la revista Propuestas Educativas y la revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IICE).

En el área de los proyectos de investigación es dable mencionar que, en 1980, comienza a trabajar el Grupo de Investigación de Alternativas Pedagógicas y Prospectiva Educativa para América Latina (APPEAL), bajo un programa que incluyó a Universidades de Argentina, México y Bolivia. Hacia 1985, se trabaja en un marco temático más restringido en Alternativas Pedagógicas en la Cuenca del Plata, investigación subsidiada en sus inicios por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Participan en ella docentes, becarios y estudiantes de la Cátedra de Historia de la Educación Argentina y Latinoamericana de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, con la incorporación posterior de la Universidad Nacional de Rosario y la Universidad Nacional de Entre Ríos. Se trabaja durante una década y se estructura como resultante una producción historiográfica colectiva "Historia de la Educación en la Argentina" en ocho volúmenes, en cuya redacción participan unos treinta especialistas.

En la obra se abordan las realidades de la historia de la educación desde un conjunto de categorías específicas y con una periodización acotada para el análisis planteado en cada volumen.

Se superan en forma objetiva los criterios analíticos de las escasas obras tradicionales, realizadas por autores individuales y despojadas de las complejidades de los procesos que intervienen en la comprensión de nuestra historia educativa<sup>(2)</sup>.

Pensar la Historia de la Educación en la actualidad supone poner de manifiesto un debate epistemológico, de características multidisciplinarias, como centro de abordaje en la convergencia disciplinar; mas aún, dicho debate adquiere una mayor especificidad cuando se trata, como en el caso de nuestra problemática, del recorte hacia un campo del saber distintivo y acotado: el de la historia de la educación tecnológica de nivel universitario.

## **La Facultad Regional Buenos Aires: un Escenario de Investigación**

Este breve marco de presentación, a modo de orden referencial, nos introduce desde lo situacional a las cuestiones centrales que circunscriben el desarrollo de nuestro trabajo de investigación, para delimitar adecuadamente el recorte del plano temático de abordaje, en una realidad de convergencias disciplinarias. Esto reviste complejidades que, al momento de seleccionar la problemática y acotarla desde lo temporal y espacial, permite significar la formulación del título explicitado. La problemática a tratar se nos presenta como relevante, por el impacto epistemológico en aspectos pedagógicos, históricos y sociales, como un fenómeno que se inserta en un proceso de mayor magnitud, caracterizado por la relación entre cultura, sociedad y educación.

La disciplina central que da contexto al trabajo es la **Historia de la Educación**, y con mayor grado de especificidad la Historia de la Educación Tecnológica, a modo de subcampo de estudio, aún por desarrollarse, desde sus presupuestos epistemológicos y metodológicos, en el seno de la comunidad científica, dentro de las ciencias de la educación.

El aporte de esta investigación en el campo de la historia de la educación radica en el abordaje de un proceso, en una Facultad Regional que, hasta la fecha, no registra la existencia de trabajos que realicen un análisis de perspectivas múltiples, donde se encuentren integradas las dimensiones pedagógicas y de organización, en el contexto del planeamiento y la ejecución de la política educativa de una institución dedicada a la formación en las ciencias de la ingeniería.

Es pertinente remarcar que la Facultad Regional Buenos Aires desempeñó un rol muy significativo en el campo de la educación tecnológica, al punto de identificarse en sus inicios con la propia universidad, siendo dable, también, destacar que fue la primera en crearse y desde donde se realizaron las grandes innovaciones en materia educativa. Más allá de esta elección, se incluyen en la investigación algunas características de las experiencias realizadas en el funcionamiento de las restantes facultades regionales, creadas y funcionando en la coordenada temporal establecida como límite de aproximación en este estudio.

El proceso temporal fijado como elemento de análisis, desde una periodización, reviste caracteres estrictamente metodológicos, a modo de un ordenamiento que haga viable una comprensión de las múltiples realidades convergentes en la dinámica institucional<sup>(3)</sup>.

### **Esquema Síntesis del Desarrollo Institucional en cada Etapa**

En el transcurso del planeamiento del proyecto se comenzó a trabajar con marcos teóricos de varias disciplinas, con la finalidad de contemplar, en la configuración de cada etapa, un marco inclusivo de las profundas relaciones entre la dinámica institucional y sus actores, en ámbitos interrelacionados de mayor amplitud, que impactaban en el desarrollo institucional.

Se trabaja cada etapa desde una definición de contexto de la historia de nuestro país que integra lo socio-político, lo económico, los movimientos culturales y las ideas filosóficas y pedagógicas.

- **Etapa Fundacional (1948-1962)**

Se establece como período fundacional, y transcurre entre la sanción de la ley 13.229 del Congreso de la Nación, del 19 de Agosto de 1948, a propuesta del Poder Ejecutivo Nacional, creando la **Universidad Obrera Nacional (UON)**, y la primera Asamblea Universitaria, con la concreción del primer Estatuto Universitario el 31 de Agosto de 1962, que rige los aspectos académicos y administrativos de funcionamiento homogéneo para todas las actividades de la Universidad Tecnológica Nacional (denominación que se comenzó a utilizar desde 1959, con la sanción de la ley 14.855).

La casi totalidad de la documentación original trabajada corresponde a este período, en donde se destaca la fase de organización de la Facultad y de las restantes facultades pertenecientes a la universidad; se expresa allí claramente el esfuerzo por estructurar una base organizativa para docentes, alumnos y personal administrativo. Se establecen horarios de clases, régimen de cursada, aprobación de las asignaturas, correlatividades, requisitos de ingreso, formas de contratación docente, régimen de concursos, reuniones de trabajo docente, observación de clases, y se relevan los estados contables y presupuestarios y del estado de infraestructura, entre otras realidades. El estilo de gestión es fuertemente centralizado y vertical; la participación de la comunidad universitaria en las decisiones académicas está muy acotada hasta la aprobación del primer estatuto.

- **Etapa de Desarrollo Académico (1963-1983)**

Este período se caracteriza por un cambio en el curriculum de las especialidades fundacionales, desde un ordenamiento académico que posibilita la puesta en marcha de las nuevas carreras que tienen continuidad en la actualidad.

Se estructuran los departamentos de especialidad y el organigrama institucional se hace complejo; se sistematizan las actividades de investigación científica y tecnológica, así como la trama relacional con el mundo empresario y la comunidad, mediante la extensión universitaria.

Los estilos de gestión académica son cambiantes en un juego de verticalidad y horizontalidad, con relación a las diversas interrupciones del orden democrático y constitucional. Se combinan el personalismo populista con fuertes tendencias de autoritarismo burocrático centralizado.

- **Etapa de Expansión Académica (1984-1999)**

La característica dominante es la tendencia masiva de crecimiento matricular para las

carreras de grado, la ampliación edilicia y de infraestructura y equipamiento, la implementación de la educación de cuarto nivel, el funcionamiento pleno de los órganos de gobierno que regulan el funcionamiento de la gestión académica.

Se produce un marco de innovación pedagógica desde la implementación de los nuevos diseños curriculares para todas las especialidades.

El estilo de gestión se caracteriza por un marco de relaciones signado por la horizontalidad en la toma de decisiones, el planeamiento académico, la ejecución y la evaluación, si bien el liderazgo es compartido y está bien definido en sus roles, dentro de la complejidad institucional

### **El Encuadre de las Actividades desde las Perspectivas Metodológicas**

Por las características de la temática, el abordaje metodológico requiere una integración de los procedimientos de trabajo propios de la investigación histórica<sup>(4)</sup> y de la investigación educativa<sup>(5)</sup>, utilizando para esta última, fundamentalmente, los enfoques cualitativos.

Se trabajó con fuentes documentales y relevamientos bibliográficos. Agrupamos a las fuentes documentales con las que trabajamos en tres grandes categorías:

#### **a) Fuentes escritas**

Obra en nuestro poder un reservorio documental de fuentes prístinas, consistentes en manuscritos y mecanografiados originales, que fueron donados recientemente al Decanato de la Facultad Regional Buenos Aires por familiares del Ing. Pascual Pezzano, protagonista relevante de su historia, y se encuentran sin sistematizar, por tratarse en su mayoría de documentación inédita<sup>(6)</sup>.

Se relevaron unos 1000 documentos, pertenecientes al reservorio antes mencionado, en sucesivas etapas de lectura y selección de aquellos que por su grado de pertinencia se incluyen como elementos para el análisis. Debemos destacar que todo el material corresponde a la etapa fundacional de la Universidad, por lo que se consignan en él información sin clasificar perteneciente a otras Facultades Regionales. Las fuentes hacen referencia a los aspectos académicos, administrativos, contables y legislativos, así como a las características de la obra pedagógica legada por el Ing. Pascual Pezzano.

Se trabajó, además, con ordenanzas y resoluciones del Consejo Superior Universitario, decretos, leyes, diario de sesiones del Congreso de la Nación, artículos periodísticos y editoriales y discursos de época.

#### **b) Fuentes Orales**

Se efectuaron las gestiones correspondientes para comenzar una batería de entrevistas (semiestructuradas) con protagonistas del período de estudio, que en la actualidad mantienen una fuerte vinculación con la educación universitaria, en la Facultad Regional y en otras universidades. Las entrevistas realizadas hasta la fecha se documentaron bajo soporte fílmico

En el contenido de las entrevistas se analizan las experiencias académicas y de gestión realizadas por los actores, en todas las etapas del desarrollo institucional consignadas con anterioridad y las relaciones institucionales con el contexto de la Argentina.

### c) Fuentes materiales

Se han recolectado fotografías, planos edilicios y películas documentales institucionales, donde se evidencian los criterios dinámicos de adecuación a las diversas necesidades de los tiempos académicos y las necesidades de optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la formación en investigación científico tecnológica.

## **El Estado Actual de la Investigación: Valoración del Segundo Tramo del Proyecto**

Al finalizar el primer tramo de trabajo se esclarecieron un conjunto de necesidades, que al momento del planeamiento no se evidenciaban en toda su magnitud; ellas revisten un carácter metodológico y de contenido específico.

Planteados los acuerdos iniciales en el equipo, la integración metodológica requirió un debate, acerca del modo de abordar la realidad sin que el producto concluyera siendo una yuxtaposición entre las formas de trabajo del historiador y del especialista en ciencias de la educación.

Este debate no se nos presenta como originalmente propio, sino que en la bibliografía consultada dicha cuestión se está construyendo y pensando sistemáticamente desde hace más de una década.

El manejo de las fuentes documentales, que se encontraban en su mayoría como originales manuscritos, requirió de un tiempo de trabajo más extenso del estimado, en relación con su selección y lectura. El encuentro con protagonistas de cada una de las etapas, nos interconectó con la memoria viva del proceso, a modo de experiencia directa en la reconstrucción de las complejidades en formación, desarrollo y expansión institucional. Con respecto al contenido desde lo temático, si bien hemos incluido en la periodización (como recurso de ordenamiento de la realidad) ejes problemáticos de las distintas dimensiones intervinientes en cada etapa, consideramos a éstas como fases de un proceso en continuo, con sus propios ritmos heterogéneos, sus crisis y conflictos, aunque debemos destacar una nota que a primera vista pareciera como desestructurada: trabajamos sobre las discontinuidades de lo continuo.

La selección de los aspectos relevantes de contexto e impacto emergentes de las relaciones constantes de ida y vuelta, provenientes del medioambiente institucional, nos permitió observar las mediatizaciones constantes entre las estructuras internas de la educación, las formas expresivas de los movimientos culturales y la instrumentación de las políticas de estado, en cada una de sus articulaciones con los actores sociales y sujetos pedagógicos.

Al finalizar este segundo tramo de desarrollo del proyecto, los aspectos analíticos centrales se enfocaron en la producción de los marcos teóricos correspondientes al periodo del desarrollo Académico (1962-1982). La complejidad estructural que reviste el período demandó una integración fuerte de fenómenos constitutivos del proceso histórico, en donde se articularon los momentos específicos desde múltiples abordajes disciplinarios en distintos campos del saber, que se interpretaron como totalidad influyente en la realidad de la Universidad Tecnológica Nacional.

A modo de grandes ejes complementarios de lo expresado en la síntesis de la periodización, se trabajó sistemáticamente, con el apoyo de fuentes escritas, orales y materiales en cada aspecto, profundizándose las temáticas puntuales referidas a la organización académica y los estilos de gestión desde el contexto histórico social y cultural del período.

Advertimos en el análisis la integración de problemáticas que convergen en innovaciones de carácter académico y de profundas transformaciones organizacionales en el plano institucional, en todos los aspectos de mayor significación educacional.

La sistematización de las carreras de especialidad generó las estructuras organizativas, que se mantienen en forma actualizada acorde a las pautas contemporáneas de la gestión académica; es en este momento donde surgen nuevas especialidades y se reorientan las ya existentes.

El despliegue ideológico que movilizó las estructuras y dinámicas del movimiento estudiantil, fue en la Facultad Regional Buenos Aires potente en todas sus expresiones y actividades, con su consiguiente impacto en la función docente y en las relaciones con el medioambiente organizacional.

Las luchas que caracterizaron el pasaje de la Universidad Obrera a la Universidad Tecnológica se disuelven al promediar la década del 70, donde se recuperan fuertemente las lógicas institucionales del periodo de la UON, revalorizando el espíritu fundacional desde el amplio espectro que conjugaba el movimiento peronista en todas sus vertientes.

La dictadura militar que irrumpe en el orden nacional coarta un conjunto de experiencias académicas y comunitarias que estaban en desarrollo. La militarización social produjo el desmantelamiento del movimiento estudiantil de la Facultad, arrasando experiencias y personas concretas.

Las corrientes pedagógicas que marcaron los años 70 influyeron hasta la caída del tercer peronismo, en el estilo de organización académica y en la forma de trabajo en las aulas. A pesar de ser la Facultad Regional Buenos Aires una casa de estudios de ingeniería, se realizan experiencias pedagógicas innovadoras.

Desde 1976 hasta 1983 se instaura un estilo de gestión estructurado desde una modalidad verticalista y centralizado, cerrado y elitista en la toma de decisiones, a modo de espejo del proceso de reorganización nacional instaurado por la dictadura militar.

En el orden de las especialidades, se reforma el curriculum de todas las carreras, desde una perspectiva de homogeneización de los planes de estudio, para todas las facultades regionales.

