

# *Proyecciones*

Publicación de Postgrado e Investigación de la Facultad Regional Buenos Aires

Argentina - Año 2 Nº2 - Octubre 2004



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires

# *Proyecciones*

## *Autoridades:*

*Universidad Tecnológica Nacional*

Rector

*Ing. Héctor Carlos Brotto*

Vice-Rector

*Ing. Carlos E. Fantini*

*Facultad Regional Buenos Aires*

Decano

*Arq. Luis Ángel De Marco*



# *Proyecciones*

Publicación de la Facultad Regional Buenos Aires

Volumen 2  
Número 2  
Octubre, 2004

Director  
Dr. Isaac Marcos Cohen

Comité Editorial  
Lic. Miguel Languasco  
Dr. Isaac Marcos Cohen

Propietario  
Facultad Regional Buenos Aires,  
Medrano 951, (C1179AAQ)  
Buenos Aires, República Argentina

ISSN: 1667-8400

Registro de Propiedad In-  
telectual: No. 334634

**✱ Universidad Tecnológica Nacional**

## Índice

### 5 Presentación

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

### 7 Editorial

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

### Contribuciones

#### 9 Desarrollo de un método de producción de $^{131}\text{I}$ a partir de la fisión del $^{235}\text{U}$

*S. Siri, A. V. Mondino*

#### 21 Estudio comparativo de la evolución del sistema de seguros de vida con capitalización en el periodo 1994 a 1999 en Argentina

*C. M. Tantignone*

#### 43 Análisis matemático de potenciales auditivos evocados de tronco encefálico (BERA)

*W. E. Legnani, V. Curcio, A. L. Hayes, F. Ibáñez, X. Rodríguez Sueldo*

### Comunicación

#### 59 Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos etanólicos obtenidos a partir de algunos vegetales frente a aceites comestibles

*P. Della Rocca, J. M. Languasco, M. del C. Gutiérrez, M. Escalada Plá,  
H. Belcuore, C. A. Campos.*

#### 63 Instrucciones para la Presentación de Artículos

## Presentación

Las constantes transformaciones del mundo moderno han pasado a ser parte de las condiciones de contexto de nuestra vida cotidiana.

Asistimos, ya sin sorprendernos, a la aparición incesante de nuevas tecnologías, y muchas veces somos testigos de su rápido reemplazo, al ser alcanzadas por una prematura obsolescencia. Aplicaciones en campos del conocimiento, antes reservadas para el especialista de preparación avanzada, son ahora patrimonio de usuarios con formación general.

La información, en su sentido más amplio, parece desplazarse con acentuada tendencia desde las bibliotecas y los centros especializados hacia los escritorios, donde los programas de búsqueda son los nuevos orientadores.

En este panorama de sobreoferta, es en ocasiones difícil distinguir entre el aporte innovador y la divulgación. Con todo, la consecuencia más seria es la aceptación, como material de consulta, de escritos no sometidos a evaluación externa, validando de esta forma afirmaciones no verificadas por la experiencia o sostenidas a través de la documentación pertinente.

Nuestras disciplinas, lejos de estar exentas de este peligro, son probablemente las más vulnerables. Si el creador del trabajo científico o tecnológico es el depositario de su ejecución responsable, le cabe al encargado de su transmisión la función de preservación de la calidad y del rigor de la obra. En estos tiempos de difusión indiscriminada de material de naturaleza errática, es ésta una responsabilidad trascendente. Desde "Proyecciones", es también nuestro compromiso.

*Arq. Luis Ángel De Marco*

Decano

## Editorial

Un nuevo fin de año se acerca. Es tiempo de balances y tal cual estaba previsto Proyecciones llega una vez más a ustedes con la riqueza de un contenido que pone en evidencia la permanente constancia de muchos argentinos para alcanzar metas y objetivos.

Esta Casa de Estudios se siente honrada de contar con alumnos e investigadores, en todos los niveles, que saben como avanzar sin detenerse en el camino del desarrollo y superación del conocimiento.

Desde las primeras páginas de esta publicación en abril de 2003 propusimos crear un espacio de encuentro para estimular, difundir y promover la investigación. Hoy, un año y medio después, la respuesta a la convocatoria y la rigurosidad y calidad de todos los trabajos que nos llegan enaltecen a la Universidad.

Para este número, el Comité Editorial de la UTN FRBA ha seleccionado: Dos trabajos basados en sendas tesis realizadas en esta Facultad: "*Desarrollo de un método de producción de iodo-131 a partir de la fisión del uranio -235*", cuyos autores son S. Siri y A. V. Mondino; "*Estudio comparativo de la evolución del sistema de seguros de vida con capitalización en el período 1994 a 1999 en Argentina*" que lleva la firma de C.M. Tantignone; un trabajo de investigación titulado "*Análisis matemático de potenciales auditivos evocados de tronco encefálico (BERA)*", realizado por W. E. Legnani, V. Curcio, A. L. Hayes, F. Ibañez y X. Rodríguez Sueldo; y una comunicación sobre un trabajo experimental desarrollado en laboratorios de esta Facultad, denominado "*Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos etanólicos obtenidos a partir de algunos vegetales frente a aceites comestibles*" con la autoría de P. Della Rocca, J. M. Languasco, M. del C. Gutiérrez, M. Escalada Plá, H. Belcuore, C. A. Campos.

Desde aquí queremos agradecer el valioso aporte de su esfuerzo y aprovechar la oportunidad para saludarlos con motivo de las próximas fiestas, con los mejores deseos y la esperanza de seguir construyendo juntos el país que soñamos.

*Ing. Ricardo Bosco*  
Secretario Académico

# DESARROLLO DE UN MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE $^{131}\text{I}$ A PARTIR DE LA FISIÓN DEL $^{235}\text{U}$ <sup>1</sup>

S.Siri\*, A.V.Mondino

Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Ezeiza  
Unidad de Actividad Radioquímica y Química de las Radiaciones  
Presbítero González de Aragón N° 15, (B1802AYA) Ezeiza, Pcia. Bs.As., Argentina.

\*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
Medrano 951, C1179AAQ Buenos Aires, Argentina.

E- Mail: ssiri@cae.cnea.gov.ar

## Resumen

Se ha desarrollado un método de separación de yodo de otros radionucleídos generados por fisión de  $^{235}\text{U}$ , para explorar las posibilidades de obtener  $^{131}\text{I}$  como subproducto de la producción rutinaria de  $^{99}\text{Mo}$  en el Centro Atómico Ezeiza. Los experimentos se orientaron básicamente al desplazamiento de este elemento a fase gaseosa, y su recuperación se investigó con y sin adición de portador. Se lograron altos porcentajes de volatilización en presencia de yodo portador. Algunas alternativas para aumentar el desplazamiento del yodo a fase gaseosa, a saber destilación en vacío, agregado de peróxido de hidrógeno, y uso de una corriente gaseosa de arrastre, también fueron estudiadas en experimentos realizados con la mínima masa de portador compatible con las condiciones reales. El método desarrollado permite la recuperación de aproximadamente 98% de la actividad de  $^{131}\text{I}$ , de un modo limpio y relativamente sencillo.

## Abstract

A method of iodine separation from other radionuclides generated by  $^{235}\text{U}$  fission has been developed in order to explore the possibilities to obtain  $^{131}\text{I}$  as by-product of the  $^{99}\text{Mo}$  routine production in the Ezeiza Atomic Centre. The experiments were basically oriented to the displacement of this element to a gaseous phase, and the recoveries were investigated both with and without carrier addition. High volatilisation percentages were achieved in the presence of iodine carrier. Some alternatives to increase the iodine displacement to the gaseous phase, namely vacuum distillation, addition of hydrogen peroxide and use of a gaseous carrying stream, were also studied in experiments performed with the minimum carrier mass compatible with the real conditions. The method developed allows the recovery of about 98 % of the  $^{131}\text{I}$  activity in simple and clean way.

<sup>1</sup>Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por S. Siri para optar al grado de Magister en Radioquímica, bajo la dirección de A.V. Mondino y J. Lago Fernández

## Introducción

El descubrimiento de la radiactividad ha dado lugar al uso de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes de modo tal que al presente pueden considerarse como parte importante del quehacer cotidiano de toda sociedad. Se han hallado y desarrollado aplicaciones de los radioisótopos y tecnologías basadas en el empleo de material radiactivo en áreas diversas como medicina, industria, agricultura, ganadería, hidrología, geología, investigación y desarrollo, contribuyendo de manera significativa a la mejora de la calidad de vida de la humanidad.

Desde hace ya varias décadas la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) produce, por medio de sus reactores nucleares y aceleradores de partículas, la mayor parte de los radioisótopos empleados en el país, y abastece a gran porcentaje del mercado local, generando también saldos exportables. Entre estos radioisótopos, se encuentra el  $^{131}\text{I}$ , un emisor  $\beta^-$ , con un período de semidesintegración de 8,02 días, que decae a  $^{131}\text{Xe}$  (estable) luego de la emisión de varios rayos gamma. Su producción es una de las actividades de mayor interés para CNEA, dado que este radionucleído es uno de los más ampliamente utilizados en la actualidad, tanto en medicina y ciencias básicas como en áreas industriales y tecnológicas. El método rutinariamente empleado consiste en la activación neutrónica de blancos de óxido de telurio con enriquecimiento isotópico natural [Marqués, 1973]. Mediante la irradiación, el  $^{130}\text{Te}$  presente en el blanco forma  $^{131}\text{Te}$  y  $^{131\text{m}}\text{Te}$ , que decaen a  $^{131}\text{I}$ , el cual se separa por precipitación y posterior destilación.

Otro de los radioisótopos producidos por CNEA es el  $^{99}\text{Mo}$ . Por decaimiento genera  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , que es el radionucleído de uso más difundido actualmente en Medicina Nuclear; más del 80% de los procedimientos diagnósticos que se realizan con radioisótopos emplean  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  [Castiglia y Forneris, 1991]. Su producción se realiza en el reactor RA-3, sito en el Centro Atómico de Ezeiza, y se basa en la fisión de uranio; los blancos de irradiación empleados son de aluminio de uranio, enriquecido al 20% en el isótopo 235, con posterior disolución de los mismos en medio alcalino y sucesivas etapas de procesamiento, separación y purificación del  $^{99}\text{Mo}$  obtenido.

Cuando se bombardea con neutrones térmicos, el  $^{235}\text{U}$  fisiona dando más de tres centenares de productos de fisión radiactivos conocidos. Entre ellos, también se encuentra el  $^{131}\text{I}$  y, de hecho, aparece en el proceso de producción de  $^{99}\text{Mo}$  como importante interferencia a eliminar. Esto hace pensar en la posibilidad de desarrollar un proceso de obtención común para ambos nucleídos, dado su idéntico origen, cercano interés comercial y destino similar de mercado.

Varias tareas ha encarado CNEA para este fin. Sobre la base del actual método alcalino, se han realizado distintos ensayos con el fin de separar el yodo de otros productos de fisión, a saber: 1) retención de yodo en columna de óxido de plata, con posterior disolución en ácido nítrico y purificación final empleando  $\text{Na}_2\text{S}$  y  $\text{NiCO}_3$  [Mondino y Marqués, 1985]; 2) retención en una columna de resina aniónica fuerte, elución y purificación por cromatografía de extracción con TBP [Casale y colaboradores, 1994]; 3) retención en una columna de plata metálica porosa, y elución con  $\text{Na}_2\text{S}$  [Mondino y colaboradores, 1999]. Asimismo, se encuentra en estudio un método alternativo para la producción de  $^{99}\text{Mo}$ , en la actualidad en etapa inicial de exploración, que introduce modificaciones respecto a los blancos de irradiación empleados (folias de uranio enriquecido en menos del 20% en este caso), y en el ataque inicial, el cual se realizaría en medio ácido. Estos eventuales cambios podrían ser ventajosamente aprovechados para la separación de  $^{131}\text{I}$ .

Este trabajo permitió desarrollar un método de producción de  $^{131}\text{I}$ , como subproducto de la producción de  $^{99}\text{Mo}$ , a través del uso de folias de uranio metálico y disolución ácida de las mismas. Tomando en cuenta las características de la disolución de uranio en medio ácido, y la influencia que éste ejerce sobre el yodo producido por fisión durante su irradiación, se estableció como marco experimental la se-



paración de  $^{131}\text{I}$  a partir de su desplazamiento a fase gaseosa durante el proceso de disolución. El estudio representa una contribución original con relación al tipo de proceso utilizado para la producción del radionucleído buscado, introduciendo innovaciones técnicas en el esquema de tareas empleado hasta la actualidad.

## Parte Experimental

### Metodología de Trabajo

El paso inicial en la tarea experimental estuvo dado por la realización de experiencias de disolución de las folias de uranio metálico en medio ácido, a diferentes presiones y temperaturas, con el fin de optimizar las condiciones de proceso.

Teniendo en mente que la disolución ácida del uranio irradiado libera yodo a la fase gaseosa, se continuó con la realización de una serie de ensayos de disolución con agregado de  $^{131}\text{I}$  trazador, para analizar su distribución en las diferentes fases formadas.

A partir de allí comenzaron los trabajos para lograr la volatilización total del yodo, como método de separación y obtención. Para esto se empleó como primera metodología el agregado de yodo portador<sup>1</sup>, analizando la influencia en el desplazamiento del yodo activo a fase gaseosa de concentraciones crecientes de este material. Pero el yodo que podría obtenerse por este método sería de baja actividad específica<sup>2</sup>, lo cual permitiría su uso en diversas aplicaciones, pero no como radioisótopo primario en medicina, donde la alta actividad específica es un requisito indispensable. Por tanto, se planteó a continuación el estudio de distintas alternativas para el desplazamiento de yodo a fase gaseosa sin el agregado de portador.

### Materiales y Métodos

El equipo empleado para las experiencias realizadas consta de un disolutor de prueba, dos recipientes absorbedores y una columna de retención, todos instalados en serie, según se muestra en la figura 1. Las correspondientes dimensiones del disolutor se señalan en la tabla 1, y un detalle del mismo se muestra en la figura 2. Su diseño y construcción se basaron en prototipos previamente desarrollados [Srinivasan y colaboradores, 1995] [Mutalib y colaboradores, 1998].

El montaje de salida está formado por un conjunto de piezas que conectan el cuerpo principal del disolutor con un manómetro indicador de presión, una válvula de seguridad aliviadora, y una llave reductora de ajuste fino. Ambas partes, cuerpo principal y montaje de salida, están construidas en acero inoxidable 316L. El equipo completo fue sometido a pruebas neumáticas e hidrostáticas para verificar su hermeticidad y el correcto funcionamiento de cada una de sus partes.

El calentamiento del disolutor fue llevado a cabo por un manto calefactor eléctrico, tipo suncho, capaz de rodear al cuerpo principal del disolutor, conectado a un sistema automático de control de temperatura, la cual fue sensada a través de una termocupla externa.

---

1. La cantidad de material radiactivo producida en una reacción nuclear es generalmente muy pequeña. Dichas cantidades a menudo presentan un comportamiento diferente respecto del esperado para concentraciones de trabajo habituales. Por tanto, las operaciones químicas convencionales de separación y obtención de un producto en particular pueden no resultar útiles en el ámbito de la producción de radioisótopos. Para el trabajo a bajas concentraciones, a menudo se utiliza el agregado de portador. Un portador es un material inactivo al cual el elemento radiactivo en baja concentración tenderá a seguir, y se agrega deliberadamente al medio con el fin de asegurar que la sustancia activa se comporte de un modo determinado en los subsiguientes procesos químicos y físicos a los que se la quiera someter.

2. Actividad específica  $A_e = [\text{Concentración de } ^{131}\text{I}] / [\text{Concentración de I total}]$

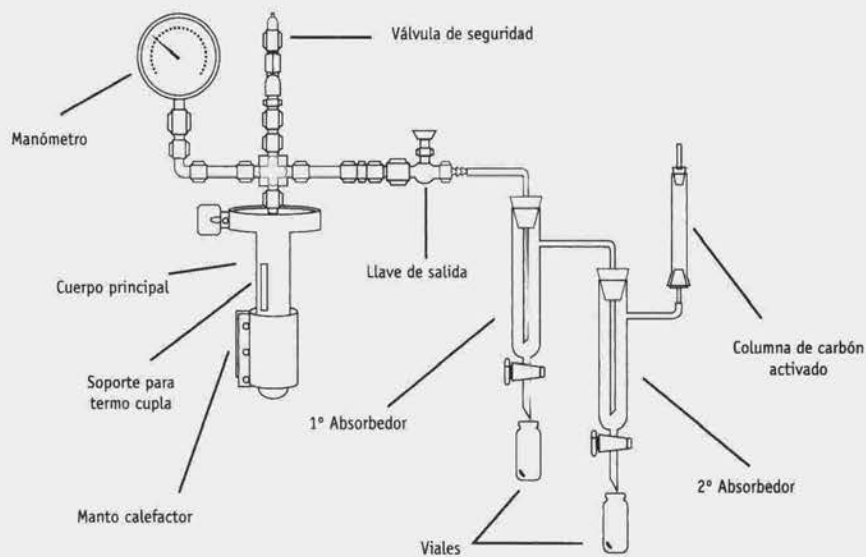


Figura 1. Equipo experimental

Diámetro externo	33.2 mm
Diámetro interno	30.6 mm
Espesor de pared	2.6 mm
Altura externa	163.0 mm
Volumen	111.2 mm
Volumen total aproximado (cuerpo principal más montaje de salida)	111.2 cm <sup>3</sup> 136.0 cm <sup>3</sup>

Tabla 1: Dimensiones del disolutor



Figura 2. Disolutor en su diseño original (cuerpo principal más montaje de salida).

Las experiencias se realizaron empleando uranio empobrecido en forma de folias metálicas de 0,2 mm de espesor, con el fin de reproducir las condiciones químicas reales del proceso de producción de <sup>99</sup>Mo en estudio.

Para supervisar los resultados de las separaciones químicas se emplearon <sup>131</sup>I y trazadores de nucleídos relevantes generados por fisión de uranio y obtenidos como parte del proceso de producción de <sup>99</sup>Mo. Las actividades de los radioisótopos presentes fueron medidas con detectores de centelleo sólido de yoduro de sodio activado con talio, y por espectrometría gamma de alta resolución empleando detector de germanio hiperpuro.

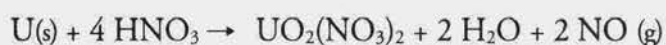
El programa ORIGEN 2, versión 2.1, fue utilizado para los cálculos de los inventarios de los productos de fisión involucrados, al cual se le suministraron datos de entrada acordes a los parámetros de opera-

ción del reactor RA-3 y a las características del proceso de irradiación de los blancos de uranio para producción de  $^{99}\text{Mo}$  [Croff, 1983]

### Experiencias de Disolución

Luego del análisis del comportamiento del uranio frente a la disolución ácida y del estudio de factibilidad de uso de distintos reactivos, se eligió al ácido nítrico como agente disolutor, dado que presenta características de acción simples y adecuadas para la tarea.

La reacción para la disolución de uranio metálico en medio nítrico, a concentraciones no mayores a 8 M ocurre bajo la siguiente reacción global [Peterson y Wymer, 1963]



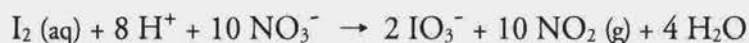
Se verifica la presencia de  $\text{NO}_2$  (g) y  $\text{HNO}_2$  como productos de la secuencia de reacciones que llevan a la ecuación global que antecede.

La disolución de uranio irradiado en presencia de ácido nítrico libera, además de óxidos de nitrógeno, productos de fisión volátiles, principalmente xenón, tritio, yodo y compuestos de rutenio.

Dado que el uranio metálico es altamente reductor, el yodo formado durante su irradiación se presenta en forma de yoduro. Durante la disolución en medio nítrico, es sometido a oxidación por los iones  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NO}_2^-$ , formados a partir de los ácidos nítrico y nitroso presentes, según las siguientes reacciones: [Sakurai y colaboradores, 1996]



El yodo disuelto,  $\text{I}_2$  (aq), pasa en parte a fase gaseosa, quedando sometido el resto a ulterior oxidación, hasta llegar a iodato, no volátil.



En cada una de las experiencias de disolución realizadas se empleó 1 g de uranio metálico, utilizando 30 mL de ácido nítrico 4 M para su disolución, trabajando a una temperatura promedio de 102 °C.

### Experiencias con Adición de Portador

Para el desarrollo de estas experiencias se incorporó  $^{131}\text{I}$  como trazador en forma de NaI, sin portador y sin reductor, y solución de KI como portador. Ambos, portador y trazador, fueron agregados al medio antes del comienzo de la disolución.

En estas experiencias, y en las subsiguientes, el yodo liberado a fase gaseosa fue retenido en sendos recipientes absorbedores, conteniendo 30 mL de NaOH 2,5 M y 0,2 g de sulfito de sodio cada uno. Los frascos absorbedores fueron colocados en serie de modo de permitir un recurso de retención redundante. Como tercer paso de retención se colocó una columna rellena con pellets de carbón activado impregnado con yoduro de potasio al 1%.

La concentración de yodo portador empleada fue tomada sobre la base de la masa de yodo generado por

fisión de 1 g de uranio enriquecido al 20% en  $^{235}\text{U}$ , irradiado en condiciones similares al proceso rutinario de producción de  $^{99}\text{Mo}$ .

En lo sucesivo, la magnitud de portador agregado en cada experimento se indicará como múltiplos de M, siendo M la masa de yodo producida por fisión de 1 g de uranio.

Al finalizar cada experiencia se realizaron cuidadosos lavados del disolutor, los frascos absorbentes y las vías de conexión entre equipos; los líquidos de lavado fueron colectados e incorporados en las fracciones correspondientes.

Tanto la actividad recogida en las soluciones alcalinas (a partir de aquí "actividad volatilizada") y la remanente en la solución disolutora ("actividad en solución") fueron medidas por espectrometría gamma. Concentraciones crecientes de portador (iguales a 1 M, 10 M, 50 M y 100 M) fueron agregadas, obteniendo así datos comparativos con respecto a los experimentos libres de portador.

Con miras a analizar las especies de yodo en la actividad remanente en solución, en experiencias con agregado de portador igual a 1 M (situación que representa un caso real), se recurrió al método de extracción de yodo en bajas concentraciones con tetracloruro de carbono desarrollado por Castleman [Castleman, 1968]. Las distintas fracciones de yodo en sus diferentes estados de oxidación (yodo, yoduro, yodato) fueron extraídas y su actividad fue cuantificada.

### Experiencias sin Agregado de Portador

Se estudiaron distintas alternativas para aumentar el desplazamiento de yodo a fase gaseosa con la mínima cantidad de agregado de portador compatible con condiciones reales, es decir 1 M. A saber, éstas fueron: destilación en vacío, adición de peróxido de hidrógeno, y presencia de una corriente gaseosa de arrastre. Destilación en vacío. con el fin de facilitar la extracción de los gases producidos durante la disolución, el equipo fue conectado a una bomba de vacío seca a diafragma, al final de la serie de recipientes absorbentes. Una vez concluida la disolución y evacuados los gases se puso en funcionamiento la bomba de vacío, logrando una presión final del sistema de 40 kPa. Se continuó el calentamiento, para obtener la generación de yodo volátil por destilación. Se dejó evolucionar el sistema, hasta lograr un destilado del 15% como máximo del volumen de la solución original. La actividad colectada fue cuantificada.

Adición de peróxido de hidrógeno. Los sistemas sometidos a radiación ionizante de alta energía sufren distintos cambios químicos por radiólisis, dando lugar a la aparición de intermediarios reactivos que forman una gran variedad de especies químicas. La radiólisis del agua y de las soluciones acuosas conduce a la formación de agentes oxidantes y reductores, de los cuales el  $\text{H}_2\text{O}_2$  es uno de los principales, por su vida larga y estabilidad. Por consiguiente, se analizó la influencia de la presencia de peróxido de hidrógeno en la solución contenida en el disolutor. Además de su conocido comportamiento oxidante, el  $\text{H}_2\text{O}_2$  actúa como reductor en medio ácido, en presencia de yodo y a temperatura cercana a los 100 °C. Su influencia fue evaluada incorporando 1 ml de 0.05 M  $\text{H}_2\text{O}_2$  en el disolutor luego de finalizada la disolución, dejando que el sistema evolucione por un tiempo adicional. Dos diferentes fracciones de actividad volatilizada fueron colectadas (antes y después de la adición de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

Presencia de una corriente gaseosa de arrastre. Con el fin de permitir el ingreso de una corriente de gas de arrastre dentro del cuerpo principal del disolutor, fue necesario el uso de un equipo modificado, en el cual un tubo insertado en la tapa del cuerpo principal del disolutor y una llave de paso asociada fueron utilizados para permitir el ingreso de la corriente gaseosa. El detalle se muestra en la figura 3. La finalidad buscada fue facilitar la extracción inmediata de los gases originados durante la disolución y conducirlos hacia los recipientes absorbentes. Debido a esta reforma, el proceso de disolución a partir de aquí se realizaría

con sólo una ligera sobrepresión, dada por la misma corriente gaseosa. Se empleó nitrógeno a una presión de 50 kPa, con un flujo operativo de 30 mL/min.

Al llevar a cabo estas experiencias, se estudió la influencia de los siguientes parámetros: corriente de arrastre con y sin portador agregado, presencia y ausencia de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y tiempo de acción de la corriente de arrastre.

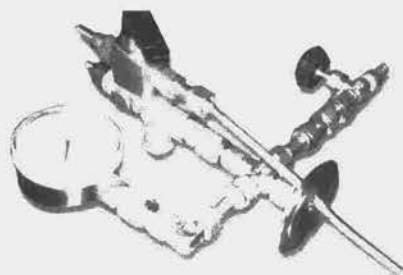


Figura 3. Montaje de salida del disolutor modificado. Detalle del tubo pescante y llave para barrido de gases.

### Experiencias con Radioisótopos de Fisión

Por último se programó la realización de ensayos simulando un proceso real, en presencia de otros radionucleídos producidos por fisión. La finalidad de esta experiencia consistió en estudiar la conducta de otros isótopos de fisión sometidos al proceso en estudio, principalmente el rutenio, dado el similar comportamiento químico que éste y el yodo presentan. En estas experiencias se encontraban presentes actividades de <sup>99</sup>Mo, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, <sup>131</sup>I, <sup>103</sup>Ru y <sup>137</sup>Cs.

La muestra descrita fue sometida al mismo esquema de operación aplicado en experiencias anteriores, en las condiciones de trabajo optimizadas, agregando portador de yodo y de rutenio al medio, en las cantidades proporcionales a la masa de dichos elementos que se producirían por fisión en un proceso real.

### Resultados y Discusión

Las curvas que representan la variación de la temperatura en función del tiempo durante los procesos de disolución se muestran en la figura 4. En estas curvas pueden apreciarse tres partes diferenciadas: un primer tramo, que va desde el inicio del proceso hasta aproximadamente 30 minutos, momento en que el sistema se estabiliza térmicamente.

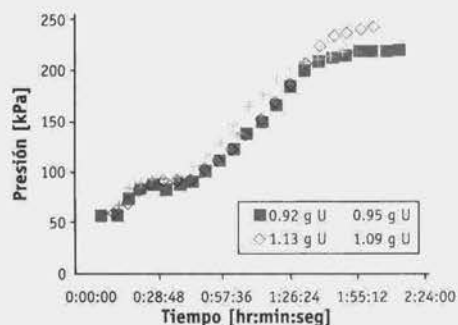


Figura 4. Experiencias de disolución. Variación de la presión en el tiempo.

A medida que la disolución avanza, la presión se incrementa marcadamente por los gases liberados por la reacción. Finalmente, luego de la disolución de todo el uranio, el sistema llega a presión estable. Las actividades de las diferentes fracciones medidas se señalará de aquí en más según la siguiente notación:  $A_T$  (actividad total incorporada en la experiencia),  $A_{sol}$  (actividad en solución),  $A_{vol}$  (actividad volatilizada, que incluye todo el yodo activo que ha pasado a fase gaseosa),  $A_{ab1}$ ,  $A_{ab2}$  (actividad volatilizada colectada en el primer y segundo recipiente absorbedor respectivamente),  $A_{col}$  (actividad volatilizada colectada en la columna de retención) y  $A_L$  (actividad retenida en la línea de conducción de gases, e incluye a toda aquella actividad volatilizada que no ha sido recogida en los recipientes absorbedores ni en la columna de retención). Para las actividades mencionadas se verifican las siguientes relaciones:

$$A_T = A_{sol} + A_{vol}$$

$$A_{vol} = A_{ab1} + A_{ab2} + A_{col} + A_L$$

$$A_L = A_{Lrec} + A_{Lin}$$

siendo  $A_{Lrec}$  (actividad recuperable) la actividad que fue recogida en los lavados de los recipientes absorbedores y las vías de conexión, y  $A_{Lin}$  (actividad inaccesible) aquella que quedó adherida a la superficie interna del equipo en zonas inabordables por los lavados.

Según surge de las ecuaciones anteriores, el balance de actividad estará dado por la siguiente ecuación

$$A_T = A_{sol} + A_{ab1} + A_{ab2} + A_{col} + A_{Lrec} + A_{Lin}$$

Los valores de actividad volatilizada,  $A_{vol}$  obtenidos en las experiencias con agregado de portador se grafican en la figura 5, expresados como porcentajes relativos a  $A_T$ .

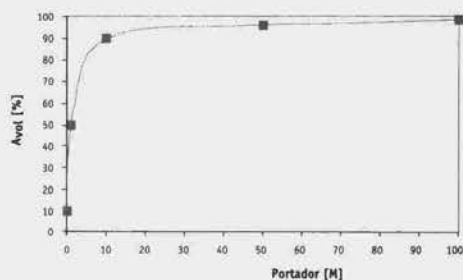


Figura 5. Actividad volatilizada en función de la adición de portador.

La distribución de actividad medida entre el primer y segundo recipiente absorbedor se señala en la tabla 2. En ninguna experiencia se detectó actividad en la columna de carbón activado.

PORTADOR (M)	1º ABSORBEDOR	2º ABSORBEDOR
1	99.8	0.2
10	99.9	0.1
50	99.7	0.3
100	98.8	1.2

Tabla 2. Distribución del total de la actividad medida en primer y segundo absorbedor

Los porcentajes de  $A_{Lin}$  en cada experiencia son los señalados en la tabla 3 y surgen de la ecuación de balance de actividad, sobre la base de las mediciones realizadas de  $A_T$ ,  $A_{sob}$ ,  $A_{ab1}$ ,  $A_{ab2}$ ,  $A_{col}$  y  $A_{Lrec}$ .

PORTADOR (M)	$A_{Lin}$ (%)
0	9.4
1	47.7
10	73.2
50	78.7
100	92.7

Tabla 3. Porcentajes de actividad inaccesible

Del análisis de los valores mostrados en las tablas y figura precedentes, puede observarse que la adición de cantidades crecientes de iodo portador produce un notorio incremento en el pasaje de iodo activo a fase gaseosa, en comparación con los valores obtenidos sin adición de portador, es decir 0 M. Los resultados podrían ser considerados auspiciosos, dado que la adición de 10 M desplaza casi un 90% del iodo activo a fase gaseosa. Sin embargo, los altos porcentajes de actividad inaccesible deben ser tenidos en cuenta. Es importante reiterar aquí que los lavados fueron llevados a cabo minuciosamente, y los valores de actividad en ellos obtenidos se contabilizaron en las fracciones correspondientes, respetando el mismo esquema de trabajo para cada experiencia. Pero por razones de diseño del equipamiento, o para prevenir daño por contacto con líquidos, los lavados no se realizaron en la totalidad del equipo, sino en forma parcial. De esta manera, la actividad inaccesible es la que queda retenida en las paredes internas del equipamiento, en zonas en las que los lavados no pudieron acceder.

De los valores de actividad colectados en las soluciones absorbedoras, se infiere que la función principal es ejercida por el primer absorbedor, el que resulta suficiente para la retención de prácticamente toda la actividad de iodo involucrada. El segundo recipiente y la columna de carbón colocados en el final de la línea del equipo actúan como componentes redundantes para la retención de iodo, por cuestiones de seguridad. El análisis de las especies de iodo en solución, en experimentos realizados con 1 M, revelaron que el 70 % de la actividad en solución correspondía a iodo en forma de iodato. Este hecho prueba que el proceso de disolución produce la oxidación del iodo trazador (inicialmente agregado como ioduro) a iodato, no volátil, lo cual explica los bajos valores en la actividad volatilizada obtenidos para este agregado de portador (<50 %). Los resultados obtenidos para los experimentos realizados con destilación en vacío y sin adición de portador se indican en la tabla 4, y son comparados con los valores obtenidos para experimentos similares previos, sin destilación.

EXPERIENCIAS	$A_{vol}$ (%)	$A_{Lin}$ (%)
0 M, con 13% de volumen destilado	51.6	36.0
Sin destilación	9.8	9.4

Tabla 4. Porcentajes de actividades medidas en experiencias sin adición de portador y con destilación

El proceso de destilación influyó positivamente en la extracción de iodo, lo que se evidencia en el aumento de la actividad volatilizada, comparada con experiencias similares anteriores. El porcentaje de actividad inaccesible aumentó notablemente, como era de esperar según los valores precedentes, donde a mayor porcentaje volatilizado se verificó un mayor porcentaje de actividad no colectada. Es de esperar que la combinación del proceso de destilación con el agregado de portador aumente el porcentaje de volatilización de iodo notablemente.

Los resultados obtenidos en experiencias con agregado de peróxido de hidrógeno se presentan en la tabla

EXPERIENCIAS	$A_{vol}$ (%)	$A_{lin}$ (%)
Primera evacuación (antes de la adición de $H_2O_2$ )	47.4	24.8
Segunda evacuación (después de la adición de $H_2O_2$ )	41.3	15.4
Valores totales	88.7	40.2

Tabla 5. Porcentajes de actividad en experiencias con adición de  $H_2O_2$ , 1M

Los valores totales indican un notable aumento en la actividad volatilizada, respecto de similares experiencias sin agregado de  $H_2O_2$ . La influencia favorable del agregado de peróxido en la volatilización del yodo se ve directamente en el porcentaje de actividad colectada en la segunda evacuación (41,3%). Considerando los resultados obtenidos, podemos inferir que la presencia de  $H_2O_2$  producido por radiólisis ejercería un efecto beneficioso para el desplazamiento de yodo a fase gaseosa.

Los resultados de las diferentes experiencias realizadas en presencia de una arrastre de corriente gaseosa, se resumen en la tabla 6.

EXPERIENCIAS	PORTADOR (M)	ADICIÓN DE $H_2O_2$	TIEMPO DE ARRASTRE (horas)	$A_{vol}$ (%)	$A_{lin}$ (%)
A	0	No	0.5(*)	12.9	10.8
B	0	No	3	26.3	12.7
C	1	No	4	96.5	7.9
D	1	Sí	3	85.3	5.4
E	1	Sí	4	97.7	4.7

(\*) El tiempo de arrastre considerado es en todos los casos desde el inicio de la disolución, con excepción de este caso, donde se contó a partir del final de la disolución.

Tabla 6. Experiencias con el uso de corriente gaseosa de arrastre

La importancia de la incorporación de la corriente gaseosa desde el principio de la disolución es evidenciada al comparar los porcentajes de actividad volatilizada en los experimentos A y B, realizados sin adición de portador y tomados como referencia para los siguientes ensayos.

Un valor de actividad volatilizada muy satisfactorio, con bajo porcentaje de actividad inaccesible, fue alcanzado en las experiencias C. Los experimentos D y E, realizados con adición de peróxido de hidrógeno, para mejorar los resultados alcanzados, dieron mejores valores, comparando actividades volatilizadas e inaccesibles. Los resultados óptimos se hallaron en las experiencias E, debido a la mayor duración del proceso.

Se seleccionaron las condiciones realizadas en las experiencias E para llevar a cabo experiencias con otros radioisótopos producidos por fisión. Los resultados obtenidos se indican en la tabla 7.

De los datos expresados en la tabla anterior se desprende que el método aplicado para la volatilización de yodo demuestra su efectividad, al efectuar sólo el pasaje a fase gaseosa del nucleído buscado, dejando a los demás radioisótopos presentes en la muestra original, en la solución remanente en el disolutor.



RADIONUCLEÍDOS EN LA MUESTRA ORIGINAL	ACTIVIDAD EN SOLUCIÓN (%)	ACTIVIDAD EN LAS FRACCIONES VOLATILIZADAS (%)
<sup>131</sup> I	<10	>90
<sup>103</sup> Ru	100	No se detecta
<sup>95</sup> Zr	100	No se detecta
<sup>95</sup> Nb	100	No se detecta
<sup>137</sup> Cs	100	No se detecta
<sup>99</sup> Mo	100	No se detecta

Tabla 7. Experiencias con radioisótopos producidos por fisión

## Conclusiones

La significación de estos resultados está principalmente relacionada con el proceso de producción de <sup>99</sup>Mo, donde el yodo actúa como una interferencia sustancial. Dado que la disolución es el obvio primer paso en el procesamiento de los blancos de uranio irradiados, la separación del yodo en este punto podría facilitar la subsiguiente separación del molibdeno y su purificación.

Además, la separación del yodo disminuiría la dosis de radiación en los pasos sucesivos del proceso, también mejorando el comportamiento de las resinas de intercambio utilizadas, las cuales actualmente sufren serios daños por radiación.

El método desarrollado con adición de portador, el cual desplaza a fase gaseosa casi un 90% de la actividad de yodo, es una alternativa viable para la producción de <sup>131</sup>I, con tal que no sea demandada una alta actividad específica.

El método basado en el uso de una corriente de nitrógeno como arrastre desde el principio de la disolución permite alcanzar un porcentaje de volatilización de yodo de aproximadamente el 98% sin la adición de portador. El yodo se obtiene libre de otros radionucleídos producidos por fisión, en una manera limpia y relativamente sencilla.

## Referencias

- CASALE, G. A., COLS, H. J., LAGO FERNÁNDEZ, J. L. (1994) Comunicación personal. Unidad Actividad Radioquímica. CNEA Buenos Aires, Argentina.
- CASTIGLIA, S.; FORNERIS, M. (1991) Tomografía en Medicina Nuclear. Editado por el Comité de Instrumentación y Garantía de Calidad de la Asociación Latinoamericana de Biología y Medicina Nuclear. Buenos Aires, Argentina.
- CASTLEMAN, A. W., TANG, I. N., MUNKEWITZ, H. R., (1968) J. Inorg. Nucl. Chem. 30, 5.
- CROFF, A. G. (1983) Nucl. Technol. 62, 335.
- MARQUÉS, R. O. (1973) Informe Técnico CNEA N° 348. Buenos Aires, Argentina.
- MONDINO, A. V., MARQUÉS, R. O. (1985) XIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, Argentina.
- MONDINO, A. V., COLS, H. J., CRISTINI, P. R., FURNARI, J. C. (1999) J. Radioanal. Nucl. Chem., 240(3), 731.
- MUTALIB, A., PURWADI, B., ADANG, H., HOTMAN, I., MOERIDOEN, KADARISMAN, SUKMANA, A., SRIYONO, SU-RIPTO, A., NASUTION, H., AMIN, D., BASIRAN, A., GOGO, A., SUNARYADI, D., TARYO, T., VANDEGRIFT, G., HOF-

MAN, G., CONNER, C., SEDLET, J., WALKER, D., LEONARD, R., WOOD, E., WIENCEK, T., SNELGROVE, J. (1998) International Meeting of Reduced Enrichment for Research and Test Reactors. San Pablo, Brasil.

PETERSON, S., WYMER, R. (1963) Chemistry in Nuclear Technology. Addison Wesley Publishing Company, U.S.A. - pag.211

SAKURAI, T., KOMATSU, K., TAKAHASHI, A. (1996) Proceedings of the 24th DOE/NRC Nuclear Air Cleaning and Treatment Conference. Oregon, U.S.A.

SRINIVASAN, B., LEONARD, R., AASE, S., VANDEGRIFT, G., MOERIDUN, RAUF, A., LUBIS, H., HARDI, A., AMINI, S., NAMPIRA, Y. (1995) International Meeting of Reduced Enrichment for Research and Test Reactors. Paris, Francia.