## Conclusiones

Podemos establecer, a modo de conclusión, que el conjunto de actividades y temáticas planteadas y analizadas mediante las tareas de investigación nos revelan la complejidad estructural de la dinámica institucional, en los aspectos académico y de gestión, al momento de situarnos en un análisis del desarrollo histórico, enfocado desde las perspectivas múltiples.

La riqueza de testimonios, relatos, fuentes y documentación (más allá de la bibliografía referente a los períodos, que abordamos en lo educativo e histórico), nos adentran en la tercera etapa de la periodización que abordaremos en el transcurso del año 2002, manteniendo el eje de trabajo en derredor de los procesos que conforman la historia institucional de la Facultad Regional Buenos Aires.

## Notas y Referencias Bibliográficas y Documentales

(1) El Proyecto: "Políticas Educativas y estilos de Gestión Académica en la Historia de la Facultad Regional Buenos Aires (1948-1999)", se inscribe dentro del programa de incentivos al docente investigador del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. La estructura de trabajo se diseñó e implementó con actores institucionales pertenecientes a la Maestría en Docencia Universitaria. El Director del Proyecto, Lic. Fernando Nápoli, y las integrantes: Prof. Estela Gamondes y Prof. Zita Dancs, se desempeñan respectivamente como Coordinador y alumnas de esta Maestría. El periodo de realización del trabajo de investigación transcurre desde 01-05-2000 al 31-12-2002.

(2) PUIGGROS, A. (compiladora) (1993) Historia de la Educación Argentina, Tomo I, Cap. . Galerna, Buenos Aires, Argentina.

(3) Puede consultarse, para iniciar una reflexión sobre las problemáticas en torno a cuestiones de periodización: CUCUZZA, R. (1993) El Problema de las Periodizaciones. (Obra reproducida en versión mimeografiada) Universidad Nacional de Luján, Departamento de Educación, Argentina.

(4) Pueden consultarse a modo de material referencial, como un abordaje teórico y crítico de los aspectos metodológicos, dos obras poco difundidas en nuestro medio académico pero que dan cuenta de una revisión pormenorizada de los aspectos centrales del trabajo de investigación en el campo educativo:



HERNANDEZ, P. (1995) Bases Epistemológicas de la Investigación Educativa, MG, Murcia, España.

RODRIGUEZ GOMEZ, C. (compilador) (1996) Metodología de la Investigación Cualitativa, Aljibe, Málaga, España.

(5) Véanse para un abordaje específico dos obras que desde aspectos propios de la investigación histórica nos remiten a una fuerte discusión metodológica:

TOPOLSKY, J. (1985) Metodología de la Historia, Cátedra, Madrid, España.

CARDOSO, C. (1985) Introducción al trabajo de la Investigación Histórica, Grijalbo, Barcelona, España.

(6) Las cajas que contienen la documentación se encuentran localizadas en el Decanato de la Facultad Regional Buenos Aires, sistematizadas con el criterio específico del autor; hasta la fecha no han sido catalogadas con relación a las normas internacionales vigentes para fuentes escritas.

## Modelado cinético de la pirólisis de residuos agroindustriales: Cáscaras de avellanas y castañas

*P. A. Della Rocca\*, A. L. Cukierman*

PINMATE, Departamento de Industrias,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, 1428,  
Buenos Aires, Argentina, E-mail: analea@di.fcen.uba.ar

### Resumen

En el presente trabajo se estudia la cinética de pirólisis de dos residuos agroindustriales: cáscaras de avellanas y castañas en atmósfera inerte, mediante análisis termogravimétrico no isotérmico en el rango de temperaturas de degradación térmica, 300-1200 K. Se aplican diversos modelos cinéticos con el propósito de ajustar los datos experimentales y evaluar los parámetros cinéticos que describen el proceso de pirólisis. De todos estos modelos, aquel que predice un aumento de la energía de activación con la conversión permite representar satisfactoriamente los datos experimentales en todo el rango de degradación térmica. Este modelo también ha sido utilizado con éxito en la desactivación de catalizadores.

### Abstract

A study of agricultural residues: hazelnut and Brazilian chestnut's shells pyrolysis over a wide range of temperatures (300-1200 K), has been carried out. Non-isothermal thermogravimetric analysis has been performed to examine pyrolysis kinetics. Different models presented in the literature has been applied to describe experimental data and to evaluate intrinsic kinetic parameters. A model that predicts an increase of activation energy with the conversion has represented experimental data satisfactorily in all the range of temperature. This one has also been applied to catalytic deactivation models.

\* Ex integrante PINMATE, actualmente Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Buenos Aires, UTN, Medrano 951, 1179, Buenos Aires, Argentina

## Introducción

Las reservas de combustibles fósiles se agotan progresivamente imponiendo la necesidad de la búsqueda de nuevos recursos para la producción de energía y la obtención de productos químicos. Una alternativa especialmente atractiva es la utilización de la biomasa en los procesos de conversión térmica tales como: combustión, gasificación, liquefacción y pirólisis. Ésta presenta la ventaja de ser renovable a corto plazo, poseer una menor concentración de azufre y cenizas, en comparación con los combustibles fósiles, y su empleo reduce, en consecuencia, las emisiones de contaminantes perjudiciales a la atmósfera.

En la pirólisis la biomasa se descompone térmicamente en una atmósfera inerte, obteniéndose productos de diferente volatilidad: un residuo sólido (char), líquidos (ácidos piroleñosos y alquitranes) y gases (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> principalmente). Las proporciones en que se obtienen los productos de pirólisis dependen de las condiciones de operación (velocidad de calentamiento, temperatura final de pirólisis y tiempo de retención en el pirolizador) y la naturaleza de la biomasa empleada.

El conocimiento de la cinética de pirólisis es relevante para establecer criterios adecuados de diseños de equipos basados en este proceso. El presente trabajo tiene como objetivo la determinación de los parámetros cinéticos que caracterizan la pirólisis de residuos agroindustriales (cáscaras de avellanas y castañas), mediante la aplicación de diferentes modelos cinéticos.

## Parte Experimental

Los materiales empleados son residuos agroindustriales: cáscaras de avellanas de la especie *Corylus L. avellana*, proveniente de Italia y cáscaras de castañas de Pará o nuez de Brasil, especie *Bertholletia excelsa*.

El estudio cinético de la pirólisis de todos los residuos se llevó a cabo mediante análisis termogravimétrico no-isotérmico. Este tipo de análisis permite registrar la pérdida de peso de la muestra en función de la temperatura, para una determinada velocidad de calentamiento. Las mediciones se realizaron en una termobalanza marca Netzch, modelo STA 409, que opera con un sistema de alimentación y regulación de flujo de nitrógeno acoplado y un sistema de adquisición de datos.

Se realizaron ensayos preliminares con el objetivo de establecer las condiciones de operación para las mediciones cinéticas de los residuos. Para cada residuo, se realizaron experiencias empleando distintas masas de muestras (5, 10 mg) y varias velocidades de calentamiento (10, 20, 50 y 100 K/min), con el propósito de analizar posibles efectos difusionales y evaluar limitaciones a la transferencia de calor. Asimismo se llevaron a cabo experiencias con fracciones de diferente diámetro de partícula (1200-1400  $\mu$ m, 37-44  $\mu$ m) y distintos caudales de nitrógeno (100, 200 ml/min) con el fin de analizar limi-

taciones a las transferencias de calor y materia intrapartícula y en película externa, respectivamente. En base a estos ensayos preliminares, cuyos resultados se presentan y analizan en la sección **Resultados y Discusión**, las condiciones de operación utilizados para las mediciones cinéticas fueron:

- Masa de muestra: 5 mg.
- Rango de temperatura: 300-1200 K.
- Velocidad de calentamiento: 100 K/min.
- Atmósfera: N<sub>2</sub>
- Diámetro de partícula: 37-44 mm.
- Caudal total de nitrógeno: 100 ml/min.

Todas las experiencias termogravimétricas se llevaron a cabo por triplicado.

## **Resultados y Discusión**

En la Figura 1 se presenta un termograma no isotérmico en el rango de temperaturas 300-1200 K. Estos muestran la variación de la fracción másica instantánea con la temperatura; esta fracción se define como:

$$\omega = \frac{m}{m_0} \quad (I)$$

Siendo  $m$ ,  $m_0$ , las masas instantánea e inicial del sólido respectivamente.

a) **Resultados de las experiencias preliminares tendientes a obtener las condiciones de operación.**

Las experiencias preliminares llevadas a cabo para cada uno de los residuos en diferentes condiciones de operación (masa de muestra, caudal de nitrógeno, diámetro de partícula y velocidad de calentamiento), permitieron determinar si existen resistencias a las transferencias de calor y materia (Figuras 2 a 5).

Los resultados obtenidos con el fin de analizar si la velocidad de calentamiento influye sobre la pirólisis de cada uno de los residuos, en todo el rango de temperaturas de degradación térmica se presentan en la Figura 2. Los mismos se obtuvieron empleando la menor masa de muestra, 5 mg, la fracción de diámetro de partícula pequeña, 37-44 mm, un caudal de nitrógeno de 100 ml/min y velocidad de calentamiento comprendidas en el rango 10 K/min-100 K/min.

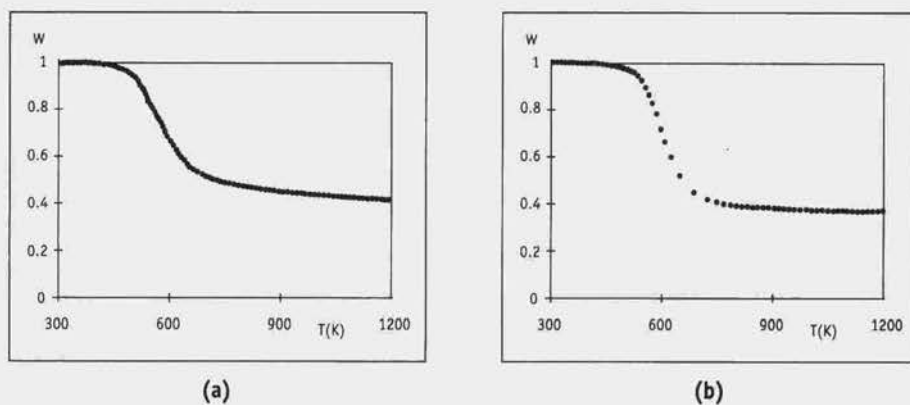


Figura 1. Termograma dinámico: Pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas.

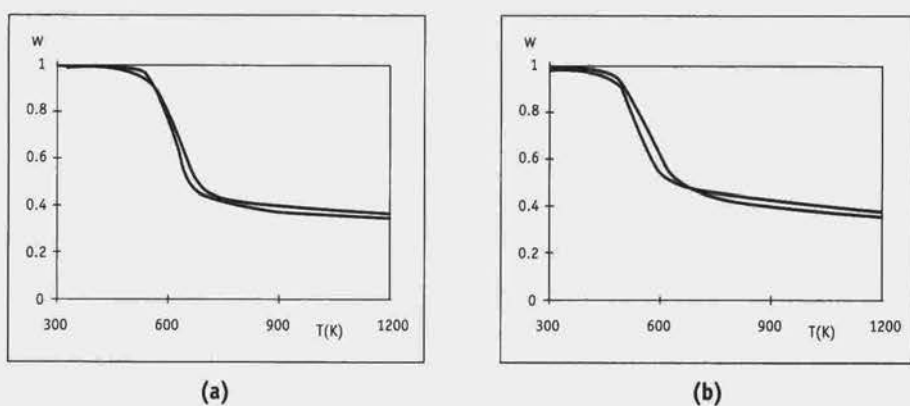


Figura 2. Efecto de la velocidad de calentamiento sobre la pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas, (diámetro de partícula  $37 < dp < 44$  mm, caudal de  $N_2$ : 100 ml/min y masa de muestra: 5 mg).

A partir de esta figura, se encuentra que la variación de la velocidad de calentamiento no afecta las curvas de pérdida de masa obtenidas para cada residuo, indicando que no existen resistencias a la transferencia de calor.

En la Figura 3 se aprecian los resultados obtenidos variando la cantidad de masa de muestra entre 5 y 10 mg.

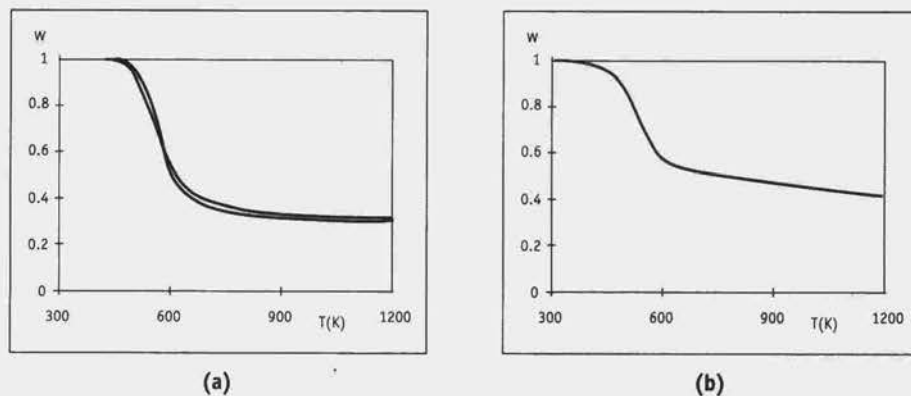


Figura 3. Efecto de la masa de muestra sobre la pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas, (diámetro de partícula  $37 < dp < 44$  mm, caudal de  $N_2$ : 100 ml/min y velocidad de calentamiento: 10 K/min).

En ésta se puede observar que las curvas termogravimétricas no varían con la masa de muestra empleada, indicando que los efectos difusionales a través de la capa de residuo sobre el portamuestra son despreciables.

En la Figura 4 se aprecia que la modificación del caudal de gas en el rango comprendido entre 100 y 200 ml/min no afecta los termogramas, indicando que las resistencias a la transferencias de calor y de materia en película externa son despreciables.

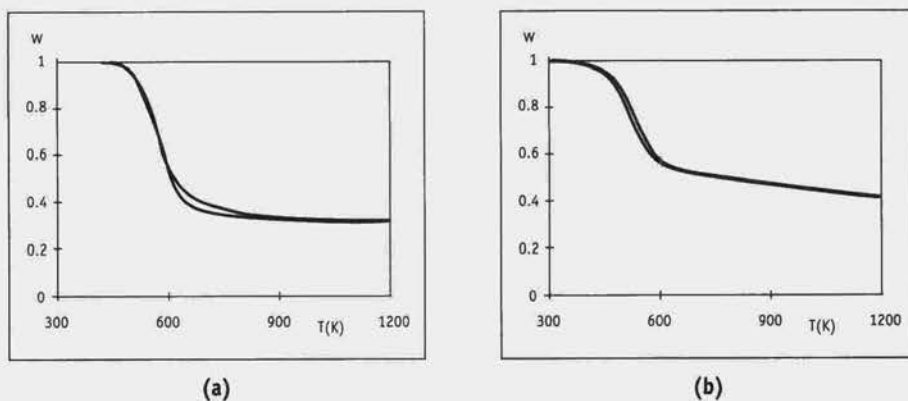


Figura 4. Efecto del caudal de gas sobre la pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas, (diámetro de partícula  $37 < dp < 44$   $\mu$ m, velocidad de calentamiento: 10 K/min y masa de muestra: 5 mg).

Los resultados correspondientes a la pirólisis de cada uno de los residuos empleando muestras con diferente diámetro de partícula ( $dp$ : 37-44  $\mu$ m y  $dp$ : 1200-1400  $\mu$ m) se presentan en la Figura 5. A partir de las mismas se aprecia que la variación del diámetro de partícula no afecta las curvas de pérdida de masa obtenidas en todo el rango de temperaturas; por lo tanto, las resistencias a la transferencia de calor y materia intrapartícula son despreciables.

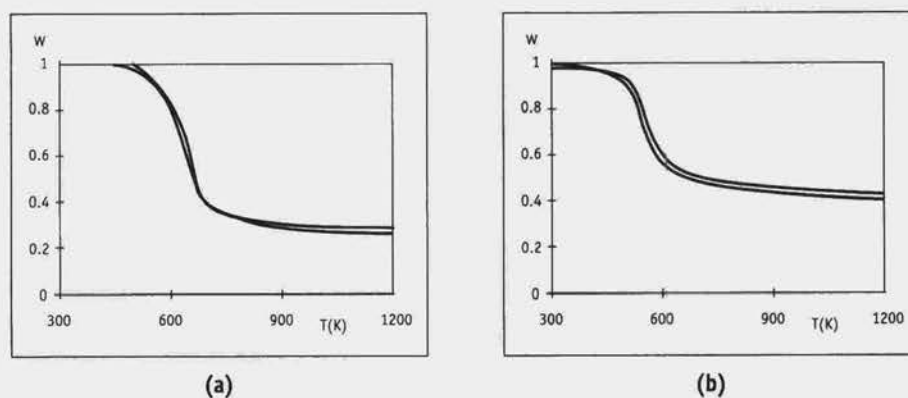


Figura 5. Efecto del diámetro de partícula sobre la pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas, (velocidad de calentamiento: 10 K/min, caudal de  $N_2$ : 100 ml/min y masa de muestra: 5 mg)

#### b) Verificación del régimen de control

Se verificó que en estas condiciones de operación se estuviese trabajando en control cinético puro. Se evaluó si la transferencia de calor interna y externa influye sobre la ci-

nética de pirólisis al estimar grupos adimensionales característicos (Pi y Pe) que consideran la importancia relativa de la transferencia de calor y la cinética intrínseca del proceso (Pyle y Zaror (1984); Di Blasi (1996)). El número de pirólisis interna, Pi, indica la importancia relativa de la transferencia de calor por conducción en el interior del sólido reactivo y la velocidad intrínseca de la reacción, éste se define como:

$$Pi = \frac{k_t}{\rho_a C r_p \left( \frac{dX}{dt} \right)} \quad (II)$$

$k_T$  y  $\rho_a$  son la conductividad térmica y la densidad aparente del sólido respectivamente;  $C$ , la capacidad calorífica;  $r_p$ , el radio de partícula y  $\frac{dX}{dt}$ , la velocidad de reacción.

Para valores de  $Pi \gg 1$ , la pirólisis ocurre lentamente en comparación con la transferencia interna de calor y está controlada por la cinética de reacción. En cambio, para  $Pi \ll 1$ , la velocidad de reacción es rápida y la transferencia de calor controla el proceso.

El número de Biot, Bi, tiene en cuenta la importancia relativa de las transferencias de calor externa e interna.

$$Bi = \frac{h r_p}{k_t} \quad (III)$$

$h$  es el coeficiente de transferencia de calor convectivo. Para valores muy grandes del número de Biot ( $Bi \gg 1$ ), la transferencia de calor interna es lenta comparada con la transferencia externa de calor y los gradientes intraparticulares de temperatura son significativos. En contraposición, para números de Biot pequeños ( $Bi \ll 1$ ), la transferencia de calor interna es rápida y la temperatura en el interior del sólido es uniforme. En condiciones tales que  $Bi \ll 1$ , tenemos que considerar un segundo número de pirólisis, el número de pirólisis externa, Pe, que considera la importancia relativa de la transferencia externa de calor al sólido con respecto a la cinética intrínseca de pirólisis. Este número se obtiene como producto del número de pirólisis interna y el número de Biot:

$$Pe = Pi \cdot Bi = \frac{h}{\rho_a C r_p \left( \frac{dX}{dt} \right)} \quad (IV)$$

Grandes valores de  $Pe$  corresponden a control cinético "puro", mientras que si éstos son pequeños indican control por transferencia de calor externa.

Se pueden distinguir tres regímenes diferentes en el proceso de pirólisis dependiendo de los valores que tomen estos tres números adimensionales,  $Pi$ ,  $Bi$  y  $Pe$ :

- $Bi \gg 1$  y  $Pi \ll 1$ , la transferencia interna de calor controla el proceso
- $Bi \ll 1$  y  $Pe \ll 1$ , la velocidad global del proceso está controlada por la transferencia externa de calor
- $Bi \ll 1$  y  $Pe \gg 1$ , se tiene control cinético puro

Se calculó el número de pirólisis interna,  $Pi$  y externa,  $Pe$  para la degradación de cada residuo. Los valores obtenidos se muestran en la *Tabla 1*.

Los valores de  $Pi$  son considerablemente mayores que 1 ( $Pi \gg 1$ ). Estos indican que la transferencia de calor interna no incide sobre la pirólisis. Entonces, se calculó el número de Biot ( $Bi : 1.3 \cdot 10^{-3} \ll 1$ ) y los números de pirólisis externa,  $Pe$  cuyos valores obtenidos son mayores a 1 ( $Pe \gg 1$ ) y, en consecuencia, se verifica que las mediciones cinéticas se realizaron en régimen de control químico puro.

Tabla 1. Números de pirólisis interna,  $Pi$  y de pirólisis externa,  $Pe$ , calculados para ambos residuos

| RESIDUO               | PI     | PE  |
|-----------------------|--------|-----|
| Cáscaras de Avellanas | 142546 | 185 |
| Cáscaras de Castañas  | 306708 | 399 |

### c) Modelado cinético

Se aplicaron modelos de diferente complejidad con el fin de representar la red de reacciones que caracterizan a la pirólisis de biomasa, los que se pueden agrupar en:

- Modelos de reacción única
- Modelo de infinitas reacciones independientes

- Modelos de reacción única

Estos modelos expresan la velocidad de pirólisis mediante la siguiente ecuación:

$$-\left(\frac{dX}{dt}\right) = k (w-w_{\infty})^n \quad (V)$$

$w$ :  $m/m_0$ , fracción másica instantánea

$w_{\infty}$ :  $m_{\infty}/m_0$ , fracción másica residual;  $m_{\infty}$ , masa a tiempo  $\infty$



**k**: constante de velocidad específica

**n**: orden de reacción

Se considera la relación entre la constante de velocidad específica y la temperatura mediante la ecuación de Arrhenius:

$$k = k_0 \exp (-E_a / RT) \quad (VI)$$

$k_0$ , el factor preexponencial

$E_a$ , la energía de activación

$R$ , la constante universal de los gases

$T$ , la temperatura absoluta.

**i) Modelos que consideran los parámetros cinéticos constantes durante el transcurso de la pirólisis:**

Se realizaron las siguientes consideraciones:

**Modelo MRUI.** Supone  $n = 1$  y  $w_\infty = 0$ . Se estimaron  $k_0$  y  $E_a$  como parámetros de ajuste.

**Modelo MRUII.** Supone  $n = 1$  y considera que  $w_\infty$  es el valor de la fracción másica instantánea a  $T = 1200$  K ya que a  $T \geq 1200$  K la fracción másica no varía. Se estimaron  $k_0$  y  $E_a$  como parámetros de ajuste.

**Modelo MRUIII.** Supone  $n = 1$ . Se estimaron  $k_0$ ,  $E_a$ ,  $n$  y  $w_\infty$  como parámetros de ajuste.

**Modelo MRUIV.** Se consideró  $w_\infty$  como en el modelo II. Se estimaron  $k_0$ ,  $E_a$  y  $n$  como parámetros de ajuste.

**ii) Modelos de desactivación:**

Estos son similares a los aplicados en el área de las reacciones heterogéneas fluido-sólido catalítico. Consideran la pirólisis como una descomposición de primer orden respecto del sólido,  $n = 1$  en la ecuación (V). Balci et al. (1993) encontraron, a partir de datos experimentales propios, que hasta un nivel de conversión de aproximadamente 0.1, se cumplía la ecuación de Arrhenius. Sin embargo, para conversiones mayores, el aumento en la constante de la velocidad de reacción con la temperatura resultaba menor que el predicho por esta ecuación. Esta variación de la constante de la velocidad de reacción se atribuyó a la disminución de la reactividad del sólido, la cual se halla relacionada con su actividad. A medida que la pirólisis progresa, ocurren cambios físicos y químicos en el sólido reactivo. La descomposición de los diferentes constituyentes se produce a diferentes temperaturas; en consecuencia, la composición de la parte reactiva del sólido cambia con el aumento de la conversión. Además, la superficie activa para la descomposición térmica también sufre cambios debido al consumo del sólido y a variaciones en su estructura porosa. Todos estos cambios ocasionan la desactivación del sólido con el transcurso de la pirólisis, que afecta el valor de la constante de velocidad de reacción. Con el fin de considerar la influencia de la desactivación del sólido sobre la constante de velocidad específica, se propuso la siguiente expresión:

$$k_{ap} = \alpha [k_0 \exp (- E_a /RT)] \quad (VII)$$

donde  $k_{ap}$  es la constante de velocidad específica aparente y  $\alpha$  la actividad del sólido. Esta última decrece con la conversión; es decir, toma valor 1 a nivel de conversión nulo y cero cuando la conversión es máxima.

Balci et al. (1993) postularon varios modelos basados en la desactivación del sólido, considerando diferentes relaciones entre la variación de la actividad del sólido con la conversión; a continuación se detallan dos de ellos, los cuales fueron aplicados en este trabajo.

**Modelo MRUDI**, supone que el factor preexponencial disminuye con la conversión del sólido, mientras que la energía de activación permanece constante durante el transcurso de la pirólisis. La expresión de la constante de velocidad de reacción aparente resulta:

$$k_{ap} = k_{0i} (1 - Z^{\gamma+1}) \exp [-E_a /RT] \quad (VIII)$$

Z, la conversión normalizada se define como:

$$Z = \frac{X}{X_{m\acute{a}x}} = \frac{(1 - w)}{(1 - w_{\infty})} \quad (IX)$$

X, la conversión instantánea y  $X_{m\acute{a}x}$ , la máxima conversión alcanzada a la temperatura final de pirólisis. En la ecuación (VIII) se modificó la notación  $k_0$  por  $k_{0i}$  para indicar que el factor preexponencial corresponde a las condiciones iniciales ( $Z = 0$ ). Los parámetros de ajuste son:  $k_{0i}$ ,  $E_a$ , y  $\gamma$ .

**Modelo MRUDII**, predice un aumento de la energía de activación con la temperatura de pirólisis y la conversión del sólido a través de una relación tipo ley de la potencia. La constante de velocidad de reacción aparente está dada por:

$$k_{ap} = k_0 \exp [-E_{ai} (1 + \delta TZ^{\gamma+1})/RT] \quad (X)$$

$\delta$  es la constante de velocidad específica de desactivación. Los parámetros de ajuste son:  $k_0$ ,  $E_{ai}$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ .

En la Figura 6 se aprecia como este modelo ajusta los datos experimentales para ambos residuos.

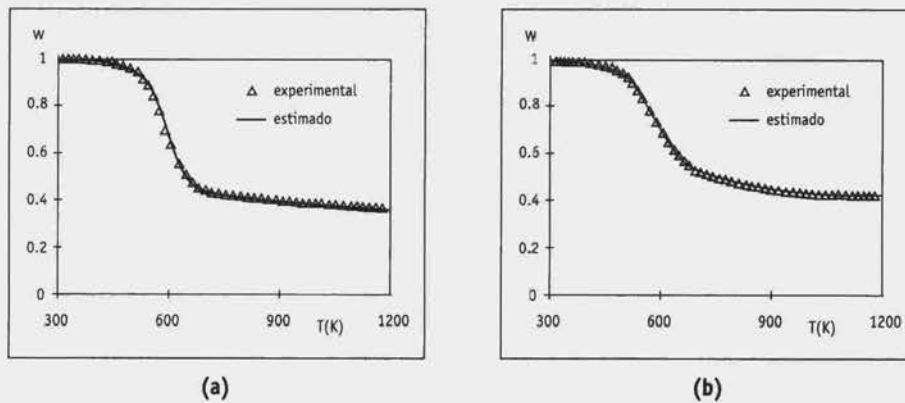


Figura 6. Ajuste mediante el modelo de desactivación MRUDII de los datos experimentales de pirólisis de cáscaras de (a) avellanas y (b) castañas.

#### • Modelo de infinitas reacciones independientes

Este modelo ha sido aplicado a datos experimentales obtenidos para la pirólisis de carbón de diferente rango. En este trabajo se consideró su aplicación para caracterizar la cinética de pirólisis de los residuos agroindustriales empleados, teniendo en cuenta la analogía existente entre la biomasa vegetal y el carbón, especialmente con aquellos de menor rango.

Este tipo de modelo representa al proceso de pirólisis como un conjunto de reacciones de primer orden irreversibles e independientes. El proceso global se considera como una descomposición de primer orden y la velocidad de reacción se expresa en términos de la evolución de volátiles. Para cada una de las reacciones se considera un mismo factor preexponencial y diferentes energías de activación para cada una de ellas, distribuidas según una función de distribución normal (DNEA) (Anthony y Howard (1976)).