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EVOLUCION DEL SISTEMA DE SEGUROS DE VIDA CON CAPITALIZACION EN EL PERIODO 1994 A 1999 EN ARGENTINA<sup>1</sup>

*C. M. Tantignone*

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Medrano 951 (1179)  
Buenos Aires, Argentina; E-mail: ctantignone@yahoo.com.ar

## Resumen

Se estudian los principales factores que caracterizan al mercado y se efectúan comparaciones con variables económicas que permiten analizar su evolución. Se compara esta evolución con la de otros países y se analizan los efectos en los cambios económicos del país a partir del año 2002.

## Abstract

The main factors that define the insurance market are studied. Comparisons with economic variables that allow analyzing its evolution are performed. This evolution is also compared with those of other countries. The effects on the economic changes in the country since 2002 are analyzed.

## Introducción

A partir de 1991 se produce en nuestro país un efecto de estabilidad económica que genera cambios en los hábitos de los individuos. En este contexto, se presentan algunas tendencias: fin de la estabilidad laboral por parte del estado, mayores exigencias de educación para el ingreso al mercado laboral, etc. Esto hace que los individuos busquen soluciones a temas tales como estabilidad de ingresos, ahorro de capital para el futuro y educación de los hijos.

El siguiente trabajo es un estudio comparativo de la evolución del Sistema de Seguros de Vida con Capitalización en la Argentina, en el período que comprende los años 1994 a 1999. El estudio consiste en analizar la evolución de los factores más importantes del medio de Seguros de Vida, tal como cantidad de afiliados al sistema, producción, pólizas, fondos administrados y concentración.

A partir de 1999 la situación económica del país comenzó a presentar una fuerte recesión que afectó a todos los segmentos de la industria y el comercio.

<sup>1</sup> Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por el autor para optar al grado de Magister en Administración de Negocios, bajo la dirección de G. A. Mora y J. González.

Debido al interés en que el estudio sea una referencia para el mercado y el usuario en general, se contempla la situación tanto con respecto a las referencias de la literatura como a los datos que surgen de las estadísticas. Por esta razón se hace mención a datos estadísticos e informes fuera del período de estudio cuando los mismos son relevantes. Dada la diversidad de las fuentes consultadas en la elaboración de las estadísticas y tablas, no se hará mención específica de cada una de ellas en el texto, si bien serán enumeradas al final.

En junio de 2000 existían en nuestro país 63 compañías de seguros que ofrecían planes en el segmento de Seguros de Vida. Los mismos generalmente se ofrecen como complemento incluido en otros paquetes, pero como el público también se interesó en los beneficios que presentan, las empresas aseguradoras también los están ofreciendo en forma directa. Este segmento del mercado fue uno de los de mayor crecimiento en la última década. Por esta razón resulta de interés, en razón de las características que tiene como ahorro y alternativa de inversión.

### **Características de los Seguros de Vida**

El propósito principal de los Seguros de Vida es el otorgar indemnización a los beneficiarios o herederos legales en caso de fallecimiento del asegurado. El beneficio es una suma de dinero que se denomina Capital Asegurado, y que se puede pagar en forma única, o en modo de una renta financiera a definir con la entidad con la que se efectúa la contratación. Los beneficiarios están designados en la póliza de seguro y pueden ser familiares, socios, acreedores, u otros.

Desde el punto de vista científico, los seguros de vida exigen la combinación de un elevado número de riesgos. Las empresas de seguros utilizan cálculos matemáticos relacionados con el pago de capitales, que dependen de la supervivencia humana o de la muerte. Estos cálculos se basan habitualmente en el análisis compuesto y en las tablas de mortalidad.

Respecto a la mortalidad, numerosos estudios estadísticos de distintos países permiten tener un conocimiento de las tendencias. Desde el punto de vista de probabilidades, los individuos que integran un grupo son independientes entre sí.

Las tablas de mortalidad se confeccionan generalmente durante los censos, donde se compila la información según sexo, estado civil, zona geográfica, etc. También las mismas compañías de seguros elaboran las tablas sobre la base de su experiencia con relación a sus propios asegurados.

Debido a la naturaleza aleatoria de los mercados en los últimos años las compañías utilizan diferentes métodos para asegurar y garantizar los servicios a sus clientes. En línea general, se producen reconsideraciones de las tablas de mortalidad a medida que evoluciona el tiempo de los servicios contratados; se analizan los gastos propios de producción de las empresas y también el mantenimiento o no de los rendimientos de las inversiones de las compañías.

En el caso particular de los seguros de vida con capitalización se ofrece la combinación de los seguros de vida tradicionales, junto con la capitalización del dinero, sobre la base de las variables del mercado y de las inversiones que realizan las empresas de seguros. En ese sentido, el asegurado se une a la empresa de seguros con la evolución propia de la compañía, de la cartera de clientes y de la situación económica social.

Desde el punto de vista económico, el asegurador es un administrador de los aportes o primas que realizan los tomadores de contratos de seguros. El método para la determinación del valor de las primas es similar en concepto al problema de determinar el precio de un producto o servicio en cualquier industria. Es tal la similitud que el resultado de las ventas de servicios en las empresas de seguros se denomina producción de seguro.

La particularidad de la producción de seguros es que la misma se realiza en sentido inverso a la producción clásica. La empresa de seguros recibe el dinero de la prima y luego realiza el gasto. Por otro lado se deben

establecer criterios e hipótesis para el cálculo de primas, principalmente en función de las edades de los asegurados y sus características regionales.

Dependiendo de la empresa aseguradora los clientes intervienen en parte en la elección de las inversiones; las rentabilidades se garantizan en períodos cortos o pueden no garantizarse. Los pagos de primas son flexibles, con períodos de falta de pago o aportes voluntarios.

Hoy en día los seguros se denominan vinculados a unidades, y son mezcla de los seguros universales y de participación. Estos productos están pensados básicamente en el ahorro, y suelen tener un interés garantizado del orden del 6%, pero se ingresan variantes sobre la revisión del estado de los contratos. Se actualizan las tablas de mortalidad en las revisiones, cosa que implica un beneficio para el asegurado debido a que se incrementa la edad de fallecimiento, y esto reduce el nivel de riesgo, reduciendo el valor de la prima o mejorando la rentabilidad.

El ahorro como estímulo oficial es muy importante en la lucha contra la inflación, ya que además del desarrollo del concepto de ahorro en la gente, permite la acumulación de activos líquidos y por ser un ahorro inmovilizado a un largo plazo, permite el cubrir las necesidades financieras.

Por otro lado las políticas inflacionarias son una gran amenaza para los seguros de vida, porque la inflación en sí predispone al gasto y no al ahorro, y eleva además costos y gastos de la gestión de los seguros.

Esto hace que las empresas aseguradoras deban reducir los efectos negativos de la inflación, permitiendo adaptaciones de los contratos con menor formalidad, por ejemplo sin nuevos exámenes médicos.

Las variantes de productos que se comercializan actualmente son las siguientes:

- **Ahorro:** por medio de aportes únicos se obtiene a mediano y largo plazo un importante incremento de capital. En este caso se garantiza un capital mínimo asegurado al finalizar el período
- **Familiares:** esta clase de planes garantizan protección a la familia ante adversidad (caso de fallecimiento o invalidez) donde se recupera al vencimiento toda o parte de la prima aportada
- **Integral:** es una cobertura que se mantiene durante toda la vida del asegurado; proporciona estabilidad familiar ante la ocurrencia de fallecimiento por cualquier causa o invalidez total y permanente, y presenta capacidad de ahorro. Se dispone de un capital garantizado y participa de las utilidades que generan las inversiones de la aseguradora. Hay variaciones con cobertura temporal de los asegurados. Una variante de este caso es que, en caso de accidentes, el asegurado no paga más primas, estando éstas a cargo de la empresa aseguradora, y sigue capitalizando en su cuenta individual.
- **Accidentes:** es un caso particular de los familiares, donde se fija un rango de edad para ingresar al mismo, y también tiene un límite de vigencia que normalmente es hasta los 65 años.
- **Jubilación:** similar a los otros casos, pero que en caso de que no se produzca ningún problema de fallecimiento o invalidez se puede hacer uso del capital para complementar la jubilación. Se dispone de un capital garantizado y participa de las utilidades que generan las pólizas.
- **Negocios:** es un caso particular de los familiares, donde se fija un rango de edad para ingresar al mismo, y también tiene un límite de vigencia que normalmente es hasta los 65 años.
- **Internación:** estos seguros cubren, con cuotas muy bajas, los costos que aparecen a profesionales independientes en caso de requerir servicios de internación, tanto en el ámbito nacional como internacional.

En todos los casos se presentan los servicios de los seguros de vida para cubrir costos, que generalmente están en las siguientes categorías:

- Mantenimiento del nivel de vida.
- Educación de los hijos.
- Financiamiento de proyectos (compra de productos, viajes, estudios).

Entre los beneficios destacados se cuentan: acceso a servicios de atención de salud nacional o internacional, disponibilidad de rescate del capital en todo momento, desgravación impositiva, cobertura parcial de trabajos médicos de complejidad, facilidad para la obtención de créditos personales.

En los casos de fondos de inversión, las compañías ofrecen carteras de inversión en pesos, dólares o combinación de ambos. En ambos casos, siempre se hace hincapié en el análisis de la inversión a largo plazo. Si bien los fondos son ofrecidos por las empresas, la elección de porcentajes o distribución del capital queda a decisión de los tomadores de los seguros. En este caso se les recomienda también analizar la exposición al riesgo sobre la base de los parámetros que las mismas empresas asesoran.

### **Nuevas Tendencias con los Seguros de Vida**

Si bien los seguros de vida tienen una cobertura particular con variantes, tal como se ha visto en los productos ofrecidos por las compañías, el producto seguro de vida tiene una utilización secundaria en las empresas como medio de motivación. Las empresas se inclinan por seguros de vida, más que de ahorro o retiro, porque se trata de un beneficio de bajo costo y alto impacto sobre los empleados.

La mayoría de las personas tiene la percepción de que su jubilación será insuficiente, por eso cuando la empresa les ofrece un seguro de retiro privado, o un plan de ahorro independiente de su aporte, suelen estar muy interesadas. Aquí coinciden varias situaciones: el miedo al futuro dentro de un entorno económico inestable, un sistema previsional que promete jubilaciones decrecientes, una alta carga impositiva y sueldos de bolsillo que no crecen.

Otro aspecto interesante muy utilizado en las empresas está relacionado con el interés de retener a sus mejores talentos. Para lograrlo extienden algunos de los beneficios que antes eran exclusivos de los empleados jerárquicos a los niveles inferiores. En este sentido las compañías de seguros ofrecen productos con los cuales las empresas pueden ganar la fidelidad de su personal durante un tiempo determinado.

Los seguros para empleados no son sólo una herramienta de retención, ya que también sirven cuando las empresas tienen que recurrir a jubilaciones forzadas. A diferencia de las modalidades típicas de remuneración variable, para las empresas es más fácil implementar un plan de seguros que repartir "stock options" o "bonus", que son más selectivos.

Respecto a los trabajadores autónomos, éstos deciden pagar más por su seguro de vida, para financiar un lucro cesante por internación, por ejemplo en el caso de un accidente que le impida trabajar durante un tiempo. Para los profesionales independientes, hay compañías que comercializan seguros de ingresos garantizados, en casos de incapacidad o pérdidas del sueldo, asegurando una renta mensual, por un período de hasta doce meses.

### **Características del Mercado Argentino**

Las empresas de seguros de vida estiman que la población activa en condiciones de ahorrar entre \$ 80 y \$ 150 es del orden del millón de personas, lo que representa un mercado potencial interesante.

Por la inestabilidad propia que tiene nuestra economía, y por los años de inflación que hemos sufrido, el argentino suele preferir que sus aportes estén garantizados por monedas fuertes. Es por esta situación que las empresas ofrecen planes que pueden ser totalmente en dólares, o mezclas entre dólares y pesos. Algunas empresas ofrecen una mezcla de distintas monedas (pesos, dólares, yens y marcos) de modo de dar mayor seguridad de estabilidad a sus clientes. Y como estrategia de venta, aprovechan la ventaja de que si la moneda elegida no es el peso, el dinero se coloca en el exterior, evitando el riesgo país de los depósitos en moneda nacional. Otras ofrecen características similares, pero se invierten en activos en Argentina.

Otro evento que motorizó el auge de los seguros de vida con capitalización en Argentina fue el cambio de legislación en 1994. Antes del régimen de capitalización en la jubilación, el régimen que otorgaba el 82% móvil del salario era un valor muy importante, con lo que no existían incentivos o complementos adicionales por partes de las empresas, debido al alto nivel de jubilación. Cuando se impuso el nuevo régimen a partir del 1994, el beneficio descendió al 30%, por lo que las empresas comenzaron a utilizar planes similares a sus casas matrices en otros lugares del mundo.

Las compañías de seguros también apuntan sus esfuerzos al segmento joven para captar nuevos clientes. Una ventaja a sumar en la captación del segmento joven es que sus fondos capitalizan mucho más que si está en el orden de los 40 años, debido a que el tiempo de capitalización es mayor.

El mercado del seguro en sí no deja a los clientes con mucha tranquilidad. En el período de 1978 a 1988 hubo una caída de 27 aseguradoras, mientras que en el período 1989 a 1997 la cantidad de quiebras ascendió a 98. En los últimos 8 años, varias aseguradoras de capital nacional también fueron vendidas a grupos internacionales: La Caja de Ahorro y Seguro fue adquirida por el Banco Mercantil y el grupo americano Leucadia; La Buenos Aires por los británicos HSBC; el grupo Juncal por la BNL; La República por los chilenos de Cruz del Sur. También llegaron otras grandes marcas especializadas en seguros de vida, como Metropolitan Life, Aetna, Principal, New York Life, Eagle Star, ITT Hartford, MAPFRE Aconcagua, por mencionar algunas.

Uno de los factores principales que ayuda a las compañías de seguros en el ramo Vida es la estabilidad que brindó el plan de convertibilidad durante la década del 90. Cuando hay inflación, el pago de un seguro se ve como un gasto, no como una posibilidad de inversión. Por otro lado, el garantizar un mínimo de inversión del 4% anual sin inflación es importante, pero no es válido en un esquema inflacionario por ejemplo del 10% mensual.

Entre los costos que poseen las compañías de seguros de vida, la rotación de sus agentes es un factor importante. Los informes indican que cada 4 años sólo el 27% de los agentes queda en la compañía. Esto implica gastos importantes, relacionados con el reclutamiento y la capacitación de agentes, y las pérdidas de clientes que siguen a los agentes productores por la confianza que tienen en los mismos. La amortización de los gastos que se generan en la capacitación de un agente no se logra recuperar. Esto hace que algunas compañías decidan tener fuerza propia e incentivos especiales, como regalos de computadoras personales portátiles o viajes a lugares exóticos para toda la familia; en cambio, otros operadores utilizan fuerzas externas a sus compañías.

En la Argentina no hay excepciones con respecto a lo que sucede en el resto del mundo. Normalmente las pólizas no se cancelan en el primer año. Pasado el quinto año comienza a subir la probabilidad de cancelación. Las principales entidades indican que la vida promedio de todas las pólizas está entre 7 y 10 años. Pasados estos años aumenta la posibilidad de que se cancelen. Entre las causas principales de caducidad de pólizas encontramos: mal asesoramiento en el momento de la venta, donde el producto falla en cubrir las necesidades del cliente, o el vendedor tuvo más interés en lograr la comisión; falta de servicio posventa, donde la compañía deja de tener contacto con el cliente o no responde a consultas o problemas; falta de empleo o de efectivo para hacer frente a las primas.

Respecto al foco o mercado al que apuntan las compañías, la clase media es el mayor nicho que existe en la Argentina. Al mismo es fácil llegar por medio de otros productos, como tarjetas de crédito, y para eso se aprovechan las nóminas que tienen los bancos. En este sentido, en los últimos años se ha invadido a los potenciales clientes, que los mismos bancos segmentan y pasan sus listas a los asociados en el ramo de seguros. La penetración del mercado argentino tampoco es muy grande. Las encuestas indican que a mayo de 1999 en Capital Federal y GBA, con una población de 400 personas entre 18 y 70 años, sólo un 10% de la población había contratado un seguro de vida. La mayor efectividad la poseen los productores con

un 27 %, seguidos por los bancos con 24 %, 17 % a través del vendedor de seguros de la compañía, y 19 % por otros medios (familiares, tarjetas de crédito, créditos prendarios).

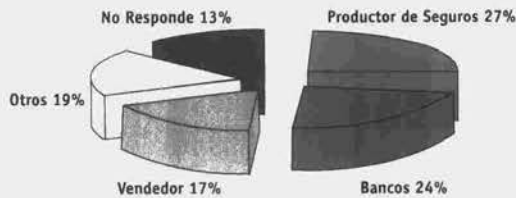


Figura 1 Encuesta Ventas de Seguros de Vida.

La penetración del mercado argentino tampoco es muy grande. Las encuestas indican que a mayo de 1999 en Capital Federal y GBA, con una población de 400 personas entre 18 y 70 años, sólo un 10 % de la población había contratado un seguro de vida. La mayor efectividad la poseen los productores con un 27 %, seguidos por los bancos con 24 %, 17 % a través del vendedor de seguros de la compañía, y 19 % por otros medios (familiares, tarjetas de crédito, créditos prendarios)

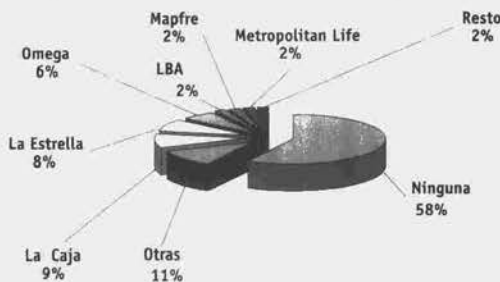


Figura 2 Encuesta sobre Nombres de Aseguradoras

En la Argentina se utiliza el modelo tradicional de comercialización. Esto significa que el agente es el contacto entre los clientes y la empresa de seguros y quien asesora sobre los productos. Pero los nuevos jugadores del mercado, que son socios de bancos de primera línea internacionales, utilizan otros métodos para llegar a los clientes, como los servicios en línea de banca hogareña, y ofrecen planes conjuntos y combinados. En ese sentido, un ejemplo importante es lo que ocurrió en Estados Unidos, donde en 1999 el 5 % de las ventas nuevas de seguros de vida se realizó por Internet.

Recién en los últimos tiempos el mercado de Internet ha penetrado en Argentina en forma suficiente, debido principalmente a los precios accesibles de los proveedores de servicio y a las computadoras personales que se venden masivamente en empresas que comercializan electrodomésticos. Pero este tipo de contacto puede ser usado en forma primaria, ya que nuestra cultura requiere contacto y asesoramiento personal para los productos de seguros.

Algunas características que presenta el mercado de seguros de vida son las siguientes:

- El 70 % de los clientes de seguros de vida son hombres.
- El consumidor tiene entre 35 y 45 años de edad. Este punto se explica debido a que es la edad donde los individuos requieren consolidar la familia, y son las edades donde aparecen problemas de un allegado familiar o tercero.
- Las empresas apuntan a individuos de clase media o alta. En este caso, la conveniencia es de la franja C2, aunque hay empresas como ING y HSBC New York Life que específicamente apuntan al segmento ABC1 y C2. La razón principal es que es gente que se encuentra consolidada con su pro-



pia casa, auto, medicina prepaga, lo que garantiza un importante nivel de ingresos.

- El ingreso familiar promedio mensual supera los 2 mil pesos.
- Los consumidores suelen residir en Capital Federal y Gran Buenos Aires en un 50 %, y en las principales ciudades del interior (Córdoba, Mendoza, Rosario).

Durante el desarrollo del presente trabajo se sucedieron cambios significativos en la política económica del país que deben ser analizados por la significativa repercusión que tienen sobre el medio asegurador, y en especial en seguros de vida.

Durante la década del 90 la denominada Ley de Convertibilidad mantuvo una paridad del peso con el dólar de 1 a 1. Esto permitió estabilizar la economía frente a la fuerte hiperinflación de final de la década del 80. En enero del 2002 esta ley fue derogada y se estableció una paridad cambiaria de flotación libre. Además se implementaron medidas de conversión a pesos o pesificación de los depósitos, las deudas y los contratos, y debido a la falta de dinero en el mercado se impusieron medidas de restricción para el retiro del mismo de los bancos. Esta situación genera una fuerte desconfianza en los inversores, las empresas y entidades, y la falta de definiciones e inflación aumenta la dimensión de los problemas.

La conversión a pesos de las deudas, contratos y primas significa que el asegurado pasa a estar protegido en moneda nacional, pero que la misma se ha devaluado en un mercado de flotación libre, y que en 60 días tiene un valor que es la mitad del ahorro acumulado.

La modalidad de revalorización que se utiliza habitualmente en los contratos de seguros es una alternativa a agregar a los seguros de vida para mantener la capitalización del dinero de los asegurados. La falta de una definición en los coeficientes de ajustes es una contra que las empresas tienen para poder definir claramente sus estrategias y además para poder brindar transparencia a un mercado con fuerte desconfianza

### Análisis de los Datos Estadísticos

El análisis de la evolución de un mercado de seguros presenta varios enfoques posibles. Los indicadores de gestión son índices del mercado que nos ayudan en el análisis y comprensión del mismo.

Los distintos indicadores que conforman el mercado incluyen tanto al personal que trabaja en las empresas, como las cifras contables, cantidad de siniestros y gastos que efectúan las entidades.

### Evolución de Cantidad de Entidades

El análisis de la evolución de un mercado de seguros presenta varios enfoques posibles. Los indicadores de gestión son índices del mercado que nos ayudan en el análisis y comprensión del mismo.

La modalidad de revalorización que se utiliza habitualmente en los contratos de seguros es una alternativa a agregar a los seguros de vida para mantener la capitalización del dinero de los asegurados. La falta de una definición en los coeficientes de ajustes es una contra que las empresas tienen para poder definir claramente sus estrategias y además para poder brindar transparencia a un mercado con fuerte desconfianza.



Figura3 Evolución de la Cantidad de Entidades de Seguros

Se observa que el mercado tenía una tendencia en disminución de entidades aseguradoras hasta 1993. A partir de ese momento, que coincide con cambios en la legislación sobre jubilaciones donde aparecen las AFJP, se registra un crecimiento importante de las empresas de Seguros de Vida. Se mantiene el ritmo de disminución de las empresas mixtas, produciéndose el efecto de especialización en todos los ramos

## Evolución de Pólizas y Producción

Otras dos características importantes de comparación son la evolución de la cantidad de pólizas que se emitieron durante los años, y la producción correspondiente a dichas póliza

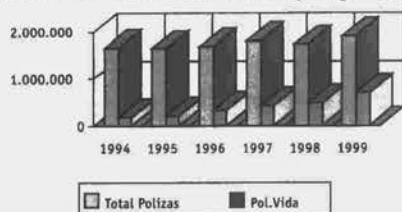


Figura 4 Pólizas Total y Pólizas Seguros de Vida

En la figura 4 observamos un crecimiento de pólizas totales en la Argentina del 14,22 %. En el mismo período las pólizas del ramo Vida crecieron un 259 %.

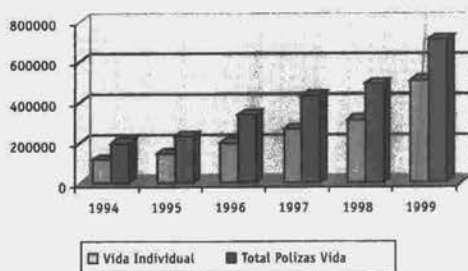


Figura 5 Pólizas Total Vida y Pólizas Vida Individual.

En ese mismo lapso el segmento de Vida Individual tuvo una evolución en la cantidad de pólizas de 115.940 en 1994 a 506.549 en 1999, que representa un crecimiento de 336 %.

En la figura 6 se analizará la variación de la producción (valores en miles de pesos de 1999):

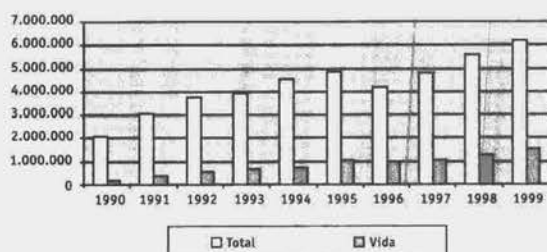


Figura 6 Producción de Seguros Total y Vida (miles de pesos 1999)

La producción presenta un crecimiento sostenido en la primera parte de la década del 90. Para 1994 la producción de seguros en general ascendía \$ 4.545.425.000. En 1996 los problemas económicos mundiales afectaron en este caso a la producción de seguros en general, y se observa una caída de los mismos

a \$ 4.165.893.000, que representa una disminución del 8,3 % respecto a 1994. Para 1999, la producción total de seguros vuelve a incrementarse hasta \$ 6.211.165.000, que representa una variación positiva respecto de 1994 de 36,6 %.

Respecto a los seguros de vida, se observa una tendencia similar a la que sucede con los seguros en general, pero con variaciones de menor magnitud. En 1994 la producción de los seguros de vida era de \$ 749.829.000, representando un 16,5 % del total de producción. Como se observa en la figura 6, si bien en 1996 hay una disminución de la producción, ésta no tiene la misma magnitud que la producción total, sino que se posiciona en \$ 969.500.000 y presenta un crecimiento del 29,2 % respecto de 1994, y representa el 23,3 % de la producción total. En 1999 la producción alcanza los \$ 1.534.971.000, valor que es un incremento de 204,7 % respecto de 1994, y representa el 24,7 % del total de producción.



Figura 7 Producción Vida y Vida Individual.

En la figura 7 se puede observar la variación en la producción del ramo Vida y Vida Individual, en porcentaje del total de producción de seguros. Como se mencionó anteriormente, el aporte del Ramo Vida en 1994 era de 16,5 % del total de producción, y en el caso de Vida Individual fue del 0,54 % (\$ 24.528.000). Para 1999, la participación de los seguros de vida fue del 24,7 % del total, siendo para Vida Individual esta participación del 4,09% (\$253.803.000). El crecimiento de la producción de vida individual en el período en estudio fue del 657 % (1994 a 1999).

Al comparar el crecimiento de pólizas respecto al crecimiento de producción en el período 1994 a 1999, se observa que el total de pólizas tuvo un incremento del 14,22 % mientras que la producción tuvo un incremento del 36,6 %. Esto significa que en promedio las pólizas aumentaron de precio. Para los seguros de vida, el crecimiento de pólizas fue del 259 %, y el de la producción del 204 %, indicando que las pólizas de los seguros de vida se hicieron más baratas para el público. Pero en particular en el segmento de vida individual las pólizas crecieron un 336 %, y la producción un 657 %, por lo que las pólizas de vida individual presentaron un fuerte incremento de precio, mayor al promedio de seguros.

#### Evolución por Habitante y PBI

La producción por habitante y PBI da una relación que permite comparar en forma relativa el crecimiento y la contribución del ramo de seguros respecto del país. En nuestro caso también se analiza la producción por habitante y PBI de los seguros de vida.

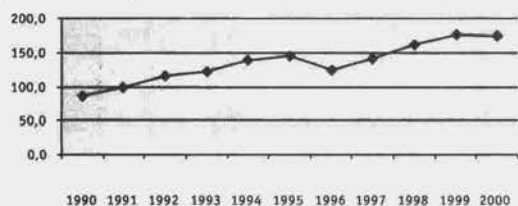


Figura 8 Producción por Habitante

En la figura 8 se observa que la relación producción por habitante en los seguros generales tiene un promedio de \$ 138,50 en 1994, y alcanza a \$ 177,50 en 1999 (valores constantes a moneda del año 2000).

En 1996, como se ha apreciado en otros gráficos, hay una caída considerable. La recesión afectó también al año 2000, con una leve caída de la producción respecto al año 1999.

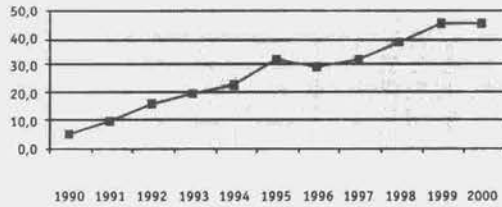


Figura 9 Producción del Ramo Vida por Habitante

En la figura 9 se analiza la producción de seguros de vida por habitante, y se aprecia un crecimiento promedio mayor que los seguros en general. En 1994 la producción de Vida era de \$ 22,85 por habitante, 16,5 % de la producción total, y en 1999 el valor creció a \$ 43,87, representando un 24,7%.



Figura 10 Producción Individual por Habitante

En la figura 10 se indica la producción por habitante en Vida Individual. En 1994 la misma era de \$ 0,75, alcanzando a \$ 7,25 en 1999, es decir un incremento de 866 %.

Se comparará a continuación el crecimiento de los seguros respecto del PBI:

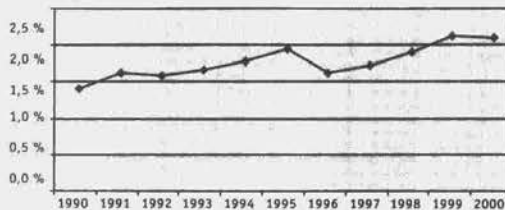


Figura 11 - Producción como Porcentaje del PBI

En la figura 11 se aprecia la evolución de la producción de seguros como porcentaje del PBI. En 1994 la producción total de seguros aporta el 1,75 % al PBI y alcanza en 1999 el 2,12 %, es decir una variación de 1,21 veces.

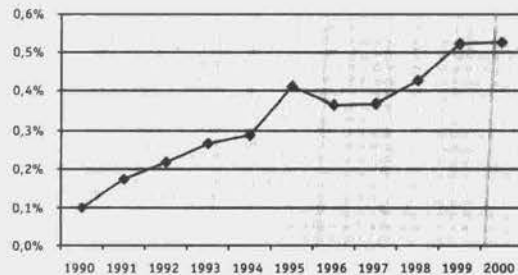


Figura 12 Producción del Ramo Vida como Porcentaje del PBI

En el caso de la Producción del Ramo Vida, indicada en la figura 12, se observa que la producción llega al 0,29 % en 1994 y alcanza a 0,52 % en 1999, siendo la variación de 1,79 veces.



Figura 13 – Producción Vida Individual como Porcentaje del PBI

Si se observa el crecimiento de la producción de Vida Individual como porcentaje del PBI, puede verse que el mismo es mayor que los seguros o el Ramo Vida. En 1994 representa el 0,01 %, y en 1999 alcanza el 0,09 %.

Tal como puede apreciarse en la comparación de producción por habitante, la comparación con respecto al PBI muestra también un mayor crecimiento en el ramo Vida que en los Seguros en general, y en particular del segmento de Vida Individual.

### Análisis de Indicadores del Mercado de Seguros

Los indicadores del mercado relacionan la actividad del ramo o seguros en general con la producción. De este modo se pueden también analizar las tendencias y comparar contra otros ramos qué particularidades presenta un segmento.

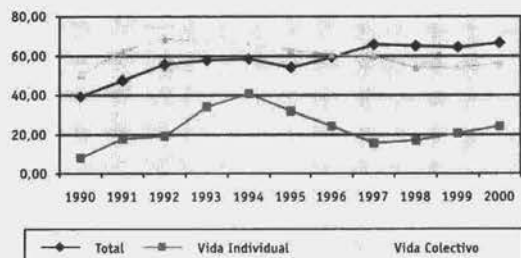


Figura 14 Evolución de Siniestralidad en Seguros Total, Vida Individual y Colectivo

La siniestralidad se define como la relación de siniestros que han sido pagados respecto a las primas y recargos devengados, siendo los valores considerados en la misma moneda. Esta relación indica en porcentaje cuánto dinero se ha abonado a los clientes por los siniestros que han tenido, respecto del dinero que ingresó al sistema en concepto de las primas y recargos que han abonado para el mantenimiento de su póliza. En el caso del mercado de Vida Individual, éste presenta un bajo nivel de siniestros. El máximo valor del mismo es 40,88 % en 1994, contra 58,84 % del total de mercado y 66,56 % en Vida Colectivo.

Luego de ese máximo registrado, el mercado de Vida Individual tiene un mínimo de nivel de siniestros en 1997 con 15,61 % y comienza a elevarse lentamente hasta 24,55 % en 2000.

Otro indicador importante son los gastos totales efectuados respecto de primas y recargos devengados. Este valor indica la relación existente entre los gastos realizados por las empresas y el dinero que ingresa. Como se ve en la figura 15, el mercado de Vida Individual tiene, al contrario de lo sucedido con los si-

niestros, un fuerte nivel de gastos que se incrementó desde 64,57 % en 1994 hasta 145,58 % en 1999. Es importante hacer notar que el promedio de los seguros tiene un nivel de gastos total de 50 % en 1994 y 47,8 % en 1999. Se aprecia que el nivel de gastos total es estable.

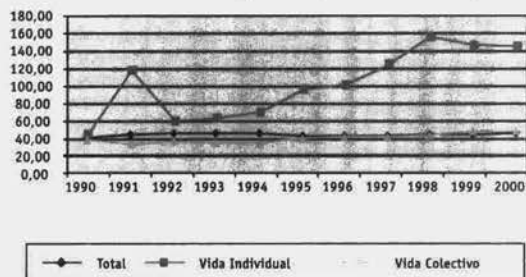


Figura 15 Evolución porcentual de Gastos Totales Respecto de Primas y Recargos

Se analizará la composición de los gastos totales, para individualizar las causas del elevado nivel que presenta.

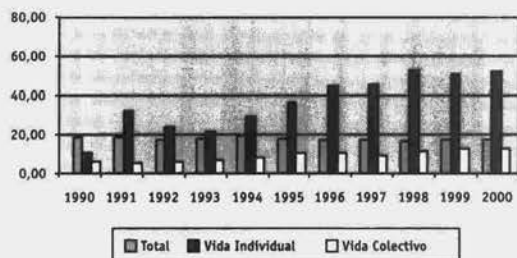


Figura 16 Gastos de Producción como Porcentaje de Primas y Recargos

Los gastos de producción son aquéllos que tienen vinculación directa con la venta de pólizas, o la producción del seguro. Indican la importancia que tiene la intermediación en el costo de los seguros, ya que los agentes son externos o intermediarios y dicho costo se contempla como gasto de producción, por estar relacionado directamente.

En la figura 16 se indica la relación de gastos de producción respecto de primas y recargos. Se aprecia que a partir de 1993 comienza a incrementarse el costo de producción de Vida Individual, pasando desde 26,41 % hasta 64,88 % en 1998, y luego manteniéndose en 62,90 % (1999) y 64,39 % (2000). Este crecimiento se explica con la necesidad de aumentar la venta de pólizas de las compañías de Vida Individual y el consiguiente incremento de comisiones que se ofrecen a los mismos para hacer más atractivo al agente la venta de pólizas.

Es importante destacar que los otros tipos de seguros también utilizan agentes como intermediarios, pero en el total el costo de producción en 1993 era del 22,51 % y 8,63 % para Vida Colectivo, mientras que en 1998 el total llegó a 20,63 % y en Vida Colectivo a 13,72 %.

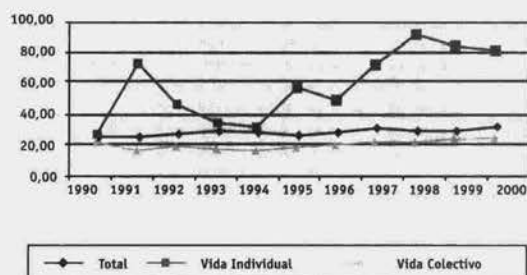


Figura 17 - Gastos de Explotación como Porcentaje de Primas y Recargos

Otro factor importante a analizar son los gastos de explotación. En éstos se encuentran los gastos administrativos de las entidades, donde los sueldos y los cargos del personal son un factor importante. El gráfico de Gastos de Explotación relaciona los mismos respecto de Primas y Recargos, e indica que en 1994 el valor para Vida Individual era del 28,95 %. Para el total de seguros el valor era del 28,71 % y para Vida Colectivo este valor es de 17,79 %.

A partir de 1994, los gastos de explotación en Vida Individual crecen, salvo una leve caída en 1996, hasta llegar al 92,63 % en 1998, con una leve caída hasta 84,22 % en 1999. Lejos de estos valores se ubican el total de seguros con 29,96 % (1998) y 30,46 % (1999), y respecto a Vida Colectivo éstos se ubican en 22,82 % (1998) y 25,46 % (1999).

Durante los primeros años de la década del 90 las empresas de Vida Individual invirtieron capital en estructura propia de personal, el mercado estaba en crecimiento, y los ingresos en concepto de Primas y Recargos eran inferiores a los costos. En esta situación se utilizaron fondos de otros ramos más estables, como Vida Colectivo, para permitir que el segmento pudiera crecer. Por esta razón en el gráfico de gastos generales se aprecia que en los últimos años los gastos son mayores a los ingresos de Primas y Recargos.

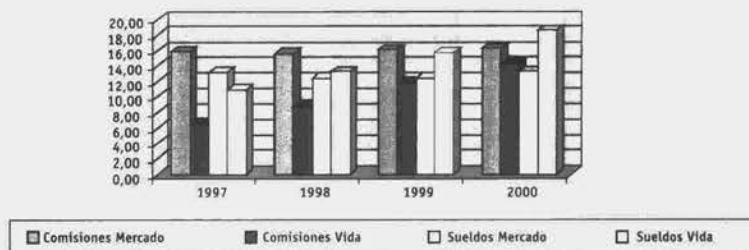


Figura 18. Porcentaje de Comisiones y Sueldo respecto de Primas y Recargos

El cuadro de Comisiones y Sueldos indica la relación de estas variables respecto a las Primas y Recargos. Es posible observar que para el mercado en general las comisiones tienen un rango estable de 15,96 %, en 1997, pasando a 16,31 % en 2000. En Seguros de Vida éstas varían de 6,59 % en 1997 a 14,32 % en 2000, es decir más del doble en el mismo período. En Sueldos, el mercado en general presenta un rango estable de (13,17 % en 1997 y 13,29 en 2000) mientras que en el ramo Vida el rango se extiende de 10,94 % (1997) a 18,59 % (2000), que representa una variación del 70 %.

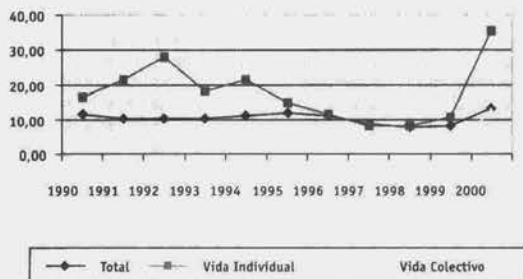


Figura 19. Evolución de Recargos Administrativos respecto de Primas y Recargos Emitidos

Los recargos administrativos son costos que posee la empresa de seguros con relación a la administración de las pólizas y que incrementan el valor de las mismas. La figura 19 relaciona los Recargos Administrativos respecto de las Primas y Recargos. Se observa que los recargos de Vida Individual son mayores a Vida Colectivo y, salvo en 1996 y 1997, también son mayores al total de Seguros. En 1992 el nivel de recargo

en Vida Individual era del 27,84 % contra 10,19 % del Total y 2,3 % de Vida Colectivo. El mínimo de recargo de Vida Individual es de 8,17 % en 1998, que rápidamente se dispara hasta 35,29 % en 2000. En forma similar el total de seguros presenta en 1998 un recargo del 7,87 % y Vida Colectivo presenta 3,16 %, ambos elevándose a 13,29 % y 12,12 %, respectivamente, en el año 2000.

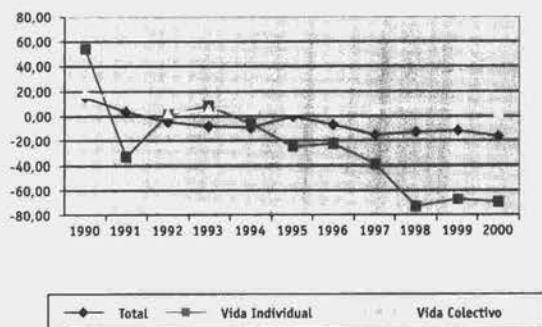


Figura 20. Resultado Técnico respecto de Primas y Recargos (Porcentual)

El Resultado Técnico es el valor de la suma de Primas Devengadas, Siniestros Devengados y Gastos Totales. Básicamente es el capital que ingresa en concepto de cobranza de pólizas (Primas y Recargos) y al cual se restan los valores de capital que egresan, por pagos de Siniestros y Gastos Totales. Para facilitar la comparación en distintos años, se efectúa el cociente respecto de Primas y Recargos Devengados, de modo de obtener una relación porcentual del resultado en cada período. El valor resultante es una medida de rentabilidad del sector.