El modelo se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{V^* - V}{V^*} = \int_0^\infty \exp\left[-k_0 \int_0^t \exp(-E_a/RT) dt\right] f(E_a) dE_a \quad (\text{XI})$$

$V$ :  $1-w$ , representa los volátiles liberados a tiempo  $t$  y  $V^*$ :  $1 - w_\infty$ , los volátiles totales presentes en el residuo, o volátiles potenciales. Es decir que  $V \rightarrow V^*$  cuando  $t \rightarrow \infty$

$$f(E_a) = (\sigma^2 2\pi)^{-1/2} \exp[-(E_a - E_{am})^2 / 2\sigma^2] \quad (\text{XII})$$

$E_{am}$  es la energía de activación media y  $\sigma$  su desviación estándar

Se realizó el ajuste de los datos experimentales  $w$  vs  $T$  a las curvas de todos los modelos aplicados. Los parámetros característicos de cada uno de los modelos se estimaron mediante regresión no lineal. Se minimizó la función objetivo (FO):

$$FO = \sum_{i=1}^N (w_{\text{exp}_i} - w_{\text{cal}_i})^2 \quad (\text{XIII})$$

N es el número de datos experimentales;  $w_{\text{exp}}$  y  $w_{\text{cal}}$  se refieren a las fracciones máxicas instantáneas experimental y calculada, respectivamente. Con el fin de comparar la bondad del ajuste de los distintos modelos, los que no siempre permiten describir los datos experimentales en el mismo rango de temperaturas, se calculó el coeficiente de variación (CV):

$$CV = 100 \left[ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (w_{\text{exp}_i} - w_{\text{cal}_i})^2}{N - P}} / \overline{w_{\text{exp}}} \right] \quad (\text{XIV})$$

Tabla 2. Estimación de parámetros de los modelos para cáscaras de avellanas

| MODELOS | RANGO DE TEMPERATURAS (K) | PARÁMETROS ESTIMADOS  | S%   | CV%  |
|---------|---------------------------|---|------|------|
| MRUI    | 300-710                   | $k_0 = 1010 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 37,8 \text{ kJ/mol}$  | 1,40 | 1,50 |
| MRUII   | 300-710                   | $k_0 = 4,6 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 52,5 \text{ kJ/mol}$  | 0,71 | 0,74 |
| MRUIII  | 300-710                   | $k_0 = 4,9 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 60 \text{ kJ/mol}$<br>$\omega_\infty = 0,42$                                  | 0,36 | 0,38 |
| MRUIV   | 300-710                   | $k_0 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 58 \text{ kJ/mol}$<br>$\omega_\infty = 0,79$                                  | 0,33 | 0,35 |
| MRUDI   | 300-1130                  | $k_{0i} = 1 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 44,6 \text{ kJ/mol}$<br>$\gamma = 1,8$                                       | 2,0  | 2,6  |
| MRUDII  | 300-1130                  | $k_0 = 2,9 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$<br>$E_{a1} = 61,0 \text{ kJ/mol}$<br>$\delta = 0,00098 \text{ K}^{-1}$<br>$\gamma = 11$ | 0,37 | 0,44 |
| MRIDN   | 300-710                   | $k_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$<br>$E_{am} = 64 \text{ kJ/mol}$<br>$\sigma = 7,2$   | 1,1  | 1,5  |

$\bar{W}_{exp}$  es el valor promedio de los datos experimentales obtenidos por triplicado.

En las Tablas 2 y 3 se presentan los valores estimados de los parámetros característicos de cada modelo, el rango de temperaturas para el cual el ajuste es satisfactorio y los valores de desviación estándar (s) y coeficiente de variación obtenidos en cada caso (CV) para las cáscaras de avellanas y castañas respectivamente.

Tabla 3. Estimación de parámetros de los modelos para cáscaras de castañas

| MODELOS | RANGO DE TEMPERATURAS (K) | PARÁMETROS ESTIMADOS   | S%   | CV%  |
|---------|---------------------------|--|------|------|
| MRUI    | 300-710                   | $k_0 = 100 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 27,2 \text{ kJ/mol}$  | 2,70 | 3,00 |
| MRUII   | 300-710                   | $k_0 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 35,0 \text{ kJ/mol}$   | 1,77 | 2,00 |
| MRUIII  | 300-710                   | $k_0 = 3,4 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 47,2 \text{ kJ/mol}$<br>$\omega_\infty = 0,51$                               | 0,51 | 0,57 |
| MRUIV   | 300-710                   | $k_0 = 4,3 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 47,8 \text{ kJ/mol}$<br>$n = 1,04$   | 0,50 | 0,58 |
| MRUDI   | 300-1130                  | $k_{0i} = 2 \cdot 10^3 \text{ min}^{-1}$<br>$E_a = 35,4 \text{ kJ/mol}$<br>$\gamma = 1,7$                                      | 2,3  | 3,2  |
| MRUDII  | 300-1130                  | $k_0 = 2,6 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$<br>$E_{ai} = 47,0 \text{ kJ/mol}$<br>$\delta = 0,00096 \text{ K}^{-1}$<br>$\gamma = 4$ | 0,48 | 0,68 |
| MRIDN   | 300-710                   | $k_0 = 2,8 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$<br>$E_{am} = 50,6 \text{ kJ/mol}$<br>$\sigma = 7,9$                                    | 2,3  | 3,0  |

## Conclusiones

El análisis de los resultados de los distintos modelos aplicados refleja la complejidad involucrada para describir la cinética de pirólisis de estos residuos en todo el rango de degradación térmica.

Los modelos (MRUI a MRUIV y MRIDN) sólo permiten representar la pirólisis de los residuos en un rango restringidos de temperatura 300-700 K. Entre los modelos de reacción única que consideran los parámetros cinéticos y la fracción másica residual constantes (MRUI-IV), sólo los modelos de tres parámetros, MRUIII y MRUIV, representan los datos experimentales en forma satisfactoria con pequeños coeficientes de variación.

El modelo MRIDN que considera infinitas reacciones independientes y una distribución normal de energías de activación no introduce mejoras en la calidad ni extiende el rango de temperaturas del ajuste respecto a los modelos de reacción única más sencillos (MRUI-IV). Esto puede atribuirse a algunas de las suposiciones involucradas, normalidad de la función de distribución de energías de activación y/o considerar el mismo factor pre-exponencial para las infinitas reacciones (Miura (1995)).

Los modelos MRUDI y MRUDII, que tienen en cuenta la desactivación del sólido con el transcurso de la pirólisis, permiten describir satisfactoriamente la pirólisis de ambos residuos estudiados en todo el rango de temperaturas. En particular, el modelo MRUDII representa los datos experimentales con coeficientes de variación considerablemente pequeños. Cabe destacar, que los valores de los parámetros obtenidos con este modelo se hallan en el rango de los encontrados en la literatura, teniendo en cuenta la variabilidad de este tipo de residuos.

### **Agradecimientos**

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Universidad de Buenos Aires por el apoyo financiero otorgado y a los compañeros del grupo de investigación PINMATE (Departamento de Industrias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA) por su colaboración.

### **Referencias**

- ANTHONY, D.; HOWARD, J. (1976) *AIChE Journal* 22, 625.
- BALCI, S.; DOGU, T.; YUCEL, H. (1993) *Ind. Eng. Chem. Res.* 32, 2573.
- DI BLASI, C. (1996) *Ind. Eng. Chem. Res.* 35, 37.
- MIURA, K. (1995) *Energy & Fuels* 9, 302.
- PYLE, D.L.; ZAROR, C.A. (1984) *Chem. Eng. Sci.* 39, 147.



## Caracterización química y estructural de residuos generados en la agroindustria

*P. A. Della Rocca\*, P. R. Bonelli, E. G. Cerrella, A. L. Cukierman.*

PINMATE, Departamento de Industrias,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Buenos Aires, 1428, Buenos Aires, Argentina,  
E-mail: patri@secyt.utn.edu.ar; analea@di.fcen.uba.ar.

### Resumen

En este trabajo se realizó la caracterización química y textural de dos residuos vírgenes (cáscaras de avellanas y carozos de aceitunas) y sus chars, residuos sólidos obtenidos a distintas temperaturas de pirólisis: 623 K, 873 K y 1123 K. El estudio químico se llevó a cabo mediante los análisis próximo, elemental y de constituyentes principales (holocelulosa, lignina y extractivos) de las muestras estudiadas. El examen textural de los sustratos se realizó por la determinación de las isotermas de adsorción empleando diferentes adsorbatos ( $N_2$  a 77 K y  $CO_2$  a 298 K). A partir de los valores resultantes de las mismas se calcularon las superficies específicas obtenidas con la aplicación de los métodos de B.E.T y Dubinin Radushkevich, respectivamente. Estos resultados se analizaron y relacionaron con el fin de poder inferir sobre la porosidad de las muestras y sus variaciones producidas por efecto del tratamiento térmico.

### Abstract

In this work, the chemical and textural characterization of two agroindustrial residues (hazelnut shells and olive stones) virgin and pyrolyzed at different temperatures: 623 K, 873 K and 1123 K was carried out. The chemical study was accomplished by proximate analysis, as well as analysis of elemental and principal constituents (holocellulose, lignine and extractives) analysis of the samples. The textural examination consisted of the determination of the adsorption isotherms employing different adsorbates ( $N_2$  a 77 K y  $CO_2$  a 298 K). The specific surfaces were calculated by the application of the BET and Dubinin Radushkevich models. These results were analyzed and related with the purpose to infer the sample porosity and their changes by the thermal treatment.

\* Ex integrante PINMATE, actualmente Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Buenos Aires, UTN, Medrano 951, 1179, Buenos Aires, Argentina



## Introducción

La biomasa utilizada en procesos de conversión térmica (combustión, gasificación, licuefacción y pirólisis) incluye diferentes tipos de residuos: agrícolas, agroindustriales, forestales, pecuarios y urbanos, como así también a los denominados cultivos energéticos producidos específicamente para la obtención de combustibles. Los residuos agroindustriales se generan en los procesos de industrialización de productos agropecuarios. Ejemplos característicos de este tipo de aprovechamiento se presentan en la fabricación de azúcar a partir de la caña, en cuyo caso el bagazo puede utilizarse para alimentar las calderas de los ingenios, también el bagazo de uvas y de aceitunas se destinan a la producción de energía. Asimismo, a partir de los carozos de frutas y de aceitunas se puede obtener carbón activado, previa pirólisis y tratamiento térmico de los mencionados sustratos. El conocimiento de la composición y propiedades de la biomasa es de fundamental importancia para evaluar su potencialidad como materia prima en los procesos de conversión térmica (Graboski y Bain, 1979).

La biomasa está constituida por:

1. Componentes de las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina)
2. Extractivos: algunas grasas e hidrocarburos (terpenos) solubles en éter y varios tipos de compuestos fenólicos, carbohidratos y proteínas que pueden solubilizarse en benceno, alcohol o agua.
3. Cenizas.

La proporción de componentes de las paredes celulares, extractivos y cenizas varían con el tipo de biomasa. El estudio químico y textural de los residuos es particularmente útil con el fin de evaluar la factibilidad de utilización de estos residuos en distintos procesos de conversión térmica o como precursores para la preparación de carbones activados mediante el método de dos etapas. Este involucra la pirólisis de los residuos y la posterior gasificación de los chars resultantes. La calidad de los carbones activados y su capacidad de adsorción dependen fundamentalmente de las características del precursor y de los parámetros texturales del char que están significativamente afectados por las condiciones de pirólisis empleadas.

En este trabajo se evaluaron las características químicas de los residuos y sus chars a diferentes temperaturas mediante análisis elemental, próximo y de los constituyentes principales (holocelulosa, lignina y sustancias solubles en alcohol-benceno). Asimismo, se llevó a cabo la caracterización textural de los residuos y sus chars por la determinación de las isotermas de adsorción, empleando diferentes adsorbatos ( $N_2$  a 77 K y  $CO_2$  a 298 K).

## Parte Experimental

- **Materiales:** Los materiales empleados en las experiencias son: cáscaras de avellanas y carozos de aceitunas. Se emplearon también éstos residuos pirolizados a diferentes temperaturas comprendidas en el rango de degradación térmica de los mismos, con el ob-

jeto de examinar sistemáticamente la evolución de sus principales características con el curso de la pirólisis.

- **Preparación de las muestras pirolizadas (chars):** Los residuos vírgenes se molieron y tamizaron hasta obtener fracciones de diámetro de partícula comprendido entre 1200 y 1400  $\mu\text{m}$ . La pirólisis de los mismos se llevó a cabo en un reactor de lecho fijo de 2 cm de diámetro y 15 cm de largo, inertizado mediante circulación de nitrógeno. El reactor se ubicó en el interior de un horno eléctrico con controlador automático de temperatura marca Yokogawa, modelo UT-15. Las muestras se sometieron a una velocidad de calentamiento de 15 K/min, hasta alcanzar temperaturas finales de 623 K, 873 K y 1123 K; las mismas se mantuvieron a estas temperaturas durante 1 h. Luego, los chars se enfriaron hasta temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno.

- **Análisis próximo:** Se llevó a cabo el análisis próximo para cada uno de los residuos agroindustriales y sus chars, siguiendo las normas ASTM (D-3175-73, D3175-77, D-3174-73) para la determinación de humedad, volátiles y cenizas, respectivamente. El carbono fijo se obtuvo por diferencia:

$$\text{Carbono Fijo \%} = 100 - \text{Humedad \%} - \text{Volátiles \%} - \text{Cenizas \%}$$

- **Análisis elemental:** Este análisis permite determinar el contenido porcentual de los elementos carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y oxígeno en las muestras vírgenes y pirolizadas. Los resultados se informan en base seca y libre de cenizas. Se empleó un analizador Carlo Erba EA-1108. Su principio de operación se basa en la oxidación completa e instantánea de la muestra y el análisis cromatográfico de los productos de combustión.

- **Análisis de los constituyentes principales:** Los residuos se sometieron a una extracción con benceno-etanol según la norma TAPPI T 204 OM-88. En ésta, se eliminan las grasas, resinas, fotoesteroides, hidrocarburos no volátiles, ceras y algunas sustancias solubles en agua como sales, carbohidratos de bajo peso molecular, etc, presentes en los mismos. Se obtiene, así, el material libre de extractivos en el que sólo queda una pequeña cantidad de minerales, sustancias pécticas e inclusiones como oxalato de calcio. El material libre de extractivos se somete luego a una hidrólisis ácida, con solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 72 % a temperatura de ebullición, según norma TAPPI T 222 OM-88, y se separa la lignina insoluble en ácido. La holocelulosa (celulosa y hemicelulosas) se obtiene por hidrólisis ácida con  $\text{HClO}_2$ .

- **Sortimetría:** Se determinaron las isothermas de adsorción de los residuos y sus chars. Las muestras se emplearon molidas con fracciones de diámetro de partícula 37-44  $\mu\text{m}$ . Se emplearon, como adsorbatos,  $\text{N}_2$  a 77 K y  $\text{CO}_2$  a 298 K y equipos Micromeritics Gemini 2360 y Accusorb 2100 E, respectivamente. Ambos sortómetros operan en base al método volumétrico para la determinación de las isothermas de adsorción. Mediante la información obtenida y aplicando modelos de adsorción que permiten describir las isothermas, se calculan las superficies específicas que caracterizan a cada una de las muestras.

Las muestras se desgasaron antes de llevar a cabo la adsorción física y se sometieron a vacío durante 12 h.

## Resultados y Discusión

### • Análisis próximo y elemental

En las Tablas 1 y 2 se presentan los resultados obtenidos mediante análisis próximo para los diferentes residuos vírgenes y pirolizados a las distintas temperaturas.

Tabla 1. Análisis próximo de las cáscaras de avellanas y sus chars (libre de humedad)

| MUESTRA               | VOLÁTILES % | CARBONO FIJO % | CENIZAS % |
|-----------------------|-------------|----------------|-----------|
| Cáscaras de avellanas | 68,9        | 30,0           | 1,1       |
| Char T: 623 K         | 49,0        | 49,6           | 1,4       |
| Char T: 873 K         | 14,0        | 81,5           | 4,5       |
| Char T: 1123 K        | 7,2         | 89,6           | 3,2       |

Los resultados se refieren en base seca considerando que el contenido de humedad de las muestras depende del tipo de biomasa y sus características, como así también de las condiciones ambientales a las que se halla expuesta la muestra. Los valores de humedad determinados para las muestras vírgenes están comprendidos en un rango del 2-10 %.

Tabla 2. Análisis próximo de los carozos de aceitunas y sus chars (libre de humedad)

| MUESTRA              | VOLÁTILES % | CARBONO FIJO % | CENIZAS % |
|----------------------|-------------|----------------|-----------|
| Carozos de aceitunas | 74,8        | 24,8           | 0,4       |
| Char T: 623 K        | 44,3        | 54,5           | 1,2       |
| Char T: 873 K        | 22,8        | 75,6           | 1,6       |
| Char T: 1123 K       | 22,1        | 76,3           | 1,6       |

Las cáscaras de avellanas presentan el menor contenido de volátiles y el mayor porcentaje de carbono fijo de los dos residuos estudiados. El tratamiento térmico de los residuos provoca la disminución del contenido de volátiles y el aumento del contenido de carbono fijo a medida que la temperatura de tratamiento aumenta desde 623 K a 1123 K. Sin embargo, para aquellas muestras preparadas a partir de los carozos de aceitunas a temperatura mayor de 873 K, el contenido de volátiles y de carbono fijo permanece prácticamente constante. Las cenizas siguen la misma tendencia que el carbono fijo, a excepción de los chars de cáscaras de avellanas en los que se encuentra una disminución de las mismas a 1123 K, ésta probablemente se debe a la descomposición de algunos minerales presentes en las cáscaras de esta especie a esta temperatura.

Los resultados del análisis elemental de los diferentes residuos vírgenes y pirolizados se presentan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Análisis elemental de las cáscaras de avellanas y sus chars (libre de humedad y cenizas)

| MUESTRA               | %C   | %H  | %N  | %O*  |
|-----------------------|------|-----|-----|------|
| Cáscaras de avellanas | 50,9 | 5,9 | 0,4 | 42,8 |
| Char T: 623 K         | 78,7 | 4,5 | 0,5 | 16,3 |
| Char T: 873 K         | 93,9 | 2,2 | 0,7 | 3,2  |
| Char T: 1123 K        | 96,0 | 0,6 | 1,0 | 2,4  |

\* por diferencia

Cabe destacar que no se detectó azufre en los residuos; esto puede deberse a que los mismos carecen de azufre o lo contienen en un porcentaje no detectable mediante el equipo utilizado.

Los valores determinados para las cáscaras de avellanas son consistentes con los informados por Balci y colaboradores (1993). En general, los residuos estudiados se caracterizan por composiciones elementales en el rango de las encontradas en la literatura.

Tabla 4. Análisis elemental de los carozos de aceitunas y sus chars (libre de humedad y cenizas)

| MUESTRA              | %C   | %H  | %N  | %O*  |
|----------------------|------|-----|-----|------|
| Carozos de aceitunas | 46,6 | 6,0 | -   | 47,4 |
| Char T: 623 K        | 76,6 | 4,3 | 0,4 | 18,7 |
| Char T: 873 K        | 93,3 | 1,9 | 0,4 | 4,4  |
| Char T: 1123 K       | 94,4 | 0,5 | 0,8 | 4,3  |

\* por diferencia

La composición elemental de los residuos vírgenes es bastante similar. La pirólisis de los residuos provoca variaciones significativas en su composición que se reflejan en los resultados obtenidos para los chars. Los contenidos de carbono y nitrógeno en los chars de cáscaras de avellanas y carozos de aceitunas aumentan con la temperatura de pirólisis. El contenido de carbono evoluciona, en general, de la misma forma que el de carbono fijo, determinado mediante análisis próximo; los porcentajes de carbono son siempre mayores que los de carbono fijo, ya que parte del mismo constituye el material volátil (Figueiredo y colaboradores, 1989). A medida que la temperatura aumenta, las diferencias entre los porcentajes de carbono y carbono fijo disminuyen progresivamente como consecuencia de la disminución en los volátiles que pueden ser liberados. El incremento del porcentaje de nitrógeno con la temperatura podría atribuirse a que en este tipo de materiales, éste se halla presente, por lo general, en uniones de anillos heterocíclicos, uniones aromáticas C-N de hibridación  $sp^2$ , difíciles de romper (Wornat y colaboradores, 1995). Los porcentajes de hidrógeno y oxígeno disminuyen al incrementar la temperatura de pirólisis para todas las muestras. Esta disminución podría asociarse a la liberación de agua, óxidos de carbono e hidrocarburos volátiles con el transcurso de la pirólisis.

### • Constituyentes principales de los residuos vírgenes

En la Tabla 5 se presentan los contenidos porcentuales de los constituyentes principales de las cáscaras de avellanas y de los carozos de aceitunas.

Los métodos analíticos de extracción suelen informar valores de la suma de porcentajes de los componentes principales (holocelulosa y lignina) mayores o menores que el 100% (Fengel, 1979).

Las cáscaras de avellanas y los carozos de aceitunas poseen contenidos de holocelulosa bastante similares. Estos valores son altos si se comparan con los de otros residuos de la agroindustria (cáscaras de castañas, de maníes, de arroz, etc) (Zanzi, 1994; Della Rocca, 1998). Los carozos de aceitunas presentan un mayor porcentaje de sustancias solubles en alcohol-benceno.

Tabla 5. Contenido de los constituyentes principales en los residuos vírgenes

| MUESTRA               | HOLOCELULOSA * | LIGNINA INSOLUBLE | SUSTANCIAS SOLUBLES     |
|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
|                       | %              | EN ÁCIDOS *, %    | EN ALCOHOL-BENCENO**, % |
| Cáscaras de avellanas | 70,6           | 39,5              | 2,2                     |
| Carozos de aceitunas  | 74,0           | 44,3              | 6,1                     |

\* Base libre de extractivos

\*\* Base muestra seca

### • Caracterización textural de los residuos vírgenes y pirolizados

En la Figura 1 se presentan las isotermas de adsorción de N<sub>2</sub> a 77 K obtenidas para los residuos y sus correspondientes chars. Las mismas se representan como el volumen de nitrógeno adsorbido, V<sub>a</sub>, en CNPT por unidad de masa de muestra en función de la presión relativa, p/p<sub>0</sub>, siendo p la presión de equilibrio y p<sub>0</sub>, la presión de saturación del adsorbato a la temperatura de trabajo, 77 K.

Si bien la forma de las isotermas confiere un primer indicio de las características texturales de las muestras, no siempre es posible asignar una isoterma particular a uno de los cinco tipos establecidos por Brunauer y colaboradores. Esta dificultad es considerable para muestras con poros de gran diversidad de tamaños ya que éstos provocan distorsiones en las formas de las isotermas. A partir de la Figura 1 se puede apreciar que las isotermas obtenidas presentan características intermedias entre las de tipo I y II según la clasificación de Brunauer. La meseta que presentan las isotermas de los chars preparados a partir de cáscaras de avellanas y carozos de aceitunas a la temperatura de 1123 K es característica de las isotermas de tipo I, sugiriendo un importante desarrollo de microporos en éstos residuos a esta temperatura. No obstante como se ha puntualizado en la literatura (Lecloux y colaboradores, 1982) aún para sólidos caracterizados por isotermas de tipo II o para aquellos en las cuales las características de estas isotermas resultan predominantes, la presencia de microporos no puede descartarse. Asimismo se observa que el volumen de nitrógeno por unidad de masa de muestra, en

todo el rango de presiones relativas, es mayor para los chars que para los residuos vírgenes. Esto se ha atribuido a una apertura de la red de poros de la muestra debida al tratamiento térmico, como consecuencia de la liberación de volátiles de las mismas, y coincide con resultados de la literatura para otros materiales carbonosos (Gale y colaboradores, 1995). Si se comparan las isotermas de los chars preparados a las diferentes temperaturas resulta que los chars preparados a 873 K, a partir de ambo residuos presentan la mayor capacidad de adsorción en todo el rango de presiones relativas a esta temperatura. Esta máxima adsorción se asocia a un significativo desarrollo de poros.

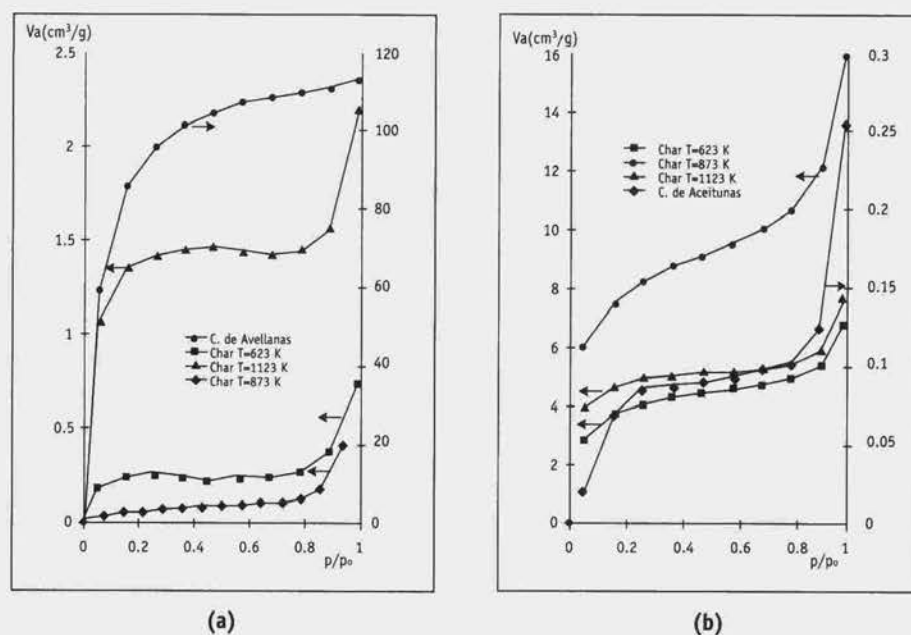


Figura 1. Isotermas de adsorción con N2 a 77 K (a) Cáscaras de avellanas y sus char y (b) Carozos de aceitunas y sus chars

Se aplicó el modelo de BET para determinar la superficie específica de las muestras; éste describe satisfactoriamente las isotermas obtenidas para todas las muestras hasta presiones relativas de 0.3. La ecuación se expresa en función del volumen adsorbido por unidad de masa en CNTP a la presión de equilibrio,  $V_a$ ; el volumen por unidad de masa de adsorbente que cubre con una monocapa la superficie total,  $v_m$  y un parámetro  $C$ , característico de la intensidad de las interacciones adsorbato-adsorbente:

$$\frac{p/p_0}{V_a(1-p/p_0)} = \frac{1}{v_m C} + \frac{C-1}{v_m C} p/p_0$$

Si se representa versus  $\frac{p/p_0}{V_a(1-p/p_0)}$  la presión relativa ( $p/p_0$ ), para un rango de presiones relativas entre 0.05 y 0.35, se obtiene una línea recta si el modelo de BET es válido.

Se calculan los valores correspondientes a la ordenada al origen y a la pendiente de esta recta y a partir de los mismos, se obtiene el volumen adsorbido correspondiente a una monocapa,  $v_m$  y la constante  $C$  (Gregg y Sing, 1982). Este valor afecta marcadamente la forma de las isothermas en la región de bajas presiones, cuando la concavidad es hacia abajo las interacciones adsorbato-adsorbente son fuertes, como en el caso de las isothermas obtenidas con ambos residuos y sus chars. La superficie específica del sólido es, entonces, igual al área ocupada por una molécula de adsorbato multiplicada por el número de moléculas de adsorbato contenidas en  $v_m$ :

$$S_{N_2} = \frac{v_m}{V_M} a N_A 10^{-20}$$

donde  $S_{N_2}$ , es la superficie específica expresada en  $m^2/g$ ;  $v_m$ , la capacidad de la monocapa, expresada como volumen de gas en condiciones normales de temperatura y presión ( $cm^3/g$ );  $V_M$ , el volumen molar del adsorbato en fase gaseosa ( $22414 cm^3/mol$ );  $a$ , el área promedio ocupada por una molécula de adsorbato que integra la monocapa completa, expresada en  $A^2$  ( $a(N_2) = 16.2 A^2$ ) y  $N_A$ , el número de Avogadro. Los valores calculados se detallan en la Tabla 6.

Si se analiza la variación de la superficie específica de  $N_2$  ( $S_{N_2}$ ) de los residuos con la temperatura de pirólisis, se encuentra que la misma alcanza un máximo a 873K en todos los casos. El aumento de la superficie a medida que aumenta la temperatura de preparación del char hasta 873K puede atribuirse a que la liberación progresiva de volátiles contribuye al desarrollo de nuevos poros accesibles al  $N_2$ , generando una textura más abierta. A temperaturas superiores a 873 K, el ensanchamiento de poros y/o coalescencia entre poros vecinos parece predominar y provocan la disminución de la superficie.