El resultado correcto es que la suma sea positiva, lo cual significa que ingresa más capital que el que egresa. Pero en línea general se aprecia que los resultados no son buenos, ya que solo Vida Colectivo tiene sus resultados positivos. Vida Individual presenta su mejor momento en 1993, con 8,31 %, y el peor en 1998, con un resultado negativo de -73,22 %. Los seguros Total presentan un valor de -8,65 % en 1993 y -12,66 % en 1998.

Como se vio en los cuadros anteriores, el principal componente que afecta el Resultado Técnico de Vida Individual son los Gastos de Explotación y Producción, con relación a la fuerte inversión que las empresas están realizando en la consolidación del ramo, principalmente en personal y capacitación.

### Análisis del Mercado de Seguro en otros Países

Además de analizar los datos y referencias propias del mercado argentino, es importante contar con datos y estadísticas de comparación de otros países que tienen mercados de seguros similares, o con mayor historial.

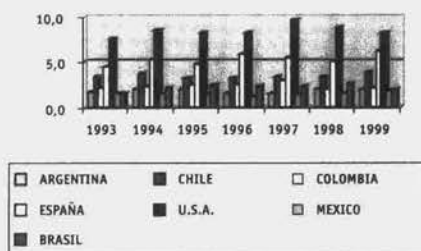


Figura 21. Participación Producción Seguros en PBI



La relación de los seguros en el PBI indica la importancia de los mismos en la producción del país. En el gráfico se aprecia la importancia que tienen los seguros en países como Estados Unidos, donde en 1997 la participación llega a un 9,7 %, o en España, donde alcanzó en dicho momento al 5,4 %. Chile tiene en general un valor superior al 3 %. Nuestro país se ubica en el rango de 1 al 3 %, junto con México, Brasil y Colombia.

El valor de Prima per Capita indica también cuánto gastan los habitantes en seguro.

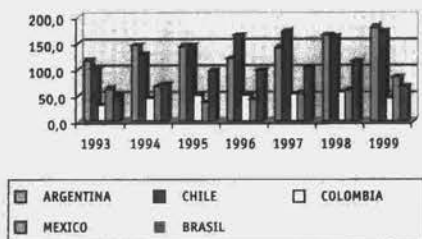


Figura 22. Prima per Capita por Países

En este caso, el mercado local se ubica por arriba de los \$ 100 por habitante, junto con Chile. Brasil sólo supera este valor en 1998, pero luego tiene una caída al 57,7 % de su valor, como consecuencia de la devaluación de su moneda.

Estados Unidos tiene un valor alto per capita, \$ 2.755 en 1999, e incluso España con \$ 877, muestran un mercado varias veces mayor en volumen que el latinoamericano.

Como muestran las estadísticas, el mercado en Chile tiene características similares al argentino. En este caso, el mercado de Seguros de Vida está consolidado un par de décadas antes.

La cantidad de compañías dedicadas al Seguro de Vida en Chile a 1999 es de 32; esto representa el 58 % del total, que llega a 55 entidades.

En 1980 el Seguro de Vida en Chile representaba el 20,80 % de la producción de seguros. En 1990 este valor creció a 59,5 % y en 1999 a 73,3 %.

### Análisis de indicadores de Población

El análisis del crecimiento de población ayuda a comprender la situación del mercado actual y su tendencia. Siendo las personas el mercado objetivo de las compañías de Seguros de Vida, el conocer su evolución es un factor importante en la planeación estratégica de los servicios a brindar.

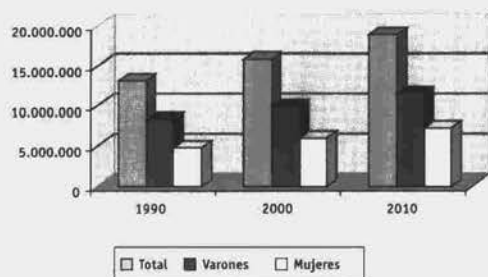


Figura 23. Evolución de Población Activa Total y por Sexo

La evolución estimada de la población activa es de 21 % entre los años 1990 y 2000, con 18,4 % para varones y 26,0 % para mujeres, y en la década que va desde 2000 a 2010 se espera un crecimiento de 18,43 %, siendo 16,5 % para varones y 21,7 % para mujeres. Es importante considerar en el crecimiento

al sector femenino como trabajadores activos con capacidad de aporte.

Una consideración importante para la capitalización es el tiempo en que el dinero que se aporta tiene para capitalizarse. Por esta razón, las empresas están generando planes para los jóvenes; generalmente estos planes apuntan a la gente menor de 30 años, y el principal motivo es que el tiempo que tienen los mismos para capitalizar su dinero es mayor, por lo que cuanto antes comiencen a ahorrar dinero en sus cuentas, mayor será el capital disponible en su vejez.

Se analizará entonces la evolución estimada segmentando en rangos de 15 a 29 años, 30 a 44, y 45 a 60, desde 1990 hasta 2010.

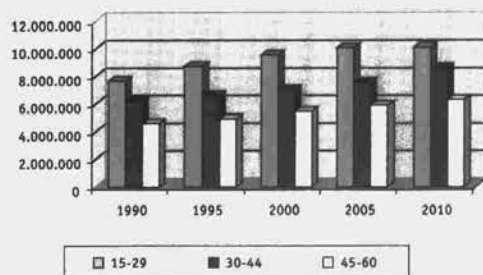


Figura 24. Proyección de Crecimiento de Población por Segmento

Encontramos que entre 1990 y 2005 el primer grupo (de 15 a 29 años) tiene un crecimiento constante, que resulta en 31,8 %, y de 5,8 % en los últimos 5 años. Para el 2010 este grupo se estabilizaría con un crecimiento del 0,7 % respecto del 2005.

En el mismo período (1990 a 2005) el rango del segundo grupo (30 a 44 años) tiene un crecimiento del 22,2 %, siendo 8,7 % en 2000 a 2005 y 13,4 % entre 2005 y 2010.

Para el tercer grupo (45 a 60 años) el crecimiento esperado en 1990 a 2005 es de 28,7 %, siendo 8,9 % en el período 2000 a 2005, y 7 % entre 2005 y 2010.

Las proyecciones muestran un mayor crecimiento de población adulta y una desaceleración en el crecimiento de la población joven para fines de la década actual. El segundo grupo (segmento de 30 a 44 años) es importante, porque es el que se encuentra consolidando a la familia y quien más necesita mantener tranquilidad a largo plazo, siendo además el que más crecimiento presenta.

### Ranking de Entidades de Seguros de Vida

El ranking de compañías permite hacer comparaciones sobre su participación en el mercado y analizar sus indicadores. Las tablas de ranking fueron compaginadas sobre la base de pólizas emitidas, y se segmentó en compañías de Seguros de Vida Individual y Colectivo. En ambos casos se consideraron las primeras 15 compañías en el ranking de 1999 como referencia.

Entidad	1997, %	1998, %	1999, %
Eagle Star	31,37	32,14	30,12
Buenos Aires-N.Y.L.Vida	14,78	12,80	9,74
Metropolitan Life Vida	6,91	8,53	8,61

Metropolitan Life Vida	6,91	8,53	8,61
Alico	6,31	6,08	5,31
Equitativa Del Plata	6,0	3,92	3,08
Jackson National Life	65,73	5,08	6,29
Aetna Vida	3,87	5,02	4,95
Galicia Vida	3,11	1,69	1,66
Sancor	1,76	1,38	0,92
Principal Life	1,73	1,80	2,04
VidaNationale - Nederlanden	0,59	7,18	9,75
General American Vida	0,00	2,73	3,18
Siembra Vida	0,00	0,00	2,16
Provincia Vida	0,00	0,58	1,88
Cnp Assurances	0,82	1,34	1,70
<b>Total</b>	<b>83,04</b>	<b>90,27</b>	<b>91,39</b>

Tabla 1 Ranking de Compañías en Seguros de Vida Individual

Entidad	1997, %	1998, %	1999, %
Caja De Seguros Vida	38,01	33,70	33,0
Buenos Aires-N.Y.L. Vida	3,48	4,09	74,84
Provincia Seguros	3,23	4,71	4,27
AlicoS	2,47	3,57	3,89
Siembra Vida	0,00	0,00	3,71
Caruso	3,37	3,63	3,43
Hartford Vida	4,99	3,08	3,06
C.P.A. Tucumán	2,35	0,00	2,74
Zurich Iguazú	1,26	2,25	2,62
Siglo Xxi	1,55	1,33	2,19
Generali Vida	2,78	3,07	2,18
Metropolitan Life Vida	0,50	1,66	2,16
Nacion Vida	1,52	2,38	1,76
Instituto Cooperativo de Seguros	2,03	2,05	1,48
Sancor	0,67	1,13	1,35
<b>Total</b>	<b>68,22</b>	<b>66,65</b>	<b>72,74</b>

Tabla 2 Ranking de Compañías en Seguros de Vida Colectivo

En el caso de las compañías de Vida Colectivo, el efecto de concentración es menor, ya que las primeras 15 compañías cubren el 72 % del total de pólizas del segmento. A pesar de eso, al igual que el segmento de Vida Individual, la primera compañía posee más del 30 % del ramo.

Se analizan ahora los indicadores de las compañías ordenadas por su Patrimonio Neto. Esto permite conocer la forma en que las compañías pueden hacer frente a las obligaciones a cubrir y qué características presentan.

Como se mencionó previamente, el ranking de empresas se efectuó sobre la base de su patrimonio neto. En este caso, la empresa Nro. 2 en el ranking general pertenece al segmento de Vida, y posee solo el 3,45 % de patrimonio neto del mercado total. En la tabla se aprecia una gran diferencia entre los indicadores en las distintas compañías. Por ejemplo, los gastos de producción tienen valores muy bajos, como 1,99 %, o tan altos como 55,59 %.

Posición General	Entidad	Participación Porcentual	Siniestros (%)	Gastos de Producción (%)	Gastos Totales (%)	Margen Ventas (%)	Resultado s/Ventas (%)	Rentabilidad del Patrimonio (%)
2	Caja De Seguros Vida	3,45	78,05	2,91	19,54	2,14	0,59	2,11
8	Provincia Seguros	2,48	66,77	12,28	28,30	-0,75	2,83	9,35
11	Aetna Vida	1,64	31,96	39,47	145,54	-195,46	-113,28	-76,52
13	Nationale -Nederlanden	1,51	3,40	39,60	207,71	-181,46	-140,03	-68,49
14	Sancor	1,51	65,97	20,47	38,86	-8,56	-4,50	-27,98
21	Metropolitan LifeVida	1,20	32,68	39,98	82,27	-50,57	-29,67	-51,83
25	Buenos Aires-N.Y.L.	1,04	46,02	10,10	23,73	8,69	1,45	5,40
27	Vida Siembra Vida	1,02	48,31	12,71	23,91	2,59	2,10	3,98
30	Nacion Vida	0,87	49,71	1,99	22,76	7,82	18,48	25,73
34	Zurich Iguazú	0,77	46,49	24,32	40,07	-4,23	-5,41	-18,28
41	Caruso	0,60	31,01	14,57	54,09	13,88	11,42	28,51
43	Principal Life Vida	0,56	46,16	12,21	100,91	-190,88	-119,94	-68,03
48	Inst.Cooperativo deSeguros	0,51	47,47	6,86	27,13	12,62	0,08	0,18
59	Equitativa DelPlata	0,43	60,78	24,46	40,18	-10,40	-1,36	-3,95
77	Galicia Vida	0,32	4,11	45,07	78,01	0,82	-2,11	-6,35
79	Eagle Star	0,31	1,95	37,31	57,02	-21,42	-1,57	-28,78
80	C.P.A. Tucumán	0,31	87,00	11,38	30,26	-21,43	-17,21	-30,96
81	Hartford Vida	0,31	15,23	7,48	69,36	-12,30	8,59	24,31
87	Provincia Vida	0,28	7,32	13,92	111,20	-326,97	-78,81	-45,65
91	Siglo Xxi	0,27	33,14	34,96	58,11	2,25	9,92	23,98
103	AlicoJackson	0,23	26,14	35,17	53,56	-4,22	-11,40	-100,79
107	Berkley Life	0,22	5,38	14,22	31,52	-83,75	19,27	-50,53
109	Cnp Assurances	0,21	12,92	11,30	60,19	-82,45	-17,61	-16,73
114	Generali Vida	0,18	29,94	55,59	60,66	1,79	2,36	13,20
116	General American Vida	0,18	43,22	39,08	57,12	-31,39	-29,07	-115,84
	<b>Promedio</b>	<b>0,82</b>	<b>36,84</b>	<b>22,70</b>	<b>60,88</b>	<b>-46,95</b>	<b>-21,34</b>	<b>-22,96</b>

Tabla 3 Indicadores de las Compañías, ordenadas según su Patrimonio Neto

La Superintendencia de Seguros de La Nación dictó en la Resolución 27198 de Diciembre de 1999 los parámetros de los indicadores que se utilizan para el control de las entidades aseguradoras. Los mismos permiten analizar el estado del mercado de Seguros de Vida:

- Rentabilidad del Patrimonio: de 0 % a 20 %. El promedio es de -22,96 %.
- Resultados: 0 % mínimo. El promedio es -21,34 %.
- Siniestros: 30 % a 70 %. El promedio es 36,84 %.
- Gastos Totales: 50 % máximo. El promedio es 60,88 %.
- Gastos de Producción: 25 % máximo. El promedio es 22,70 %.

Se puede apreciar que los indicadores del mercado se encuentran en su mayoría fuera del rango de control. El análisis los indicadores de las principales entidades indica:

- La Caja de Seguros de Vida se concentra en Seguros Colectivos y es primera en su segmento, con más del 30 % del mercado. Se observa que tiene bajos valores de Gastos Totales (19,54 %), y presenta también bajos valores de Margen de Ventas (2,14 %), Resultados (0,59 %) y Rentabilidad del Patrimonio (2,11 %). Por otro lado posee uno de los niveles de Siniestralidad más altos (78,05 %), estando este parámetro fuera del rango de control.
- Eagle Star, dedicada al segmento de Vida Individual con más del 30 % del mercado, presenta las características típicas del Ramo Vida, con fuertes Gastos Totales (57,02 %) y de Producción (37,31 %) y

con valores negativos de Margen de Ventas (-21,42 %), Resultados (-1,57 %) y Rentabilidad de Patrimonio (-28,78 %). En este caso se aprecia que todos sus parámetros están fuera del rango de control.

• La Buenos Aires - NYL Vida es segunda en ambos segmentos (Individual y Colectivo). Sus indicadores son más equilibrados, tanto en Gastos de Producción (10,10 %) como Totales (23,73 %) y presenta valores positivos para su Margen de Ventas (8,69 %), Resultados (1,45 %) y Rentabilidad de Patrimonio (5,40 %). El nivel de Siniestralidad es medio (46,02 %) ya que combina ambos ramos. En este caso, los indicadores de control se encuentran en los niveles de referencia.

Si se considera a otras compañías que tienen participación en ambos segmentos, puede verse que sus indicadores son muy variados. Por ejemplo, Siembra Vida presenta características similares a BA-NYL, pero ALICO presenta indicadores típicos del mercado de Vida Individual.

Estas diferencias indican que las compañías tienen diferentes estrategias respecto a la distribución de sus ingresos, que se aprecian en los indicadores. Por ejemplo, NATIONALE – NEDERLANDEN pasó de tener una participación del 0,59 % en 1997 al 9,75 % en 1999. Y se aprecia que sus Gastos Totales son elevados (207,71 %), con Rentabilidad sobre el Patrimonio negativo (-68,49 %). Esto indica que la compañía está invirtiendo para lograr consolidarse en el mercado al mediano plazo, pero durante este período sus parámetros de control están fuera de los rangos preestablecidos.

## Conclusiones

El mercado de Seguros de Vida en Argentina muestra señales de crecimiento en el período analizado (1994 a 1999) en sus indicadores de gestión, como participación del PBI, promedio de prima per capita, participación del mercado de seguros, primas emitidas y producción. La particularidad del segmento es que presenta una baja siniestralidad y una estabilidad en la cantidad de entidades dedicadas al ramo.

Pero lamentablemente sus resultados son negativos. Esto indica que aún no tiene la capacidad de mantenerse solo. Los gastos y recargos son elevados respecto a los valores promedios del total de seguros y las primas se han incrementado. Es importante que las entidades de seguros corrijan estos indicadores. Por otro lado, la Superintendencia de Seguros de La Nación definió para el desarrollo de su Plan Estratégico índices y valores de control para poder satisfacer el mercado argentino. Tal como se establece en el Decreto 1251/97, los indicadores de alerta permiten tomar medidas preventivas antes que las entidades presenten problemas en el cumplimiento de las normas vigentes. Según se indica, los indicadores y sus valores de referencia han sido compaginados con asistencia de organismos financieros y técnicos internacionales.

Pero se ha visto que los valores de los indicadores para Vida Individual están fuera de los rangos establecidos. Por ejemplo, los Gastos superan los valores establecidos durante el período de estudio. Es importante que se cumplan las normas vigentes para mejorar el servicio, y considerar el ajuste de los índices a las condiciones reales del mercado Argentino.

Al comparar con otros países, se ha visto que Chile tiene características similares a nuestro mercado, pero se encuentra más maduro y estable. Se espera que la contribución del mercado de Seguros de Vida en Argentina sea comparable a Chile, cuando se estabilice.

Las entidades de seguros están probando métodos diferentes para llegar a los asegurados. Algunas compañías usan fuerza directa de ventas, otras agentes productores, las cuales logran una efectividad mayor (27 % contra 17 %). Pero las encuestas indican que los asegurados no tienen asociado el tema seguro con las compañías, ya que un 58 % no recuerda los nombres de las mismas.

Los costos asociados de poseer una fuerza propia son muy altos en Argentina, y el modelo que se utiliza con éxito en Estados Unidos no rinde en nuestro medio. El uso de métricas de mercados de otros países genera aún más presión sobre el agente de seguros y hace predominar la venta contra la especialización y mejora del servicio al cliente.

En forma tradicional en la Argentina, el jefe de familia es el hombre, pero en los últimos años los problemas económicos hicieron que el rol de la mujer se incrementara. Si bien el 70% de los tomadores de seguros de vida son hombres, el crecimiento previsto del segmento será en la presente década del 21,7 % contra 16,5 % de los hombres. Las entidades de seguros de vida deberían tener en cuenta en sus estrategias el crecimiento del sector femenino, ya que en muchos casos es la mujer la única fuente de ingreso familiar, y por lo tanto es importante que cuente con la cobertura adecuada.

Otro aspecto a considerar es el crecimiento de la población. En el período 2000 a 2005 los segmentos de mayor crecimiento son los rangos de 30 a 44 años y 45 a 60 años. La población desde los 30 años está ya en una etapa donde es necesario la consolidación familiar y son los principales consumidores de los seguros.

En lo que respecta al mercado, se ha visto que hay concentración del mismo. La compañía primera en el ranking de producción de seguros de Vida Individual posee más del 30 % del mercado, tiene gastos de producción en 37,31 % y gastos totales del 57,02 %. Si bien los valores son razonables para el negocio, tiene una rentabilidad negativa (-28,78 %) respecto a su patrimonio. Algo destacable es que siendo líder del segmento Vida Individual, el ranking de Patrimonio Neto la ubica en la posición 79 con solo el 0,31% de participación en Patrimonio Neto Total de empresas.

Al derogar la Ley de Convertibilidad, el mercado perdió su condición de estabilidad respecto del dólar, y volvió a producirse inflación y cambios en los precios. Esta situación del mercado afecta la confianza de los ahorristas, que por temor a la pérdida de sus ahorros retiran los mismos y contratan pólizas en compañías fuera del país. Esto reducirá el mercado del Seguro de Vida, generando fuertes pérdidas a las compañías.

Un método de ajuste a utilizar para revalorizar los ahorros es el uso de un índice, por ejemplo el de precios de bienes de consumo, que permita actualizar primas, prestaciones y rendimientos de inversiones. El ajuste puede ser automático cuando los incrementos se encuentran dentro de límites preestablecidos en el contrato, y se requiere renegociar las condiciones al vencimiento o cuando llegan al límite.

Los puntos principales a considerar por las empresas de Seguros de Vida son:

- Crecimiento del segmento femenino a mediano plazo con planes especiales.
- Crecimiento de los segmentos comprendidos entre 30 a 44 años y 45 a 60 años.
- Reducción de gastos de producción, administrativos y recargos al promedio del mercado, para mejorar el resultado técnico sin incremento de primas y recargos.
- Mejora de la penetración en el mercado con mejores planes de marketing y productos.
- Mejora de la relación con el cliente mediante profesionales certificados que faciliten al tomador de seguros la planificación de sus ahorros y coberturas.
- Ajuste de las políticas de comisiones, para mejorar la permanencia de los clientes en las empresas.
- Ajuste de los contratos, sobre la base de índices para valorizar los ahorros y evitar la pérdida de los mismos ante el incremento de la inflación.

Para el gobierno, la mejora de reglamentación sobre seguros de vida permite una mayor seguridad al ahorrista, ayuda al crecimiento del sector que está en sus comienzos y evita el control del sector por unas pocas empresas.

El ajuste de los valores de los indicadores de gestión y el control por parte de la Superintendencia de Seguros de La Nación es otro de los pasos que se debe efectuar para consolidar el crecimiento del sector de Seguros de Vida.

Estas mejoras permitirán recuperar la confianza de los ahorristas que temen perder sus ahorros ante la devaluación de la moneda y la inflación de precios. Además, si los ahorros se mantienen, permite contar con capital para el circuito financiero y los bancos.

## Agradecimientos

Muchas personas han participado de distinta forma en la en la realización del presente trabajo con la que el autor tiene contacto. Los Licenciados Gabriel Mora y Javier González, Director y Co-Director respectivamente, han sido guía y fuente de consulta permanente en el desarrollo del mismo. Es importante destacar la colaboración de Daniel Franco en la depuración y corrección del texto.

Finalmente, el autor tuvo en su esposa un apoyo permanente y fundamental en todo momento, que sin el mismo no hubiese sido posible finalizar el presente trabajo.

## Referencias

- GALLEGOS DIAS DE VILLEGAS, J. E. (1997) *Modalidades Clásicas y Modernas del Seguro de Vida Entera*, Editorial MAPFRE, Madrid, España.
- PEREZ, E. P. (1982) *Inflación, Ahorro y Seguro de Vida*, Editorial MAPFRE, Madrid, España.
- CASTRO, J. M.; CUSANO, D. E. (1995) *Curso de Formación Profesional Aseguradora*, Mundo del Seguro S.A., Buenos Aires, Argentina.
- MECCA, R. (1996) *Manual del Profesional del Seguro*, Buenos Aires, Argentina.
- BUREAU INTERNACIONAL DE INFORMACION Y NEGOCIOS (1993) *Seguro Decisiones Estratégicas para un Mercado en Cambio*, Buenos Aires, Argentina.
- MEILIJ, G. R. (1995) *Seguro de Vida*, Buenos Aires, Argentina.
- HUEBNER, S. S.; BLACK, K. (1979) *El Seguro de Vida*, Ediciones MAPFRE, Buenos Aires, Argentina.
- SUBIRAT, J. S. (1944) *El Seguro de Vida*, Ediciones Anaconda, Buenos Aires, Argentina.
- WILLIAMS, A. (1971) *Risk Management and Insurance*, Mc Graw-Hill.
- BODIE, Z. (1989) *Inflation Insurance*, National Bureau of Economic Research.
- CABALLERO, R. (1999) *Structural Volatility in Argentina*, National Bureau of Economic Research and Massachusetts Institute of Technology.
- GRUMELLI, D. (2000) *Satisfacción y retención de clientes en entidades aseguradoras*, Buenos Aires, Argentina.
- PLANNER, J. (2001) *Nuevos paradigmas del mercado de seguros de vida*, Buenos Aires, Argentina.
- PRESIDENCIA DE LA NACION (1997) *Plan Estratégico y Estructura Orgánico Funcional de Superintendencia de Seguros de La Nación*, Buenos Aires, Argentina.
- SUPERINTENDENCIA DE ADMINISTRADORAS DE FONDOS DE JUBILACIONES Y PENSIONES (1996) *Estudios sobre el Régimen de Capitalización Argentino*, Buenos Aires, Argentina.
- SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1999) *Indicadores Técnicos*, Buenos Aires, Argentina.
- SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1998) *Seguros de Vida Guía del Consumidor*, Buenos Aires, Argentina.
- SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1995) *Situación del Mercado Asegurador Julio 1993 – Junio 1994*, Buenos Aires, Argentina.
- SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1995) *Situación del Mercado Asegurador Julio 1994 – Junio 1995 Adelanto de Memoria Anual*, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1997) Situación del Mercado Asegurador Julio 1995 – Junio 1996 Adelanto de Memoria Anual, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1998) Situación del Mercado Asegurador Julio 1996 – Junio 1997 Adelanto de Memoria Anual, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1999) Situación del Mercado Asegurador Julio 1997 – Junio 1998 Adelanto de Memoria Anual, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2000) Situación del Mercado Asegurador Julio 1998 – Junio 1999 Adelanto de Memoria Anual, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2000) Situación del Mercado Asegurador Julio 1999 – Junio 2000 Adelanto de Memoria Anual, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2001) Situación del Mercado Asegurador Julio 2000 – Marzo 2001, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1999) Evolución del Mercado Asegurador Período 1988 – 1998 Adelanto de Memoria Anual 1998, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2000) Evolución del Mercado Asegurador Período 1989 – 1999 Adelanto de Memoria Anual 1999, Buenos Aires, Argentina. SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2001) Evolución del Mercado Asegurador Período 1990 – 2000 Adelanto de Memoria Anual 2000, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1995) Información Estadística 4º Trimestre de 1994. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1996) Información Estadística 4º Trimestre de 1995. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1997) Información Estadística 4º Trimestre de 1996. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1998) Información Estadística 4º Trimestre de 1997. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina. SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (1999) Información Estadística 4º Trimestre de 1998. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina.

SUPERINTENDENCIA DE SEGUROS DE LA NACION (2000) Información Estadística 4º Trimestre de 1999. Pólizas, Siniestros y Primas, Buenos Aires, Argentina.

## **WEB Sites Relacionados en Internet**

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos ([www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)).

Asociación de Aseguradores de Chile ([www.aach.cl](http://www.aach.cl)).

Círculo Asegurador ([www.circuloasegurador.com](http://www.circuloasegurador.com))

Revista Negocios ([www.negocios.com.ar](http://www.negocios.com.ar))

Revista Mercado ([www.mercado.com.ar](http://www.mercado.com.ar))

LOMA ([www.loma.org](http://www.loma.org)).

Best's Review Magazine ([www.bestreview.com](http://www.bestreview.com)).



# ANÁLISIS MATEMÁTICO DE POTENCIALES AUDITIVOS EVOCADOS DE TRONCO ENCEFÁLICO (BERA)

W. E. Legnani<sup>1</sup>, V. Curcio<sup>2</sup>, A. L. Hayes<sup>1</sup>, F. Ibáñez<sup>1</sup>, X. Rodríguez Sueldo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Matemática Aplicada, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Medrano 951 (C1179AAQ), Buenos Aires, República Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Recuperación Humana, Universidad del Museo Social Argentino, Corrientes 1723 (C1042AAD) Buenos Aires, República Argentina

## Resumen

El potencial auditivo evocado de tronco encefálico BERA surge al registrar las respuestas eléctricas desencadenadas en los nervios auditivos en los 10 milisegundos posteriores a haberse producido el estímulo. En el presente trabajo se aplicaron herramientas matemáticas basadas en la transformada wavelet para sistematizar el análisis de los mismos en un marco de formalización que permita realizar diagnósticos más precisos y que contribuya a obtener mayor información a partir de los datos recabados con dicho estudio.

## Abstract

The evoked auditory potential of encephalic trunk BERA arises when registering the electric answers of the auditory nerves during the 10 milliseconds subsequent to the stimulus. In the present work mathematical tools based on the wavelet transform were applied to systematize the analysis of the signals in a frame of formalization that allows to carry out more precise diagnostics and it contributes to obtain deeper information from the data registered with this kind of study.

## Introducción

El potencial auditivo evocado de tronco encefálico BERA surge al registrar las respuestas eléctricas desencadenadas en los nervios auditivos en los 10 milisegundos posteriores a la producción del estímulo. En el presente trabajo los estímulos estuvieron compuestos por “clics” (perturbaciones de corta duración); son pulsos de tipo onda cuadrada, de fácil producción en los equipos, que poseen subida súbita y duración breve. Se lo puede clasificar como un estímulo de banda ancha que estimula la cóclea en el rango de los 300 a 6000 Hz. aproximadamente, con énfasis en el sub-rango de los 3000 a 4000Hz. Para estudios de porciones más selectivas del espectro auditivo se emplea otro tipo de estímulos. Este tipo de estudio se emplea para: evaluación de funcionamiento y patología de la vía auditiva, evaluación del desarrollo y las patologías del tronco encefálico, búsqueda de umbrales auditivos, selección de prótesis auditivas, monitoreo intraquirúrgico y análisis de actividad cerebral para la determinación de la denominada “muerte cerebral”, entre otras aplicaciones.

Como ventajas se puede mencionar que constituye una prueba objetiva respecto, por ejemplo, de un estudio audiométrico tradicional; es de fácil implementación, es aceptado por los pacientes dado que es una técnica no invasiva y puede ser empleada en casos en los que el sujeto se halle dormido o bajo los

efectos de algún anestésico. Sin embargo, se presenta como contrapartida que los resultados del BERA no especifican la patología y que la interpretación de los mismos es en buena medida subjetiva. Sobre este último aspecto se busca contribuir con el presente trabajo mediante la utilización de herramientas matemáticas adecuadas.

La teoría de wavelets y el análisis multi-resolución suministraron un marco conceptual adecuado para encarar el objetivo propuesto. La primera aplicación de las wavelets aparece en 1909 con Haar cuando se encontraba motivado en hallar una base de funciones, distinta a la de Fourier, para realizar análisis en el espacio de frecuencia. A posteriori fueron usadas en física para caracterizar el movimiento browniano; en nuestro caso en particular se vienen empleando con gran éxito, tanto en biología como en medicina, desde varios años (Aldroubi y Unser, 1996). En este trabajo se aplicaron para efectuar estudios y modelación en el plano tiempo - frecuencia de los registros de datos provenientes de estudios audiológicos a partir de potenciales auditivos evocados. La presente propuesta se compone de cuatro secciones: en primer lugar se realizó una introducción general con los conceptos básicos del análisis multiresolución y wavelets; en una segunda sección se muestran las definiciones esenciales del estudio y algunos resultados obtenidos con una serie de ejemplos; en la tercera sección se discuten los resultados y se analizan a la luz del diagnóstico audiológico clásico y, por último y como cuarta sección, se exponen las conclusiones obtenidas con la nueva metodología.

## Filtros y Bancos de Filtros

Sea  $x[n]$  una señal discreta aplicada a un filtro caracterizado por su función de transferencia  $H$  e  $y[n]$  la respuesta del filtro a la excitación  $x[n]$ . Se puede describir el efecto del filtro sobre la señal de entrada mediante la expresión:

$$y = H.x \quad (1)$$

En donde consideraremos a  $H$  como un sistema lineal e invariante en el tiempo (LTI). Bajo estas condiciones es posible escribir:

$$y[n] = \sum_k h[k].x[n-k] \quad (2)$$

La expresión (2) no es otra cosa que la convolución entre la respuesta al impulso del sistema  $h[k]$  y los desplazamientos sucesivos de los componentes de la señal de entrada  $x[k]$ .

La operación indicada en (2) se puede representar como una operación matricial de la forma

$$y = H . x \quad (3)$$

donde  $x$  e  $y$  son vectores columna de igual dimensión (pudiendo ser esta infinita) y  $H$  es la matriz de la forma:

$$\begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & h[1] & h[0] & h[-1] & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & h[1] & h[0] & h[-1] & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (4)$$

Si el vector formado por los datos de entrada es de dimensión  $m$ , entonces la dimensión de  $H$  será  $m \times m$ .

## Filtros y Wavelets

Es posible demostrar que para cada base de wavelets existen dos filtros asociados con ella. En general estos filtros se pueden escribir en la forma (2). Por ejemplo, para el caso de la base de Haar esto es particularmente simple; los dos filtros  $H_0$  y  $H_1$  se pueden expresar como:

$$H_0: y[n] = \frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}x[n-1] \quad (5)$$

$$H_1: y[n] = \frac{1}{2}x[n] - \frac{1}{2}x[n-1] \quad (6)$$

Para  $H_0$ , todos los  $h$  son nulos, salvo  $h_0[0]=1/2$  y  $h_0[1]=1/2$ . Análogamente, para  $H_1$  sólo  $h_1[0]=1/2$  y  $h_1[1]=-1/2$ , siendo todos los demás idénticamente nulos.

Veamos un ejemplo que ilustre tal situación:

Sea el vector que corresponde a las señales de entrada al sistema y que una base de Haar. Sean entonces las matrices  $H_0$  y  $H_1$

$$H_0 = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$H_1 = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Luego las respectivas salidas  $Y_0$  e  $Y_1$  serán:

$$Y_0 = \underline{H_0} \cdot \underline{x} = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$Y_1 = \underline{H_1} \cdot \underline{x} = \begin{pmatrix} 1/2 \\ -1/2 \\ 1/2 \\ -1/2 \\ 1/2 \end{pmatrix} \quad (10)$$

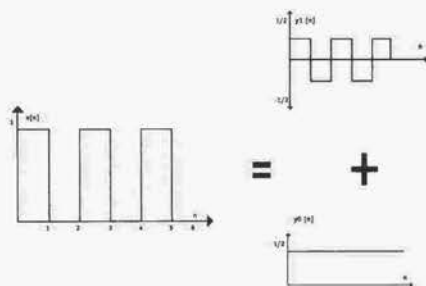


Figura 1. Ejemplo esquemático de la acción de los filtros  $H_0$  y  $H_1$

## Análisis Multi-Resolución (MRA)

El análisis multi-resolución presenta algunas ventajas sobre el análisis clásico de Fourier y éstas son, entre otras, (Mallat, 2001):

1. Permite estudiar el comportamiento de señales irregulares, como la que se muestra a continuación.
2. Posibilita la selección de una mejor base de funciones, tal vez con la ayuda de marcos de wavelets.

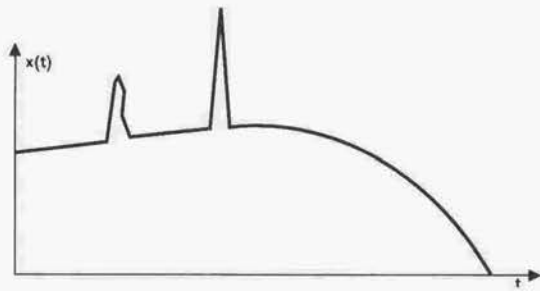


Figura 2. Ejemplo de señal irregular

Los conceptos previos se analizarán a continuación.

Esquema de Análisis Basados en MRA: Se divide el análisis en cuatro pasos, a saber:

1. Espacio de aproximación central
2. Compresión y traslación
3. Espacios de resolución ordenados jerárquicamente
4. Análisis de resolución como descomposición en subespacios

#### Espacio de aproximación central (EAC)

Sea  $V_0$  lo que llamaremos un espacio de aproximación central (EAC), el cual estará formado por un espacio de funciones de cuadrado integrable  $L_2(-\infty, \infty)$ , que será expandido por medio de traslaciones, generando bases (Por ejemplo bases de Riez)

$$V_0 = \text{gen} \{ \phi(t-l) : l = 0, \pm 1, \dots \} \quad (11)$$

verificando además la ortonormalidad, esto es:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(t-k)\phi(t-l) dt = \delta_{kl} \quad (12)$$

La existencia de  $V_0$  equivale a pedir que  $V_0$  sea cerrado ante corrimientos (desplazamientos) de sus elementos,

$$f(t) \in V_0 \Rightarrow f(t-l) \in V_0 \quad \forall l \in \mathbb{Z} \quad (13)$$

En este contexto,  $\phi(t)$  se denomina función de escala o wavelet padre, pudiendo ser cualquier función  $L_2$  que satisfaga (12)

Como un caso particular de éstas se puede ver la base de un conjunto de paquetes de onda

$$B : \{ Q_{0l}^*(t) \} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} Q_{0l}^*(t) &= \sqrt{\frac{1}{2\pi\epsilon}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-2\pi i \omega t} e^{i\omega l} d\omega \\ &= \phi\left(t - \frac{2\pi \cdot l}{\epsilon}\right) \end{aligned} \quad (15)$$

En este caso la función de escala se obtiene poniendo  $\epsilon = 2\pi$  y  $l = 0$ , en cuyo caso se tiene:

$$\phi(t) = \frac{\text{sen}(\pi \cdot t)}{\pi \cdot t} \quad (16)$$

La componente transformada de Fourier de  $\phi(t)$  es una función definida a tramos y de soporte compacto dada por

$$\hat{\phi}(\omega) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{2\pi}}, & \text{si } \omega \in [-\pi, \pi] \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (17)$$

Siguiendo con este ejemplo el espacio de aproximación central  $V_0$  estará generado por:

$$\phi(t-1) = \frac{\text{sen}\pi(t-1)}{\pi(t-1)}; \quad l=0, \pm 1, \dots \quad (18)$$

Este espacio vectorial de funciones recibe el nombre de espacio de "banda limitada" y la base definida por (16) se llama "Base de Shannon" (Shannon, 1948).

### Compresión y traslación

Para el caso de la base de Shannon

$$\varepsilon = 2^{-k} \varepsilon_0, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (19)$$

Reemplazando (19) en (18) resulta:

$$\varepsilon_k = 2^{-k} \varepsilon_0 \Rightarrow \sqrt{2^k} \phi(2^k t - 1) = \sqrt{2^k} \frac{\text{sen}\pi(2^k t - 1)}{\pi(2^k t - 1)} \quad (20)$$

Para cada  $k$  estas funciones forman una base ortonormal; cuya transformada de Fourier esta limitada a la banda de frecuencias en el intervalo  $[-\pi 2^{-k}, \pi 2^{-k}]$ . La ortogonalidad esta garantizada por el hecho de que estas funciones son las derivadas de un conjunto ortonormal (ON) de paquetes de ondas  $P_{oi}(t)$ , de tal forma que

$$\text{gen}\{\sqrt{2^k} \phi(2^k t - 1); 1 = 0, \pm 1, \dots\} = \mathcal{V}_k \quad (21)$$

denominado espacio de resolución  $k$ , formando para cada  $k$ , lo que se denomina base de la resolución de orden  $k$  de Shannon, o en forma resumida la  $k$ -ésima base de Shannon.

Se verifica que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t = 2^k \\ \Delta \omega = \frac{2 \cdot \pi}{2^k} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta t \cdot \Delta \omega = 2 \cdot \pi \quad (22)$$

aumentos de  $k$  (escala) implicarán una mayor resolución. Esto se debe a que mayores valores de  $k$  proporcionarán valores de ancho espectral ( $\Delta \omega$ ) menores.