Asimismo, la microporosidad de las muestras se analizó a partir de las isothermas de adsorción empleando  $CO_2$  como adsorbato a 298 K y mediante la aplicación del modelo de adsorción de Dubinin Radushkevich (D-R) que postula el llenado de poros, en vez del cubrimiento de la superficie capa sobre capa y permite calcular el volumen total de microporos (Suzuki, 1990). La ecuación expresada en términos de fase líquida resulta:

$$\log V_a = \log V_o - \frac{k (2.303) R^2 T^2}{\beta^2} \left[ \log \left( \frac{p_o}{p} \right) \right]^2$$

donde:

$V_a$ : volumen adsorbido en CNTP por unidad de masa de muestra ( $cm^3/g$ )

$V_o$ : volumen total de microporos del sólido expresado en fase líquida ( $cm^3/g$ )

$k$ : parámetro que caracteriza la distribución de tamaño de poros

$\beta$ : coeficiente de afinidad

R: constante de los gases

T: temperatura (K)

En la Figura 2 se aprecia el ajuste de la ecuación de (D-R) a los datos experimentales obtenidos a partir de las isotermas de adsorción con CO<sub>2</sub> a 298 K correspondientes a las muestras. La linealidad en todo el rango de presiones relativas indica que la ecuación ajusta satisfactoriamente para todos los residuos y sus chars.

A partir de estos gráficos se obtienen los valores de las ordenadas al origen, volumen total de microporos, con los que se calculan las superficies específicas aparentes, S<sub>CO<sub>2</sub></sub>, según la siguiente ecuación:

$$S_{CO_2} = \frac{V_0 N_A a}{V_M^1}$$

donde:

V<sub>M</sub><sup>1</sup>: volumen molar del adsorbato en fase líquida

a: área promedio ocupada por una molécula de CO<sub>2</sub>: 21.75 Å<sup>2</sup>

Tabla 6. Superficies específicas (S<sub>N<sub>2</sub></sub> y S<sub>CO<sub>2</sub></sub>) y relación (S<sub>N<sub>2</sub></sub>/S<sub>CO<sub>2</sub></sub>) de los residuos y sus chars a las distintas temperaturas de pirólisis

| MUESTRAS              | S <sub>N<sub>2</sub></sub> | S <sub>CO<sub>2</sub></sub> | S <sub>N<sub>2</sub></sub> / S <sub>CO<sub>2</sub></sub> |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|--|
| Cáscaras de avellanas | 0,2                        | 85                          | 425  |
| Char T: 623 K         | 0,9                        | 100                         | 111  |
| Char T: 873 K         | 75                         | 450                         | 6  |
| Char T: 1123 K        | 4                          | 650                         | 163  |
| Carozos de aceitunas  | 0,6                        | 53                          | 88   |
| Char T: 623 K         | 13                         | 305                         | 23   |
| Char T: 873 K         | 85                         | 658                         | 8  |
| Char T: 1123 K        | 17                         | 717                         | 42   |

Los valores calculados de S<sub>CO<sub>2</sub></sub> así como las relaciones S<sub>CO<sub>2</sub></sub> / S<sub>N<sub>2</sub></sub> se presentan también en la Tabla 6. Las superficies específicas de N<sub>2</sub> (S<sub>N<sub>2</sub></sub>) son, en todos los casos, considerablemente menores que las determinadas empleando CO<sub>2</sub> (S<sub>CO<sub>2</sub></sub>). Estas diferencias se atribuyen a que el N<sub>2</sub> no puede penetrar en los poros de tamaño levemente mayor que el de la molécula de N<sub>2</sub>, debido a un proceso de difusión activada, que depende considerablemente de la temperatura. Otra de las razones podría ser la contracción que se produce en las entradas de los poros debido a la baja temperatura (77 K) empleada cuando se trabaja con N<sub>2</sub> como adsorbato. Además, la energía de activación del N<sub>2</sub> para la difusión es siempre mayor que la del CO<sub>2</sub> y, en consecuencia, la velocidad de difusión del N<sub>2</sub> es marcadamente más lenta (Nandi y Walker, 1964), entonces, cuando se utiliza



$N_2$  como adsorbato se estaría midiendo solamente las superficies específicas correspondientes a macroporos, mesoporos y eventualmente microporos de mayor tamaño (López-Peinado y colaboradores, 1985). Otros autores (Amarasekera y colaboradores, 1995) señalan que la eficiencia del  $CO_2$  como adsorbato es el resultado de su habilidad para difundir rápidamente en el interior del sólido por un mecanismo de solubilización que permite llegar a todos los poros sin excepción, incluyendo aquellos poros aislados dentro de la matriz sólida o que no poseen aberturas superficiales. Los valores superiores de  $S_{CO_2}$  respecto de  $S_{N_2}$  manifiestan la preponderancia de microporos en todos los residuos vírgenes y sus chars.

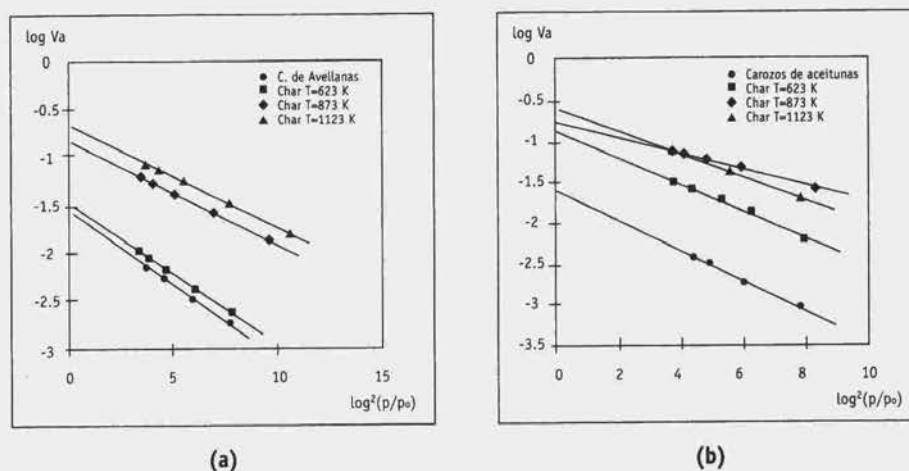


Figura 2 Ajuste de la ecuación de Dubinin-Radushkevich a los datos de las isothermas de adsorción con  $CO_2$  a 298 K (a) cáscaras de avellanas y sus chars y (b) carozos de aceitunas y sus chars

Las superficies específicas  $S_{CO_2}$  de los chars son mayores que las de los residuos vírgenes indicando un desarrollo de microporos con el tratamiento térmico. Esta evolución aumenta a medida que la temperatura de pirólisis crece.

Para los residuos vírgenes la relación ( $S_{CO_2}/S_{N_2}$ ) resulta alta señalando una marcada preponderancia de microporos respecto de los meso y macroporos presentes en los mismos. En los char esta relación disminuye al incrementar la temperatura de pirólisis para  $T \leq 873$  K.

Esta tendencia sugiere el desarrollo de meso y macroporos a expensas del ensanchamiento y/o coalescencia de los microporos preexistentes en la matriz sólida, que favorecen el acceso de  $N_2$  a la red porosa del char.

Sin embargo, la formación de nuevos microporos continúa con el aumento de la temperatura de pirólisis como sugiere el incremento de la superficie específica de  $CO_2$ . En los chars pirolizados a 1123 K se produce una disminución de los meso y macroporos como resultado de la coalescencia de poros vecinos de este tamaño mientras que el desarrollo de microporos aumenta. En consecuencia, la relación ( $S_{CO_2}/S_{N_2}$ ) aumenta siendo el valor a esta temperatura el más alto encontrado entre los chars.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de la caracterización química y textural de los residuos vírgenes y sus chars a diferentes temperaturas de pirólisis permiten alcanzar las siguientes conclusiones:

- Los residuos estudiados (cáscaras de avellanas y carozos de aceitunas) presentan un alto contenido de volátiles (69-75 %), carbono fijo (25-30 %) y cenizas (0.4-1.1 %). Las composiciones elementales de ambos son similares: 47-51 % de carbono, 5.9-6 % de hidrógeno, 42.8-47.4 % de oxígeno y 0.4-0 % de nitrógeno. El análisis de los principales constituyentes señala un porcentaje mayor de holocelulosa que de lignina tanto para las cáscaras de avellanas como para los carozos de aceitunas.
- La pirólisis afecta significativamente la composición de los residuos. Esta depende fuertemente de la temperatura del tratamiento térmico.
- El análisis textural permite evidenciar la compleja red de poros de diferentes tamaños que componen la matriz de los residuos y la evolución en los cambios durante el transcurso de la pirólisis. Los residuos son fundamentalmente microporosos como puede inferirse a partir de los valores superiores de áreas específicas utilizando CO<sub>2</sub> en comparación con las evaluadas empleando N<sub>2</sub>. Los chars aumentan su microporosidad con la temperatura de pirólisis. Sin embargo, se obtiene un mínimo en la relación ( $S_{CO_2}/S_{N_2}$ ) a la temperatura de 873 K, evidenciando un aumento predominante de la macro y mesoporosidad respecto de la microporosidad.

## Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Universidad de Buenos Aires por el apoyo financiero otorgado.

## Referencias

- AMARASEKERA, G.; SCARLETT, M.J.; MAINWARING, D.E. (1995) *Fuel* 74,1,115.
- BALCI, S.; DOGU, T.; YUCEL, H. (1993) *Ind. Eng. Chem. Res.* 32, 2573.
- DELLA ROCCA, P.A. (1994) Estudio de Procesos de Conversión Térmica de Biomasa, Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires
- FENGEL, D. (1979) *Cellulose Chem. Technol.* 13, 279.
- FIGUEIREDO, J.L.; VALENZUELA, C.; BERNALTE, A.; ENCINAR, J.M. (1989) *Fuel* 68, 1012.
- GALE, T.K.; FLETCHER, T.H.; BARTHOLOMEW, C.H. (1995) *Energy & Fuel* 9,3, 513.
- GRABOSKY, M.; BAIN, R. (1979) A Survey of Biomasa Gasification, SERI, II, 21.
- GREGG, S.J.; SING, K.S.W. (1982) Adsorption, Surface Area and Porosity, 2<sup>o</sup> Edition, Academic Press Inc.
- LECLOUX, A. (1983) Catalysis-Science and Technology, Lecloux A.; Andeson J.; Boudart M. ed, Akad, Verlag, Berlin, Vol.2.

- LOPEZ-PEINADO, A.; RIVERA UTRILLA, L.; LOPEZ-GONZALEA, J.D.; MATA ARJONA, A. (1985) Adsorption Science and Technology 2, 31.
- NANDI, S.P.; WALTER, P.L. Jr. (1964) Fuel 50, 345.
- SUZUKI, M. (1990) Adsorption Engineering, Chemical Engineering Monographs, Elsevier Science Publishers B.V., Vol 25.
- WORNAT, M.J.; HURT R.H.; YANG, N.Y.C.; HEADLEY, T.J. (1995) Comb. and Flame 100, 131.
- ZANZI, R. (1994) Rapid Pyrolysis of Biomass at High Temperature, Licentiate of Engineering Thesis, Department of Chemical Engineering and Technology, Chemical Technology, Royal Institute of Technology, Stockholm.

## **Análisis de fortalezas y debilidades en los modelos para certificación, acreditación y premios de la calidad. Formulación de propuestas para su mejoramiento**

*N. F. Rona, I. M. Cohen*

Universidad Tecnológica Nacional,  
Facultad Regional Buenos Aires,  
Medrano 951 (1179) Buenos Aires,  
República Argentina

### **Resumen**

Se discuten las características de las normas de gestión y aseguramiento y los modelos para premios a la calidad y se analizan críticamente las modalidades de evaluación. En particular, se estudia la influencia de las subjetividades y se formulan propuestas para minimizarlas, a través del uso de herramientas de la calidad. Las herramientas específicas fueron las matrices de asignación de prioridades, la ponderación directa de atributos por consenso en un grupo reducido, sobre la base de la asignación de grados de prioridad, y el método Delphi de valoración por expertos.

### **Abstract**

The characteristics of the management and assurance standards and the models for quality awards are discussed and the modalities of evaluation are critically analysed. In particular, the influence of subjectivities is studied and some proposals are formulated to minimise their effects, through the use of the tools of quality. The specific tools were: matrixes for assignment of priorities, assignment of attribute weights by expert consensus in a reduced group, and the Delphi method of assessment by experts.

## Introducción

La existencia de un mundo que se ha dado en llamar "globalizado" es, en los tiempos actuales, una realidad frente a la cual sólo cabe su aceptación. Implica, además, una concepción que obliga a empresas y organizaciones a luchar por un mercado representado por el mundo en su totalidad y a demostrar la calidad de sus productos o servicios, a través de estándares adecuados.

Usualmente, la certificación o la acreditación, mediante el empleo de normas reconocidas, son aceptadas como adecuados mecanismos para el fin antes enunciado. Ambas actúan como barreras o límites entre los que pueden pasar los requerimientos impuestos y aquéllos para los cuales tal posibilidad está aún fuera de su alcance. Sin embargo, la aplicación de estos mecanismos impide reconocer cuán lejos o cerca de estas fronteras, en ambos sentidos, se sitúan las empresas. Esto ocurre debido a que la aplicación de las normas funciona como un sistema binario, de tipo si/no, con relación a los atributos definidos.

La práctica corriente en los informes de los auditores es incluir sólo a las no conformidades, sin mencionar a las fortalezas detectadas. Paradójicamente, la conformidad con la norma se infiere a partir de la inexistencia de no conformidades, lo cual implica un modelo de doble negación. Estos métodos resultarían poco recomendables si fueran aplicados a otras circunstancias de la vida cotidiana, puesto que ausencia de insatisfacción no implica, automáticamente, satisfacción (Imagínese cuánto aumentaría el número de divorcios si tales criterios fueran usados en la elección de una pareja).

Inversamente, los premios de la calidad, tales como el Baldrige (National Institute of Standards and Technology, 2002), el europeo (European Foundation for Quality Management, 2002), o el Premio Nacional para los Sectores Público y Privado en Argentina (Secretaría Técnica del Premio Nacional de la Calidad, 2001; Fundación para el Premio Nacional a la Calidad, 2002) están basados en la evaluación de acuerdo con un modelo preestablecido. En consecuencia, las empresas tienen la oportunidad de informarse acerca de su posición con relación a cada factor o aspecto específico. Además, estos modelos distinguen el nivel de importancia o prioridad de tales atributos a través de la asignación de un número teórico de puntos.