### Espacios de resolución como jerarquías

La transformada de Fourier de los elementos de  $\mathcal{V}_k$  posee un soporte compacto confinando el segmento  $[-\pi \cdot 2^{-(k+1)}, \pi \cdot 2^{-(k+1)}] \subset [-\pi \cdot 2^{-k}, \pi \cdot 2^{-k}]$ , para el peldaño siguiente, es decir  $\mathcal{V}_{k+1}$  la transformada de Fourier de estos elementos tendrá soporte en

$$[-\pi \cdot 2^{-(k+1)}, \pi \cdot 2^{-(k+1)}] \subset [-\pi \cdot 2^{-k}, \pi \cdot 2^{-k}] \quad (23)$$

de hecho, cada elemento de  $V_{k+1}$  verifica esta propiedad

$$f \in V_{k+1} \Rightarrow f \in V_k \quad (24)$$

En otras palabras,  $V_{k+1}$  es un subespacio vectorial de  $V_k$

$$V_{k+1} \subset V_k \quad (25)$$

De forma explícita se puede continuar este razonamiento

$$\{0\} \subset \dots \subset V_2 \subset V_1 \subset V_0 \subset V_{-1} \subset V_{-2} \subset \dots \subset L^2(-\infty, \infty) \quad (26)$$

Con esto se puede apreciar que el conjunto de subespacios forma lo que se llama el análisis multi-escala, a partir de  $L^2(-\infty, \infty)$

Análisis de resolución y descomposición en subespacios

Sea  $V_k$  un subespacio de resolución  $k$ , y  $V_{k+1}$  su correspondiente subespacio; se puede escribir lo siguiente

$$V_k = V_{k+1} \oplus 0_{k+1} \quad (27)$$

Siendo  $0_{k+1}$  el complemento ortogonal de  $V_{k+1}$ . Recalcando que  $\forall f(t) \in L^2(-\infty, \infty)$  puede ser aproximado por un elemento óptimo de  $V_k$ ; por ejemplo esto puede ser argumentado si se busca la aproximación de cuadrados mínimos de  $f(t)$  en  $V_k$  y que de tal manera dicha representación en términos elementos de  $V_k$  sea única. Se suele calcular la proyección de  $f(t)$  en  $V_k$  como

$$P_{V_k} f(t) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} 2^{-k} f(2^{-k}t - 1) \langle f(2^{-k}u - 1), f(u) \rangle \quad (28)$$

No siendo (28) otra cosa más que la aproximación de  $f(t)$  por cuadrados mínimos sobre una base de  $V_k$

El siguiente nivel de aproximación (menos refinado) será la proyección de  $f(t)$  en el subespacio  $V_{k+1} \subset V_k$

$$P_{V_{k+1}} f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} 2^{-(k+1)} \phi(2^{-(k+1)}t - 1) \langle \phi(2^{-(k+1)}u - 1), f(u) \rangle \quad (29)$$

De esta forma  $P_{V_k}$  y  $P_{V_{k+1}}$  son las proyecciones sobre  $V_k$  y  $V_{k+1}$

Comparando las bases de resolución  $V_k$  y  $V_{k+1}$ , se puede plantear a partir de las familias de paquetes de onda ortonormales, lo siguiente:

$$Q_{ol}^{\varepsilon}(t) = \begin{cases} Q_{ol}^{2\varepsilon'}(t) & \varepsilon = 2 \cdot \varepsilon' \\ Q_{ol}^{\varepsilon'}(t) & \varepsilon = \varepsilon' \end{cases} \quad (30)$$

Siendo  $\varepsilon' = 2^{-k}$ ,  $k = 0, \pm 1, \dots$

A partir de (18) y (20) se puede escribir:

$$V_k : \sqrt{2^{-k}} \phi(2^{-k} \cdot t - 1) = \sqrt{2^{-k}} \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{i \omega (2^{-k} \cdot t - 1)} d\omega =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \varepsilon'}} \int_{-\varepsilon'}^{\varepsilon'} e^{-2 \cdot \pi \cdot i \cdot \omega / 2 \cdot \varepsilon'} e^{i \cdot \omega \cdot t} d\omega = Q_{ol}^{2\varepsilon'}(t) \quad (31)$$

$$\Delta t = \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot \varepsilon} = 2^k$$

$$\Delta \omega = 2 \cdot \varepsilon' = \frac{2 \cdot \pi}{2^k} \quad (32)$$

Por contraste (análogamente)

$$V_{k+1} : \sqrt{2^{-(k+1)}} \cdot \phi(2^{-(k+1)} t - 1) = \sqrt{2^{-(k+1)}} \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{i \omega (2^{-(k+1)} \cdot t - 1)} d\omega = \quad (33)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \varepsilon'}} \int_{-\varepsilon'}^{\varepsilon'} e^{-2 \cdot \pi \cdot i \cdot \omega / 2 \cdot \varepsilon'} e^{i \cdot \omega \cdot t} d\omega = Q_{ol}^{\varepsilon'}(t)$$

Por las relaciones:

$$\Delta t = \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot \varepsilon} = 2 \cdot 2^k$$

$$\Delta \omega = 2 \cdot \varepsilon' = \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2^k} \quad (34)$$

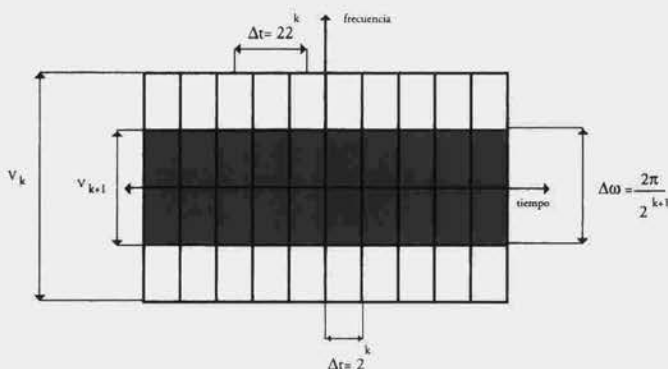


Figura 3. Esquemización conceptual de los espacios de aproximación y subespacios

Se pueden definir tres regiones o bandas bien definidas:

Banda de paso negativa:  $-\varepsilon' < \omega < -\varepsilon'/2$

Banda strip:  $-\varepsilon'/2 < \omega < \varepsilon'/$

Banda de paso positiva:  $\varepsilon'/2 < \omega < \varepsilon'$

$$V_k = \text{gen}\{Q_{ol}^{2\varepsilon'}(t) : l = 0, \pm 1, \dots\} \quad (35)$$

Que se puede escribir como:

$$V_k = \text{gen}\{Q_{ol}^{2\varepsilon'}(t) : l = 0, \pm 1, \dots\} \cup \{P_{ll}^{\varepsilon'/2} : l = 0, \pm 1, \dots\} \cup \{P_{-2l}^{\varepsilon'/2} : l = 0, \pm 1, \dots\} \quad (36)$$

$$V_k = \text{gen}\{Q_{ol}^{\varepsilon'/2} : l \in Z\} \quad (37a)$$

$$V_k = \text{gen}\{P_{ll}^{\varepsilon'} : l \in Z\} \cup \{Q_{ol}^{\varepsilon'/2} : l \in Z\} \cup \{P_{-2l}^{\varepsilon'} : l \in Z\} \quad (37b)$$

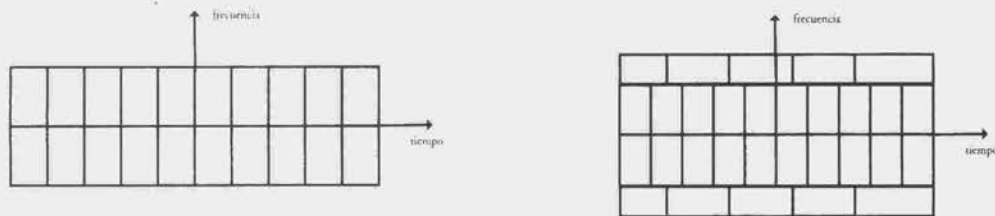


Figura 4. Relación de la resolución en el plano tiempo-frecuencia

Pero también se puede escribir como:

$$V_k = \underbrace{\text{gen}\{P_{ll}^{\varepsilon'/2} : l \in Z\}}_{V_{k+1}^+} \oplus \underbrace{\text{gen}\{Q_{ol}^{\varepsilon'/2} : l \in Z\}}_{V_{k+1}} \oplus \underbrace{\text{gen}\{P_{-2l}^{\varepsilon'/2} : l \in Z\}}_{V_{k+1}^-} \quad (38)$$

de tal manera que:

$$V_k = V_{k+1} \oplus 0_{k+1}^+ \oplus 0_{k+1}^- = V_{k+1} \oplus 0_{k+1} \quad (39)$$

### Análisis Multi-Escala

Comencemos por definir lo que se denomina análisis de multi-escala.

Sea entonces una secuencia incremental de espacios de Hilbert

$$\{V_k; \{0\} \subset \dots \subset V_2 \subset V_1 \subset V_0 \subset V_{-1} \subset V_{-2} \subset \dots \subset L^2(-\infty, \infty)\} \quad (40)$$

Si esta secuencia verifica:

i) Su unión en el espacio de funciones de cuadrado integrable ( $L^2(-\infty, \infty)$ ) (ésta es llamada condición de Completitud de Cauchy)

$$\bigcup_{k=-\infty} V_k = L^2(-\infty, \infty) \quad (41)$$

ii) Su intersección es la función nula.



$$\bigcup_{k=-\infty}^{\infty} V_k = \{0\} \quad (42)$$

iii) Cada espacio de resolución  $V_k$  está relacionado con el espacio de referencia por una dilatación de sus elementos:

$$x(t) \in V_k \Leftrightarrow x(2^k \cdot t) \in V_0 \quad (43)$$

iv) Existe una  $\phi \in L^2(-\infty, \infty)$ , tal que traslaciones enteras forman una base ortonormal del espacio central de aproximación  $V_0$

$$V_0 = \text{gen} \{ \phi(t-l); l \in Z \} \quad (44)$$

además

$$\int_{-\infty}^{\infty} \bar{\phi}(u-l) \cdot \phi(u-l') \cdot du = \delta_{ll'}$$

Entonces se cuenta con las herramientas fundamentales para realizar un estudio multi-escala. En este sentido, como en el proceso de audición se postulan procesos simultáneos en varias escalas a la vez, el MSA es fundamental para realizar un análisis mas profundo de los resultados del estudio BERA.

### Análisis Multi-Escala como Método de Medida

Cuando se plantea el análisis multi-escala, en realidad se está centrando la atención en dos objetivos. Por un lado la ubicación precisa de uno o más determinados comportamientos de la serie temporal o de la señal. Por otro lado se puede interpretar que el método es un poderoso microscopio con un zoom bien calibrado, de tal manera que amplifica amplitudes en forma óptima

El proceso de análisis multi-escala (MSA) requiere de dos pasos

- 1) Especificar la función de escala, la medida estándar.
  - 2) Medir y representar la señal relativa a los elementos de la base generados a partir de la función de escala
- Supongamos que ya se ha seleccionado una función de escala, entonces deberán calcularse los coeficientes que representan el nivel  $n$ -ésimo de aproximación de  $x(t)$ , por ejemplo por ajuste de cuadrados mínimos. Esto nos conduce a una matriz de coeficientes de la forma:

$$|P_{V_k} x(t)| = \left\{ \langle \sqrt{2^{-k}} \cdot \phi(2^{-k} u - l), x(u) \rangle; l \in Z \right\} \quad (45)$$

Lo que se denomina comúnmente aproximación discreta de  $x(t)$  a la resolución  $2^{-k}$  y constituye el resultado de un proceso de medida. En detalle se puede escribir que:

$$\langle \sqrt{2^{-k}} \cdot \phi(2^{-k} u - l), x(u) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \bar{\phi}(2^{-k} u - l) \cdot x(u) \cdot du = x(u) * \bar{\phi} \left( 2^{-k} \cdot \left\lfloor \frac{l}{2^{-k}} \right\rfloor \right) \quad (46)$$

La última expresión se puede resumir diciendo que es el efecto de aplicar el filtro sobre  $x(t)$  donde el espaciado entre puntos de la muestra es  $(2^k l)$

El análisis multi-escala (MSA) es también denominado análisis multiresolución (MRA). Si bien algunos autores los diferencian, en esencia se refieren al mismo concepto. Ambos estarán caracterizados por potencias de "2"

$$2^k, k \in Z$$

que corresponden a un conjunto de base de funciones ON

$$\left\{ \sqrt{2^{-k}} \cdot \phi(2^{-k} u - l) : l \in Z, k \in Z \right\} \quad (47)$$

La diferencia entre MRA y MSA es que resaltan dos aspectos de la misma cosa. Mientras uno se centra en la escala el otro fija la atención en la resolución, estando estas dos variables en relación inversa.

### Análisis Multi-Resolución y Wavelets

La tarea de identificar las propiedades de una señal comienza cuando se da una representación en función de elementos en un dado espacio de representación, por ejemplo  $V_0$ . De tal manera, el siguiente paso lo constituirán las proyecciones en los sucesivos subespacios. Este proceso de proyección suprime los detalles más finos de la señal (tal como se pudo ver en el ejemplo ilustrativo anterior de la base de Haar). Para contar con un seguimiento más fino de los detalles que se van suprimiendo en este proceso es que se introduce el complemento ortogonal de  $V_{k+1}$ , que será precisamente  $O_{k+1}$ .

En presente trabajo el análisis multiescala se limitará a la aplicación de wavelets para el estudio de la estructura en el plano tiempo-frecuencia de los registros de los potenciales auditivos de tronco encefálico con el principal objetivo de contribuir a su caracterización de topología fonoaudiológica y de mediciones clínicas en este sentido.

### Descripción de Datos y Resultados

Los potenciales auditivos evocados se han convertido en parte integral de los actuales métodos de estudio otológico y audiológico y los métodos espectrales se han aplicado con éxito, como por ejemplo en (Muthuswamy and Thakor, 1998) y (Thakor y colaboradores, 1993).

Con esta técnica es posible examinar la actividad neural desde los órganos terminales periféricos hasta las estructuras corticales encargadas de la audición.

En respuesta a un estímulo, se genera en la vía correspondiente una secuencia de fenómenos eléctricos que corresponden a los potenciales del receptor, al potencial de acción del nervio y a los potenciales sinápticos.

Estos pequeños fenómenos eléctricos son factibles de ser registrados bajo la forma de potenciales provocados o comúnmente denominados evocados.

Es un medio no invasivo, que permite la evaluación de la función sensorial y neural del sistema nervioso y representa además un recurso indirecto, pero importante para verificar y localizar la disfunción neurológica dentro de los sistemas no sensoriales, ya que las vías sensoriales corren paralelas a las vías motoras y pasan próximas a las áreas encefálicas vinculadas con los procesos vegetativos de conciencia y cognición. Se permite así a la clínica revelar una disfunción del sistema nervioso, sin manifestación por otros medios.

### Principios de Medición

Implica aplicar estímulos acústicos en serie, en forma regular o irregular, registrando los cambios en la actividad cerebral que ellos producen.

La computadora es la encargada de reconocer esa actividad cerebral, que corresponde a la respuesta auditiva desencadenada por el estímulo, separándola del resto de la actividad eléctrica, sea actividad cerebral, muscular, cardíaca, etc. (comúnmente denominados Artefactos o Ruido Eléctrico de Fondo). Esto se logra magnificando la respuesta al estímulo y minimizando el ruido eléctrico.

Debido a que al enviar un estímulo se generan distintos potenciales en diferentes niveles de la vía, esta respuesta es siempre igual, mientras que el ruido eléctrico, al no ser causado por el estímulo, se produce en forma aleatoria.

Por lo dicho es necesario que exista una sincronización entre el momento del "disparo" del estímulo y el comienzo del proceso de medida.

### **Filtrado**

El objeto del filtrado es el de eliminar la mayor parte del espectro de ruido de entrada, sin que esto modifique la amplitud o la morfología del potencial evocado. El ruido interferente en la zona de las bajas frecuencias está dado por la actividad cerebral y muscular, mientras que el de las altas frecuencias está originado fundamentalmente por el equipo utilizado. Se agrega un ruido frecuente producido por el zumbido de la línea de tensión, de 50 Hz.

Los límites de frecuencia de los filtros dependen de la porción de la vía a estudiar; muy distintos son los filtros utilizados por ejemplo para una prueba de C.E.R.A (corteza) que para un Ecoch-G (oído interno).

### **Rechazo Automático de Artefactos Interferentes**

Durante la toma del estudio pueden producirse oscilaciones de tensión fuera de lo normal, por lo que el equipo cuenta con un sistema automático de rechazo de estos artificios, permitiendo una posibilidad adicional de mejorar el contraste de la señal. Existe un rango, que se mide en  $\mu\text{v}$ , y es la excursión máxima permitida en la señal de entrada. Al activar esta opción, el sistema de adquisición no promedia los estímulos en que la señal de entrada haya excedido los niveles límites.

Si el valor es demasiado alto (baja sensibilidad) no discriminará y no rechazará los artificios, perdiendo definición en los registros.

### **Calibración de Estímulo e Intensidad**

Los estímulos se aplican en la mayoría de los potenciales evocados por medio de auriculares, pero es posible la utilización de alto parlantes (Ecoch) y auriculares de inserción en el canal auditivo (monitoreo intraquirúrgico).

Es necesario tener especial cuidado en el tratamiento eléctrico y magnético.

En cuanto a la calibración de la intensidad, en los potenciales no existen parámetros tan uniformes como en la audiometría tradicional; la orientación está dada midiendo en primer lugar el umbral auditivo subjetivo, en el paciente examinado, para determinar el estímulo que se ha de usar.

Como alternativa se trabaja con niveles equivalentes de presión acústica (medidos en decibeles de presión acústica efectiva) que equivale al nivel de presión acústica de un tono continuo referido a  $20 \mu\text{Pa}$  medidos en un acoplador de  $2 \text{ cm}^3$ , válido solamente para cada forma de estímulo y transformador dado.

Con frecuencias de estímulo de 10-20 Hz. es posible estudiar las respuestas de tronco encefálico; para

Ecoch-G la frecuencia de estimulación necesaria es de 100 Hz., para media latencia de 20-40 Hz., para larga latencia de 0.25 a 2 Hz.

Acorde al tiempo de aparición de cada uno de los potenciales es posible clasificarlos en:

Corta latencia: son las primeras respuestas registrables, mide los potenciales de las porciones más periféricas del sistema auditivo, cóclea, nervio auditivo hasta tronco encefálico.

Mediana latencia: investiga la vía auditiva por sobre tronco encefálico hasta corteza primaria.

Larga latencia: respuestas por sobre corteza primaria.

## **Electrodos**

Existe gran variedad de electrodos que pueden clasificarse en invasivos o no invasivos.

Los invasivos son los de aguja, cada vez menos utilizados, exclusivamente para la derivación de oído interno (ej. Ecoch-G).

Están aislados hasta su extremo, que punza el tímpano en un punto que se encuentra entre el limbo y el borde infero-posterior. Es importante fijar correctamente la aguja antes de comenzar el proceso de medición

Los no invasivos, también llamados de superficie, son similares a los utilizados en electroencefalografía.

Con el objeto de mantener la polaridad y resistencia, la mayoría de los electrodos están construidos con una mezcla de plata y cloruro de plata. El espacio entre el electrodo y la piel se llena con un gel o pasta conductora (cloruro de calcio, cloruro de sodio y bentonita) que disminuye la resistencia a la conducción y por ende mejora la transmisión.

Es importante la buena limpieza de la zona a colocar el electrodo, para reducir la impedancia a valores por debajo de 5 KOhms.

## **Colocación de los Electrodos**

La posición de los electrodos es uniforme, aunque con ciertas excepciones, independientemente de la derivación del potencial evocado. Según la Federación Internacional de Electroencefalografía, para todos los potenciales de origen central la recomendación es una gran separación entre electrodos, como ser en el caso de los auditivos vértex – mastoides (La ubicación de los electrodos se denomina de acuerdo a la convención internacional aceptada en medicina, esto es con una letra y un número. Los números pares corresponden a los electrodos posicionados sobre el hemisferio cerebral derecho y los impares a los que se ubican sobre el hemisferio izquierdo. En el caso de los estudios BERA la denominación es: Cz (electrodo central), M1-M2 (mastoides), A1-A2 (lóbulo del oído ipsilateral y/o contralateral al oído estimulado, respectivamente))

## **Amplificación**

En general se utilizan amplificadores del tipo diferencial, para mantener el mínimo de interferencias, provenientes de los campos magnéticos y eléctricos que se forman en las proximidades de los electrodos y el preamplificador. Estos amplificadores diferenciales amplifican la diferencia de tensión entre dos electrodos, tomando a un tercero indiferente como referencia, es decir que requieren tres entradas: una positiva (+), una negativa (-) y una neutra.

## **Promediador de Estímulos**

El filtrado es una forma de mejorar la relación señal-ruido, pero esto no es suficiente para extraer el poten-

cial evocado de la actividad de fondo, se recurre entonces a un procesamiento adicional: la promediación. Es esencial que exista una relación temporal constante entre el estímulo y la respuesta a éste. Esta relación temporal posibilita al mismo tiempo limitar las promediaciones a un lapso determinado después del estímulo (ventana temporal).