Es evidente la disimilitud entre las alternativas planteadas: las organizaciones que eventualmente deciden la aplicación de alguno de los modelos mencionados pueden obtener orientación sobre su grado de desarrollo, pero aquéllas que están en la etapa de interrogarse acerca de sus posibilidades con respecto a la certificación o acreditación no encuentran ningún mecanismo de diagnóstico, en razón de que las auditorías suministran únicamente un listado de hallazgos o no conformidades.

Las evaluaciones que incluyen resultados cuantitativos son importantes para las instituciones que buscan su certificación o acreditación, pues en consonancia con estos objetivos pueden servir para asignar una prioridad adecuada a sus proyectos, así como

averiguar el grado de cumplimiento de los requisitos involucrados. Si, en cambio, se trata de instituciones que están ya certificadas o acreditadas, los resultados numéricos colaboran en el ordenamiento de sus prioridades, para los proyectos de mejora.

### **Las evaluaciones y sus estructuras**

La ejecución de una evaluación conduce a un resultado que puede ser considerado como un producto, con atributos de diseño y conformidad. De acuerdo a las peculiaridades de las evaluaciones, los primeros pueden ser definidos, entre otras posibilidades, como: atributos per se o variables, méritos o deméritos, de aceptación por consenso o votación; con respecto a los atributos de conformidad, la evaluación deberá arrojar resultados que complimenten los objetivos establecidos. Los criterios involucrados en un sistema de evaluación son:

- La mayor reproducibilidad posible en el conjunto, de modo de tener confianza en que si se volviera a tomar la misma decisión o realizar la misma evaluación, se obtendrían resultados similares a los originales.
- La mayor reproducibilidad posible del procedimiento, es decir que si otro grupo quisiera repetir la experiencia, pudiera disponer de la información histórica (registros) y llegar a resultados similares a los del grupo original.
- Que tenga la menor variabilidad viable. Se espera que los resultados de cada evaluador estén lo más cercanos posibles a la media del grupo.
- Que los resultados obtenidos sean lo más representativos posibles de la realidad que se está analizando, a la luz de la importancia o la prioridad que tienen los factores evaluados.

Los problemas que se pueden presentar para el cumplimiento de esas pautas de calidad del resultado son debidos, en gran parte, a las componentes subjetivas del proceso de evaluación y de la toma de decisiones. Estas son las connotaciones de evaluaciones de la naturaleza de las desarrolladas para los Premios Nacionales a la Calidad, como los del Sector Público y Privado de la República Argentina.

Uno de los autores del presente trabajo tuvo la posibilidad de participar como evaluador y evaluador principal en el Premio Argentino del Sector Público y pudo, en esos papeles, convivir tanto con las fortalezas como con las áreas susceptibles de mejora del proceso de evaluación. Con relación a los premios a la calidad, los aspectos relevantes son el modelo, la asignación de puntajes teóricos, los evaluadores y los jueces. Sobre cada uno de ellos pueden formularse los siguientes comentarios:

- **El modelo:** el éxito en la asignación de prioridades descansa en la bondad del sistema de evaluación, que en el caso de ser incompleto o inadecuado conducirá a un resul-

tado concomitantemente incompleto o inadecuado. La determinación de una aptitud particular exige un modelo pertinente con la aplicación de normas apropiadas, como por ejemplo la IRAM 301:2000 (Instituto Argentino de Normalización, 2000) para laboratorios de ensayo y calibración.

La redacción debe ser clara y comprensible, sin conceptos repetidos ni contradictorios. El grado de aceptación del modelo depende de varios factores, tales como el prestigio de la institución editora y el nivel de participación durante el proceso de elaboración, incluyendo el conocimiento técnico de los miembros participantes sobre el tema y los problemas involucrados. En ocasiones, se requiere además la intervención activa de representantes de la especialidad para su recepción favorable.

- **La asignación de puntajes teóricos:** en el pasado, el mayor énfasis en la evaluación estaba basado sólo en los aspectos funcionales de la organización y de la relación con el cliente (o de fuerte impacto sobre el mismo), mientras que en otros aspectos relevantes, tales como la protección del medio ambiente, se habían concedido factores de peso, y por ende puntajes teóricos, muy bajos. En el caso de este ejemplo, se sostenía que tal situación no configuraba un problema, sobre la presunción de que los jueces, por la forma de analizar los resultados de la evaluación, nunca permitirían que una organización contaminadora ganara el premio. Esta consideración se extendería a que no se otorgaba el premio a una organización con muy malos resultados en cualquiera de los factores analizados en el modelo.

Sin embargo, el modelo del Premio es fundamentalmente un modelo para la evaluación propia. De esta forma, una empresa que hubiese obtenido un buen puntaje en su ejercicio de autoevaluación podría haberse considerado y declarado a sí misma una organización de excelencia, aún si sus prácticas hubieran implicado la contaminación del medio ambiente. Observando un puntaje teórico bajo para este ítem en juego, la empresa podía llegar a la conclusión de que no convenía asignar prioridades relevantes al esfuerzo de mejorar en una primera etapa ese aspecto, salvo en el caso de existir presiones externas (regulatorias o del mercado) que forzaran a cumplir normas del campo regulado (legales) o del campo voluntario, como es el caso de la IRAM-ISO 14001:1996 (Instituto Argentino de Normalización, 1996).

- **Los evaluadores:** teniendo en cuenta que el instrumento de medida de la evaluación es el evaluador mismo, una mala administración de este factor conduce a una dispersión, muchas veces significativa, en los resultados. Una vez establecido claramente el modelo y los criterios para evaluar el cumplimiento del modelo, incluyendo la metodología para la asignación de los puntajes, es necesario ser muy cuidadoso en el manejo de los evaluadores, sobre todo con relación a su selección, a la capacitación y el entrenamiento de los evaluadores elegidos y a la utilización de puntajes individuales, de consenso y de visita.

La selección debe tender a contar con un conjunto de evaluadores que tengan idoneidad, entusiasmo, disciplinas complementarias del pensamiento y valores éticos com-

partidos. En esta tarea se pone mucho énfasis tanto en el Premio del Sector Público como en el del Privado.

Los evaluadores deben ser capacitados y entrenados en el uso del modelo para las evaluaciones. En el caso de los premios, podría ocurrir que se pusiera el énfasis en la selección, imponiendo como exigencia previa a la etapa de entrenamiento el pleno conocimiento del modelo utilizado. A juicio de los autores, tal requerimiento presenta algunos problemas, como la posible eliminación de especialistas por falta de una información que podría ser suministrada fácil y rápidamente.

El modelo de evaluación debería ser ajustado permanentemente; su revisión ordenada con los evaluadores es una buena práctica para garantizar una comprensión compartida del estado actual y de los cambios realizados con respecto a versiones anteriores. Es costumbre en los Premios solicitar una evaluación individual, en la cual ningún evaluador sabe cuáles son los otros evaluadores, para garantizar que cada actuación particular se apoye en las propias percepciones. De esta forma se maximiza la cantidad de hallazgos, pero aparece como contrapartida la posibilidad de obtener puntajes dispersos. La segunda etapa, de consenso del grupo, permite constatar la validez de los hallazgos, convalidar los que son valederos y marcar a aquellos que deben validarse en la visita. Aquí se debe acordar un único resultado para todo el grupo, mediante un mecanismo de consenso (no de votaciones).

A juicio de los autores, el mecanismo de consenso garantiza que los evaluadores estén dispuestos a defender y fundamentar el resultado, pero debe señalarse como riesgo potencial la posible alteración del necesario equilibrio, si parte del conjunto demostrara una intransigencia que tendría su correlato en la susceptibilidad a las presiones que sufrirían otros integrantes. La sola falta de tiempo de algunos de los miembros sería también un factor de distorsión. En esas condiciones, podría surgir un puntaje que satisficiera a los evaluadores, pero no se ajustara a la realidad del caso analizado.

Cabe señalar por ello la importancia de los cursos previos que se dictan a los nuevos evaluadores, en los cuales se presta entre otras cosas atención a la capacidad de trabajo grupal y al manejo del consenso.

- **Los jueces:** el procedimiento de designación de jueces se utiliza en los premios para garantizar que el mecanismo en su conjunto funcione satisfactoriamente. A partir de la evaluación primaria, surgida de la reunión de consenso de los evaluadores, ellos deciden acerca de la conveniencia de pasar (o no) a la etapa de visita en las empresas que así lo ameriten. Posteriormente, definen a los ganadores del premio en condiciones más adecuadas para esta toma de decisión que las que encuentran los grupos evaluadores.

### **La influencia de las subjetividades**

Aún con todos los medios citados en el acápite anterior, cualquier sistema de eva-



luación tiene un fuerte componente subjetivo. Inevitablemente, el evaluador tendrá una impresión personal basada en lo que ve, predisponiéndolo bien o mal, debido a sus propias percepciones sobre lo que es bueno o malo, lindo o feo, destacable o intrascendente.

Una de las preguntas de interpretación que analizó el Comité Técnico 176 de la International Organization for Standardization, encargado de la redacción de las normas ISO de la serie 9000 del año 2000, es si las personas que realizan inspección o evaluación de atributos subjetivos (como por ejemplo los ensayos sensoriales) deben ser tratadas como equipos de ensayos. En consonancia con una política que podría calificarse al menos de extraña, dicho comité decidió no publicar las respuestas a las preguntas referidas a la interpretación del texto de la norma, incluyendo a la mencionada.

Enfocando al tema analizado, podemos preguntarnos, por ejemplo, cuál será la reacción de un evaluador, si al visitar la empresa evaluada se encuentra con un bello parque con niños jugando bajo el sol y jóvenes y bellas maestras jardineras a su cargo. Supongamos al evaluador en una sala de reuniones con una buena vista del parque. Imaginemos ahora su disposición si visita a una empresa en un lugar cerrado y sin vista externa ni decoraciones. No puede sostenerse que existirá una discriminación consciente hacia una de ellas, a favor de la otra, pero queda abierto el interrogante acerca de la eventual influencia subjetiva de los factores señalados como ejemplo en este caso. Aún si tal influencia fuera admitida, surgirían también diferencias en la valoración: un evaluador podría encontrar al parque como un detalle muy valioso, mientras que para otros sería intrascendente.

Los ejemplos anteriores pueden servir de base a la opinión de los autores: las personas no pueden calibrarse y mantenerse como equipos, aunque se las utilice como instrumentos que miden, pues por su propia naturaleza las percepciones son subjetivas y personales.

Según qué sea lo que se evalúa, podemos ser más o menos estrictos con el análisis de las subjetividades. Algunas situaciones de evaluación, en el contexto de la vida cotidiana, sirven para analizar el modo en el cual los componentes subjetivos son a veces aceptables y hasta deseados, aun cuando exista un impacto económico, social o cultural importante de la actividad de evaluación:

Como ejemplo de circunstancias muy subjetivas, se encuentran los concursos de belleza, por caso el de la elección de Miss Universo.

Fuertes componentes subjetivos y técnicos, que deben ser balanceados, tiene la evaluación de la calidad de un cantor lírico: tiene que ser técnicamente bueno, pero también gustar.

En los Premios Nacionales a la calidad, tal cual se expresó, se trata de minimizar lo subjetivo a través de la capacitación y el entrenamiento, pero hay presencia de variables

que no son susceptibles de valoración en forma absoluta. El estilo de liderazgo participativo constituye un buen ejemplo de lo señalado.

En la evaluación de laboratorios con vista a su posible acreditación debe haber un muy fuerte contenido técnico y muy pocas subjetividades, pues aquél debe certificar resultados y además garantizarlos. Por ser los laboratorios organismos que certifican calidad, son sujetos de acreditación y no de certificación, lo cual indica la necesidad, no sólo de disponer de un sistema, sino de aplicar criterios de evaluación de aptitud. Un caso paradigmático es el de la norma ISO 17025:1999 (International Organization for Standardization, 1999), donde la obtención del mejor resultado posible es imperativa, dado que se evalúa la competencia del laboratorio para realizar determinados ensayos.

Normas como la ISO 17025:1999 o las 9000:2000 (International Organization for Standardization, 2000) no brindan pautas para ponderar la importancia de los factores (atributos), lo cual es considerado por los autores como un serio problema para las empresas a la hora de tomar decisiones, que deben así asignar prioridades a sus proyectos de mejora sin tener indicios de una posición generalizada al respecto. Una de las consecuencias de la falta de estas pautas o vacío normativo, son los eventuales problemas con los auditores de certificación o acreditación, que dependen de dos modalidades:

- El criterio igualitario (llamémoslo Fundamentalista Democrático) aplica la misma rigurosidad a todos los atributos evaluados, aun cuando intuitivamente se distingue que no todo es lo mismo.
- El criterio de valoración personal del auditor podría derivar en lo que llamaremos Fundamentalismo Prescriptivo, si el encargado de la tarea concurre a las empresas a dictar cátedra en torno a sus propias opiniones sobre la importancia de la norma o de determinados requisitos en particular y trata de imponerlas a la empresa, en lugar de hacer uso de un juicio equilibrado.

Es pertinente observar que la presencia de subjetividades nunca podrá ser eliminada. No obstante, su efecto podría minimizarse mediante el empleo de algunas herramientas especiales.

El desarrollo de una metodología adecuada haría posible fijar límites a las valuaciones subjetivas en la formulación de los factores ponderados de los atributos a ser evaluados o puestos en orden de prioridad. El valor estimado de cada ítem tiene que ser discutido y debe alcanzarse acuerdo, no a partir del caso específico analizado o evaluado, sino con respecto a los objetivos del modelo.

### **La asignación de prioridades y el uso de herramientas de la calidad**

Según la norma, todo debe cumplirse. En la vida real, es muy complicado implementar la totalidad de los requerimientos al mismo tiempo ¿Por dónde comenzar, en ese caso?

De hecho, no existe un sistema perfecto y los modelos de gestión requieren mejoras continuas sobre bases planificadas, incluyendo un papel importante de la dirección de la organización a través de la revisión del sistema de calidad.

Partiendo de la premisa de que ninguna empresa tiene recursos ilimitados para implementar la norma o para implementar mejoras y que los modelos de gestión en general asignan un papel importante a la dirección de las organizaciones en la asignación de recursos para la implementación de los modelos, sería conveniente que se utilizaran herramientas de asignación de prioridades acordes a cada caso para facilitar y sustentar la asignación de prioridades.

Hay muchos ejemplos de comparaciones entre distintos atributos que demuestran que el método "democrático" no sirve. Es posible verificar que, cuando se dispone de la herramienta, de los especialistas entrenados en su uso y del tiempo necesario, se pueden discriminar las importancias relativas que parecieran, a priori, no existir.

En el caso de un laboratorio en proceso de desarrollo, podría utilizarse para asignar prioridades a un proyecto de calidad una clasificación basada en:

- a) Requisitos mínimos para existir como laboratorio, que son los que hacen a la identidad del mismo, sus objetivos, su ámbito de trabajo y sus limitaciones.
- b) Requisitos para funcionar, o sea las pautas de funcionamiento técnico que deben cumplir sus procesos.
- c) Requisitos para calificar, que comprenden los aspectos que deben agregarse al funcionamiento básico, con el fin de asegurar la obtención de resultados confiables para sus clientes y poder someterse exitosamente a un proceso de acreditación.

Es imposible concebir una planificación seria sin un adecuado orden de prioridad de las actividades y los proyectos. El modelo de los premios establece que las actividades de calidad deben ser llevadas a cabo sobre la base de un planeamiento estratégico y de planes operativos. El planeamiento estratégico se efectúa teniendo en cuenta los objetivos fundacionales de la institución, la visión de las autoridades acerca de los logros que deberían caracterizar a la institución en el futuro, y los principios básicos que rigen su comportamiento y la conducta del personal. El plan operativo debe seguir a los objetivos estratégicos fijados, estableciendo las metas en el corto y en el mediano plazo.

Al intentar una implementación eficiente de la mejora continua, debería realizarse un proceso de asignación de prioridades para lograr una óptima utilidad de los recursos. Cuando se dispone de una nómina de criterios de evaluación y todos los factores correspondientes están establecidos en forma numérica, es posible calificar cuantitativamente los proyectos de mejora. Es también factible determinar, para cada proyecto alternativo, el grado de satisfacción respecto a cada criterio y expresarlo como un porcentaje.

Si fueran empleadas herramientas de calidad adecuadas, los evaluadores encontrarían un ámbito más restringido en relación con sus subjetividades, porque el modelo que incluye factores ponderados distingue la importancia relativa de los caracteres. Obviamente, esta propuesta no excluye a las mediciones conectadas con la educación, el entrenamiento, la selección y la conformación del grupo de evaluadores, el monitoreo de su actuación y la auditoría de los resultados.

Las reflexiones anteriores no constituyen una mera expresión de deseos; por el contrario, surgen de experiencias exitosas que involucraron el empleo de algunas herramientas de la calidad en la evaluación de los requisitos contenidos en un sistema de gestión de la calidad para laboratorios de ensayo y calibraciones (Rona, 1999). Las herramientas específicas fueron las matrices de asignación de prioridades, la ponderación directa de cada atributo por consenso en un grupo reducido, sobre la base de la asignación de grados de prioridad, y el método Delphi de valoración por expertos.

El uso de matrices de asignación de prioridades constituye un método acerca del cual existían pocos antecedentes (Tague, 1995; Brassard, 1996). Configura un instrumento que permite asignar prioridades y obtener puntajes entre criterios, atributos, requisitos o proyectos de similar importancia, urgencia o impacto, en el contexto de recursos limitados.

La ponderación directa de cada atributo por consenso en un grupo reducido, sobre la base de la asignación de grados de prioridad, consistió en establecer una escala de niveles de prioridad sobre la base de considerar a cada atributo analizado independiente de los demás, y luego prorratear el puntaje a repartir entre los atributos, en función del factor de peso correspondiente a cada nivel de prioridad.

El método Delphi está aún muy poco difundido en nuestro medio, pero resulta de gran interés a la hora de intentar llegar a una respuesta consensuada por especialistas acerca de los factores prioritarios y de los que no lo son. Se puede a través del mismo recabar información de gran cantidad de personas y dar un tratamiento estadístico muy interesante a las respuestas, para llegar a una conclusión que responda al conjunto. Fue diseñado con la expectativa de hacer un mejor uso de la interacción entre grupos de investigación (Kaplan y colaboradores, 1949).

Los detalles de la aplicación de estos métodos y sus resultados serán publicados en un próximo trabajo, pero es sin embargo pertinente mencionar que ellos fueron muy importantes para discriminar la importancia y la prioridad de los requisitos con alto grado de aceptación.

## **Reflexiones finales**

Si bien los sistemas de evaluación y autoevaluación del tipo premios brindan un marco adecuado para ponderar el grado de aproximación de la gestión de una empresa con

respecto a un modelo ideal, es pertinente observar que la cuantificación por sí misma no indica si la empresa es de excelencia, buena o regular en su funcionamiento. La conclusión se reduce a dos posibilidades: mientras que en la evaluación por el premio existe un ganador por categoría (quien puede inferir, a partir del éxito, que los puntos obtenidos son satisfactorios) y un conjunto de anónimos perdedores con un informe de evaluación que no contiene cifras, en el caso de la autoevaluación cada empresa debe juzgar, además de su puntaje, la interpretación del significado del mismo. Puesto que, a juicio de los autores, no hay suficiente orientación en ninguna de las dos situaciones, sería conveniente incorporar en los cuadernillos de los premios una escala de valoración de puntaje que permita cualificar el desempeño de la empresa en forma comprensible para todos sus integrantes.

La medición del grado de satisfacción, además de la expresión de conformidad – no conformidad asociada a las normas certificables, podría ser más útil para el establecimiento de mecanismos de comparación; cada empresa estaría en condiciones de ofrecer datos acerca de sus buenas prácticas y también requerir información a aquellas otras que alcanzan resultados satisfactorios en temas particulares. Esta política podría representar un paso de signo positivo.

Una práctica usual en el control de calidad es medir los resultados a partir de variables, antes que de atributos, con el objeto de minimizar la incertidumbre. El mismo principio puede (y debería) ser aplicado, en forma generalizada, a la evaluación de un sistema de gestión: sin excluir a las consideraciones cualitativas, la expresión de los resultados como valores numéricos representaría para las organizaciones una mejor definición sobre su propia situación.

## Referencias

- BRASSARD, M. (1996) *The Memory Jogger Plus+*. Featuring the Seven Management and Planning Tools. U.S.A.: GOAL/QPC, Primera Edición, Methen, MA, USA.,
- EUROPEAN FOUNDATION FOR QUALITY MANAGEMENT (2002) *The EFQM Excellence Model, Companies Version*, Brussels, Belgium.
- FUNDACIÓN PREMIO NACIONAL LA CALIDAD (2002) *Modelo para una Gestión Empresaria de Excelencia - Bases del Premio Nacional a la Calidad - Sector Privado - Año 2002*. República Argentina, Sector Privado. Buenos Aires, Argentina.
- INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN (1996) *Norma IRAM-ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental - Especificaciones y directivas para su uso*. Buenos Aires, Argentina.
- INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN (2000) *Norma IRAM 301:2000 (Equivalente a la ISO 17025:1999) Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*. Buenos Aires, Argentina.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1999) *ISO/TC 176 N420. Proposed Interpretations of the ISO 9001:1994 and ISO 9002:1994 Standards*.
- KAPLAN, A.; SKOGSTED, A.; CIRSHICK, M. A. (1949) *The Prediction of Social and Technological Events*. The Rand Corporation, Santa Monica, California, USA.

**NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (2002)** Criteria for Performance Excellence (Business). Baldrige National Quality Program, Gaithersburg, USA.

**RONA, N.F. (1999)** Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina,.

**SECRETARÍA TÉCNICA DEL PREMIO NACIONAL A LA CALIDAD (2001)** Premio Nacional a la Calidad - Bases para el Sector Público - Año 2001. Buenos Aires, Argentina.

**TAGUE, N. R. (1995)** The Quality Toolbox, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, USA.



## **Instrucciones para la presentación de artículos**

*I. M. Cohen, H. Donato, M. Languasco*

Universidad Tecnológica Nacional,  
Facultad Regional Buenos Aires,  
Medrano 951 (C1179AAQ)  
Buenos Aires, República Argentina.

### **Resumen**

Se describen las instrucciones para la presentación de artículos en *Proyecciones*.

### **Abstract**

The instructions for presentation of articles in *Proyecciones* are described.

### **Introducción**

El objetivo de *Proyecciones* es la difusión de trabajos originados en las tesis presentadas en los ámbitos correspondientes a las carreras de postgrado que se dictan en la Facultad Regional Buenos Aires, así como de otros trabajos originales de investigación en el campo de la ingeniería, en todas sus ramas, y de las ciencias conexas. Eventualmente serán aceptadas también obras de revisión en temas específicos.

*Proyecciones* es una publicación periódica, cuya frecuencia de aparición se ha fijado en seis meses, para este primer año.

Con el objeto de lograr la reproducción de los artículos, el presente instructivo reúne las condiciones generales de presentación y formato para todos los interesados en remitir sus contribuciones.



## **Presentación de los textos**

Los trabajos, en versión impresa (original y copia), podrán ser remitidos a cualquiera de los miembros del Comité Editorial:

- Lic. Miguel Languasco
- Ing. Hugo Donato
- Dr. Isaac Marcos Cohen

Facultad Regional Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Técnica, Medrano 951, (C1179AAQ)  
Buenos Aires, República Argentina

Se deberán contemplar las siguientes pautas:

La presentación corresponderá a un formato adecuado para hojas tamaño personalizado (20 cm x 28 cm) escritas con interlineado simple, conservando los siguientes márgenes: superior e inferior, 2,5 cm; derecho e izquierdo, 3 cm; encabezado y pie de página, 1,2 cm. La fuente aconsejada es Times New Roman, tamaño 12. Se deberá emplear sangría francesa de 1 cm y alineación justificada en el texto.

En la página inicial se indicará el título en negrita, centrado y en letras mayúsculas; en otro renglón, también en negrita, iniciales y apellido del (de los) autor(es) y, finalmente, en itálica, el nombre, la dirección postal y el correo electrónico de la(s) institución(es) a la(s) que pertenece(n).

A continuación, dejando tres espacios libres, el texto, en espacio simple, comenzando con un resumen de 50 a 100 palabras, en castellano e inglés, también en negrita y con tamaño de fuente 9.

Se aconseja ordenar al trabajo de acuerdo a los siguientes ítems: Introducción, Parte Experimental, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos (si existieren) y Referencias.

En hoja aparte se indicará el tipo de procesador de texto utilizado y la versión correspondiente.

Los autores deberán entregar un disquete conteniendo su trabajo y diagramado para su reproducción directa en la versión final impresa.

Los trabajos serán revisados por reconocidos especialistas, designados por el Comité Editorial, a propuesta de los Editores Asociados. El dictamen será, en cada caso: a) aprobado en su versión original; b) aprobado con pequeñas modificaciones; c) revisado, con necesidad de modificaciones significativas; d) rechazado. En los casos diferentes a su aprobación directa, los trabajos serán enviados a los autores. Cuando se trate de cumplir con modificaciones sugeridas por los árbitros, los trabajos serán sometidos a una nueva evaluación.

## Tablas y Figuras

Las figuras deberán ser adecuadas para su reproducción directa; cada figura deberá ser ubicada en el texto, en el lugar más cercano a su referencia, con número y leyenda explicativa al pie. No podrán reproducirse figuras en color.

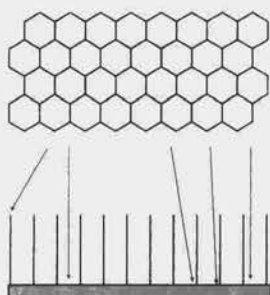


Figura 1. Ejemplo de ubicación de la figura y su leyenda explicativa (centrada, en negrita y fuente 9)

Las tablas se incluirán en el lugar más cercano a su referencia, con números arábigos y acompañadas con un título auto-explicativo en el encabezado.

Tabla 1. Ejemplo de formato para tabla y título (centrada, en negrita y fuente 10)

| <b>MAGNITUD</b> | <b>CONDICIÓN A</b> | <b>CONDICIÓN B</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| Magnitud A      | 1a                 | 1b                 |
| Magnitud B      | 2a                 | 2b                 |

## Referencias

Las referencias se consignarán en el texto indicando el apellido del autor (o primer autor, en trabajos de autoría múltiple) y el año de la publicación. Ejemplos: Gould (1958); Sah y Brown (1997); Probst y colaboradores, 1997). El ítem Referencias contendrá todas las citas consignadas en el texto, ordenadas alfabéticamente, tomando el apellido del primer autor. Los artículos incluidos en publicaciones colectivas deberán figurar en el orden: iniciales y apellido de todos los autores; entre paréntesis, año de publicación; abreviatura internacionalmente aceptada de la publicación; volumen; primera página del artículo. Las referencias a libros consignarán iniciales y apellido de todos los autores; título; página (si corresponde); editorial: Ejemplos:

GOULD, E. S. (1958) Curso de Química Inorgánica. Selecciones Científicas, Madrid, España.

PROBST, T.; BERRYMAN, N.; LARSSON, B. (1997) Anal. Atom. Spectrom. 12, 1115

SAH, R.; BROWN, P. (1997) Microchem. J., 56, 285.



## *Autoridades de la Facultad Regional Buenos Aires*

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| Decano   | <i>Arq. Luis De Marco</i>     |
| Vicedecano   | <i>Ing. Raúl Sack</i>         |
| Secretario Académico                                   | <i>Ing. Ricardo Bosco</i>     |
| Secretario Administrativo                              | <i>Dr. Alejandro Baiguera</i> |
| Secretario de Ciencia y Tecnología                     | <i>Lic. Miguel Languasco</i>  |
| Secretario de Cultura y Extensión Universitaria        | <i>Ing. Guillermo Oliveto</i> |
| Secretario de Asuntos Estudiantiles                    | <i>Sr. Juan Tiribelli</i>     |
| Subsecretario Área Académica                           | <i>Ing. Marcelo Giura</i>     |
| Subsecretario de Graduados                             | <i>AUS Ricardo Saller</i>     |
| Subsecretaria Administrativa                           | <i>Sra. Marta Haberman</i>    |
| Subsecretario de Ciencia y Tecnología                  | <i>Sr. Gustavo Valle</i>      |
| Subsecretaria de Relaciones Públicas e Institucionales | <i>Sra. Patricia De Marco</i> |



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires  
Medrano 951 - C1179AAQ - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina  
Fax: (54-11) 4862-1506 - Tel: (54-11) 4867-7500 - [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)