#### Respuesta del Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (BERA)

El registro obtenido está dado por cinco picos o deflexiones positivas, numeradas del 1 al 4 por Sohmer y del I al V según la clasificación de Jewet, actualmente utilizada, que tienen su origen en regiones cercanas a las porciones del sistema auditivo que se describen en la tabla 1:

Generador	Sohmer	Jewet
Nervio Auditivo	1	I
Núcleo Coclear	2	II
Complejo Olivario Superior	3	III
Núcleo Ventral del Lemnisco Lateral	4a	IV
Colliculus Inferior	4b	V

Tabla 1. Nomenclatura de los picos de ondas en estudios BERA

#### Parámetros de registro

En la tabla 2 se brindan los parámetros en los cuales se configuró el equipo de medición de potenciales auditivos evocados para los estudios del presente trabajo

Generador	1
Montaje de electrodos	Cz -M2/M1 Cz - A2/A1
Amplificación de la respuesta	100.000
Filtros pasa-alto / pasa-bajo	100 – 3000 Hz
Tiempo de Análisis	10 milisegundos
Promediaciones	1200 / 2000
Rechazo de Artefactos	Activado
Tipo de Estimulación	Banda Ancha No filtrado (Clicks)
Polaridad	Alternante
Duración	100 µs
Intensidad inicial	85 dBs. NHL
Frecuencia	No aplicable
Envolvente	No aplicable
Frecuencia de Estimulación	10 / segundo

Tabla 2. Configuración del equipo para de los estudios BERA utilizados

#### Características del BERA

Para analizar las respuestas auditivas del tronco encefálico, es necesario tener en cuenta:

Configuración - Morfología: es un elemento muy importante a tener en cuenta en el momento de analizar cualitativamente las respuestas obtenidas, ya que las ondas mantienen con gran consistencia una determinada forma y configuración donde es posible, en un trazado normal, reconocer los cinco (a veces siete) picos característicos.

Reproducción: bajo las mismas condiciones paramétricas, un mismo estímulo provoca una misma respuesta, por lo que se realizan como mínimo dos estimulaciones sonoras por cada oído para observar si la respuestas guardan las mismas característica morfológicas.

Amplitud: esta característica está en relación directa a la intensidad del estímulo utilizado para evocar la respuesta. La relevancia está puesta en la diferencia relativa entre los picos que componen la respuesta, particularmente entre la onda I y la onda V.

Latencia: es considerada el parámetro más importante en el análisis de la respuesta evocada de Tronco Encefálico. Está en relación indirecta a la intensidad del estímulo utilizado (a medida que se disminuye la intensidad del sonido aumenta la latencia de la onda hasta un punto en que desaparece). Consiste en medir el tiempo transcurrido entre el estímulo y la aparición de una determinada onda, expresando en forma directa la velocidad de conducción de las fibras de la vía auditiva. Se consideran dos tipos, el primero de los cuales es la latencia absoluta, tiempo transcurrido entre la estimulación y la aparición de determinada onda y el segundo la latencia relativa, tiempo transcurrido entre la aparición de una onda y otra. Las de mayor valor son las latencias I-V, conocidas como tiempo de conducción central (TCC) y reflejan el lapso de tiempo transcurrido para atravesar el tronco encefálico, ya que la onda I corresponde a la primera porción del nervio y es conocida como tiempo de conducción periférico (TCP); También se valora la latencia relativa I-III y la III-V.

Diferencia Interaural: parámetro importante a la hora de comparar los tiempos de respuesta de un lado con el otro, donde se mide la diferencia del tiempo absoluto de las ondas V, o la diferencia del intervalo I-V de cada lado.

Umbral: principal objetivo en la prueba otoneurológica, debido a que la onda V es la última en desaparecer; es ésta la que se persigue hasta que deja de observarse. Este umbral eléctrico está generalmente entre 10 - 15 dB nHL peor que el umbral audiométrico y es la zona frecuencial de estimulación. Es importante tener en cuenta el tipo de estímulo que se utilizó.

## Mediciones

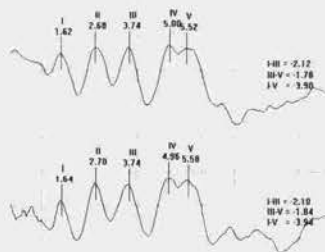


Figura 5. Resultados de estudio BERA en un sujeto normo-oyente (Los picos corresponden a la nomenclatura de la tabla1)

En el caso precedente se observa un estudio de potenciales evocados auditivos de Tronco Encefálico BERA, estimulado con clicks no filtrados (frec 3,4 kHz) de un adulto normo-oyente donde se obtienen trazados de muy buena configuración, morfología, con tiempos de conducción periférico (TCP) y tiempo de conducción central dentro de valores fisiológicos. Las diferencias de interlatencia V (0,02) y de los intervalos I-V (0,04) no revisten significación clínica.

Conclusiones del análisis fonoaudiológico clásico: resultados compatibles con buena permeabilidad de la vía auditiva y audición dentro de los valores normales en forma bilateral, en la zona frecuencial de estimulación

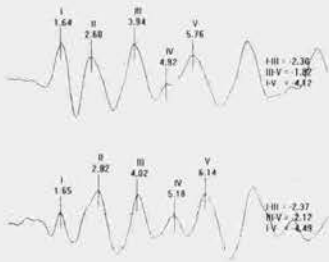


Figura 6. Resultados de estudio BERA en un sujeto con posibles patologías (Los picos corresponden a la nomenclatura de la tabla 1)

En la figura 6 se muestra el resultado para otro paciente, en donde la medición se realizó bajo las mismas condiciones que el de la figura 5; para este caso se obtiene un primer trazado, correspondiente al lado derecho, de muy buena configuración y morfología, con tiempos de conducción periférico (TCP) y tiempo de conducción central (TCC) dentro de valores fisiológicos, mientras que el segundo trazado, correspondiente al lado izquierdo, presenta un TCP en valores normales y un TCC aumentado a expensas de la onda V (diferencia I-V 4,49).

Las diferencias de interlatencia V (0,38) y de los intervalos I-V (0,37) revisten significación clínica. Conclusiones del Análisis Fonoaudiológico Clásico: resultados compatibles con buena permeabilidad de la vía auditiva y audición dentro de los valores normales para el lado derecho. Del lado izquierdo aumento del tiempo de conducción central. En estos casos se sugieren estudios básicos (audiometría, logaudiometría y timpanometría) y posterior diagnóstico por imágenes para descartar o clasificar patologías.

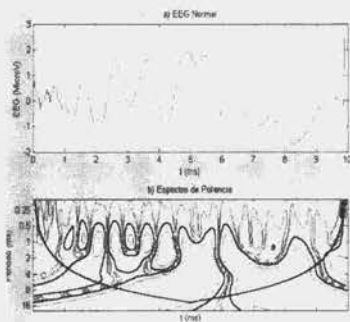


Figura 7 a. Estudio en el plano tiempo-frecuencia de un registro de un sujeto normoyente

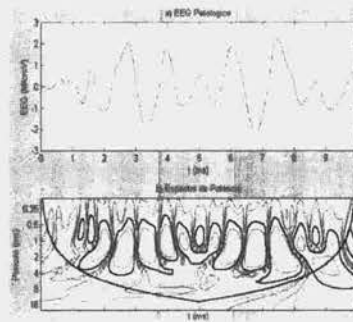


Figura 7 b. Estudio en el plano tiempo-frecuencia de un registro de un sujeto con posible patología

## Conclusiones Extendidas sobre la Base del Análisis Wavelet

En las figuras 7a y 7b se muestran los resultados de aplicar wavelets gaussianas a los datos de las figuras 5 y 6 respectivamente. Se puede apreciar por simple observación una importante diferencia en la distribución de los picos espectrales de ambas, y no sólo en la posición de los mismos, sino respecto de la precisión de su origen y finalización temporal, y de las relaciones entre ambas.

Por ejemplo, la determinación de la finalización de la onda V es muy importante en muchas situaciones de diagnóstico clínico, por otro lado es notable la diferencia que se ha obtenido en la morfología del plano tiempo - frecuencia entre un sujeto normoyente y uno con posible patología.

Por otro lado la onda V tiene su origen en el comienzo del registro hecho que no ha sido registrado por la clínica fonoaudiológica con herramientas tradicionales.

En ambos casos (figuras 7a y 7b) se han representado líneas de color negro mas intensas encerrando a ciertos picos espectrales; estas líneas se hallan demarcando los zonas del plano tiempo - frecuencia que

exhiben una alta significación estadística, si se las compara empleando un test de chi-cuadrado respecto de una distribución equivalente de ruido blanco. Además se puede observar una línea de color negro más gruesa en ambos gráficos que atraviesa todo el gráfico; esto está representando el cono de influencia, que define perfectamente dos zonas, una por sobre la cual los resultados no son influenciados por los efectos de borde, y otra por debajo de la misma, en la que todos los picos espectrales sí lo son, con lo cual y siguiendo a Torrence y Compo (1998) se aplicó en el análisis dos criterios para discriminar eventos, de tal manera que solo aquellos picos estadísticamente significativos y que no fuesen influenciados por la longitud de la serie de datos fueron tenidos en consideración. Desde ya se lograron recuperar todos y cada uno de los picos de la serie temporal original, más relaciones entre ellos y caracterizaciones que no se manifestaban en los registros tradicionales.

En el caso del BERA del sujeto con posible patología los picos espectrales estadísticamente significativos y por sobre el cono de influencia se hallan mayormente no vinculados en otras escalas, según se puede apreciar en la figura 7b, mientras que en la figura 7a varios máximos de potencia espectral wavelet se hallan vinculados en escalas correspondientes a períodos mayores.

Por otro lado, los picos espectrales para el caso de registro típico de un sujeto normoyente se hallan centrados sobre el eje de períodos en 1 milisegundo (figura 7a) mientras que para el caso patológico se encontró un desplazamiento de los mismos que los centra cerca de los 2 milisegundos (figura 7b).

## Discusión Final

Claramente con la metodología propuesta se ponen de manifiesto una serie de elementos de análisis y evaluación de resultados que no eran evidentes, y aún más eran desconocidos en la literatura, en los estudios clínicos clásicos de exámenes BERA.

Tan sólo por la estructura en el plano tiempo - frecuencia es posible diferenciar registros provenientes de estudios de potenciales auditivos evocados de tronco encefálico de sujetos normoyentes de otros con posibles patología. Como labor pendiente se puede destacar que resta asociar las diferencias entre los patrones en el plano tiempo - frecuencia con patologías bien definidas; de esta forma la metodología de análisis del presente trabajo brindará una contribución definitiva en el campo de los estudios clínicos audiológicos BERA.

## Referencias

- ALDROUBI A, UNSER M, editors. (1996) *Wavelets in Medicine and Biology*. Boca Raton, CRC Press.
- MALLAT, S. (2001) *Wavelet Tour of Signal Processing*, Academic Press.
- MUTHUSWAMY, J., THAKOR, N. (1998) Spectral analysis methods for neurological signals. *Journal of Neuroscience Methods* 83 1-14
- ROSENBLUM M. G., PIKOVSKY A. S., SCHAFER C., TASS P., KURTHS, J. (1999) Phase synchronization: From Theory to Data Analysis, in: Gielen S., Moss E, editors. *Handbook of Biological Physics*, Vol. 4. Elsevier Science, Neuro-informatics.
- SHANNON C. E. (1948) *A Mathematical Theory of Communication*. *Bell Syst Technol J*;27:379-23, 623-56.
- THAKOR N., XIN-RONG G., YI-CHUN S., HANLEY D. (1993) Multi-resolution Wavelet Analysis of Evoked Potentials. *IEEE Trans Biomed Eng*; 40:1085-94.
- TORRENCE, C., COMPO, G. (1998) *A Practical Guide to Wavelet Analysis*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 79, N° 1.



# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS ETANÓLICOS OBTENIDOS A PARTIR DE ALGUNOS VEGETALES FRENTE A ACEITES COMESTIBLES

*P. Della Rocca, J. M. Languasco, M. del C. Gutiérrez, M. Escalada Plá, H. Belcuore, C. A. Campos\**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
Departamento de Ingeniería Química, Grupo de Tecnología de Alimentos  
Medrano 951 (1179) Buenos Aires, Argentina  
\*E-mail: pugalareo@sinctis.com.ar

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antioxidante de extractos etanólicos obtenidos a partir de especies vegetales (cáscaras de calabaza, orujo de uva, cáscaras de maíces, porotos de soja y romero) en aceites comestibles (de oliva, soja, girasol y maíz) durante su almacenamiento a una temperatura de 60 °C. Asimismo, con el fin de examinar el comportamiento de uno de estos extractos en presencia de un prooxidante, se llevaron a cabo algunas experiencias con el agregado de CuCl. En todos los casos, los resultados fueron comparados con la capacidad antioxidante de un antioxidante sintético, el butilhidroxitolueno (BHT) y una muestra de control (sin antioxidante). A partir de los resultados obtenidos fue posible inferir que los extractos etanólicos de porotos de soja y romero poseen actividad antioxidante sobre los aceites de oliva y maíz, respectivamente.

## Abstract

The aim of this work was the evaluation of the antioxidant activity of ethanolic extracts from vegetable species (large squash skin, crushed grape skin, peanut hulls, soja beans and rosemary) in commercial edible oils (olive, soja, sunflower and corn oil). Also, some oxidation experiments were carried out in the presence of a prooxidant CuCl. In all cases, the results were compared with the antioxidant activity of a synthetic antioxidant, butylated hydroxy toluene, BHT and that of a control sample (without antioxidant). Results showed that ethanolic extracts of soja beans and rosemary possess antioxidant activity protecting olive and corn oil from oxidation, respectively.

## Introducción

El deterioro oxidativo de grasas y aceites en los alimentos es responsable de su rancidez y la disminución en su calidad nutricional al formarse compuestos secundarios potencialmente tóxicos (Sherwin, 1990; Shahidi y Wanasundara, 1992). Los antioxidantes retardan la oxidación de los lípidos. En consecuencia, preservan el sabor, aroma y color de los alimentos, así como previenen la destrucción de vitaminas. Los de origen sintético como el butilhidroxianisol (BHA), el butilhidroxitolueno (BHT) y la terbutil-

hidroquinona (TBHQ) son usados en la industria alimenticia frecuentemente debido a su efectividad y bajo costo (Duh y Yen, 1997). Sin embargo, la toxicología de sus productos de degradación ha sido discutida extensamente en los últimos años (Shahidi y Wanasundara, 1992). El TBHQ está prohibido en Japón y ciertos países de Europa (Shahidi, 1997) y algunos autores reportan al BHA y BHT como carcinogénicos (Ito y col., 1982)

Actualmente existe un creciente interés en la búsqueda de sustitutos de los antioxidantes sintéticos que ha fomentado la investigación en la obtención de antioxidantes naturales.

Muchas especies vegetales son fuentes de antioxidantes naturales potencialmente seguros. En la mayoría, los componentes activos aislados en ellas son polifenoles. Varios de ellos han sido estudiados y propuestos para proteger a las grasas de su oxidación (Hagerman y col., 1998; Furuta y col., 1997; Gazzani y col., 1998; Hertog y col., 1992; Vinson y col., 1998).

Sobre la base de lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de varias especies vegetales (cáscaras de calabazas, orujo de uvas, cáscaras de maníes, porotos de soja y romero) en aceites comestibles (de oliva, soja, girasol y maíz) durante su almacenamiento a una temperatura de 60 °C.

Existen antecedentes en la bibliografía acerca de la actividad antioxidante de distintos vegetales, por ejemplo, Duh y Yen (1997) encontraron que las chauchas previenen la oxidación del aceite de soja en forma más efectiva que la obtenida con el uso de antioxidantes sintéticos tales como BHA y tocoferol. Por otra parte, los extractos de cáscaras de maníes mostraron ser efectivos antioxidantes frente a los aceites de soja y de maní, evidenciando similar efectividad que el uso de BHA. Suja y col. (2004) encontraron que el extracto metanólico de torta de semillas de sésamo es más efectivo como antioxidante que el BHT.

## **Materiales y métodos**

### **Preparación de los extractos**

Los residuos utilizados fueron: cáscaras de calabazas, orujo de uvas, cáscaras de maníes y porotos de soja. También se empleó una especie vegetal, romero. Las muestras se molieron y tamizaron para extraer una fracción de tamaño de partícula menor a 400  $\mu\text{m}$ . El solvente de extracción empleado fue etanol al 96 %. Los extractos de porotos de soja, cáscaras de maníes, cáscaras de calabazas y orujo de uvas se prepararon en una concentración de 10 % m/v y luego se concentraron con una bomba de vacío, a temperatura ambiente, hasta una concentración de 50 % m/v. El extracto de romero se preparó en una concentración inicial de 20 % m/m y se maceró durante 2 h.

### **Ensayos de oxidación**

Las pruebas de oxidación se llevaron a cabo en aceites comerciales de oliva, soja, girasol y maíz. Para ello se colocaron 20 ml de aceite y 5 ml de extracto en frascos color caramelo de 125 ml de capacidad. El sistema de control estaba compuesto por 20 ml de aceite, 4,5 ml de solvente y 0,35 ml de agua. En la muestra con BHT, éste se agregó en una concentración de 0,01 % como se recomienda su uso (Winata y Lorenz, 1996). La composición de la misma fue de 20 ml de aceite, 4,5 ml de solvente, 0,35 ml de agua y 2,5 mg de BHT. En los ensayos en presencia de un prooxidante se empleó solución etanólica de CuCl al 0,0016 % p/v en la muestra.

En todos los casos, las muestras fueron almacenadas a una temperatura de  $60 \pm 0,5$  °C y a distintos intervalos de tiempo se evaluó su grado de oxidación mediante la determinación del índice de peróxido. Éste se determinó según el método propuesto por la AOAC (1990). Todos los análisis se llevaron a cabo por triplicado y los resultados expuestos corresponden al promedio de las determinaciones.

## Resultados

Los extractos etanólicos de porotos de soja en aceite de oliva mostraron una importante actividad antioxidante, si bien ésta es algo menor que la demostrada con el antioxidante sintético BHT a las concentraciones analizadas. Los resultados se pueden apreciar en la Figura 1.

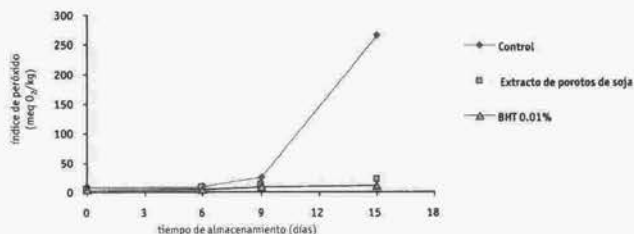


Figura 1 Índice de peróxido (meq de O<sub>2</sub>/kg) del aceite de oliva en ausencia de antioxidante (control), en presencia de extracto etanólico de porotos de soja y de un antioxidante sintético (BHT) al 0,01 %.

En el aceite de girasol con extractos de cáscaras de maníes se pudo apreciar una leve capacidad antioxidante, como muestran los resultados en la Figura 2.

En las muestras de cáscaras de calabaza en aceite de oliva y orujo de uvas en aceite de soja no se apreciaron resultados favorables en las concentraciones anteriormente mencionadas.

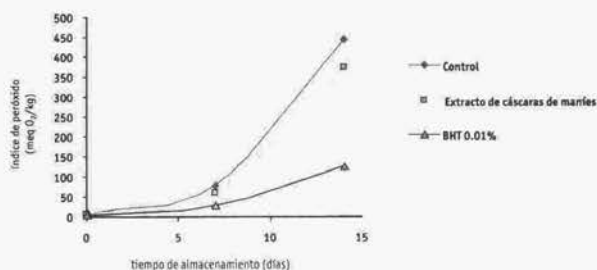


Figura 2 Índice de peróxido (meq de O<sub>2</sub>/kg) del aceite de girasol en ausencia de antioxidante (control), en presencia de extracto etanólico de cáscaras de maníes y de un antioxidante sintético (BHT) al 0,01 %.

En los ensayos de aceite de maíz con prooxidante, el extracto etanólico de romero demostró una mejor capacidad antioxidante que el BHT a las concentraciones analizadas. La Figura 3 muestra los resultados obtenidos.

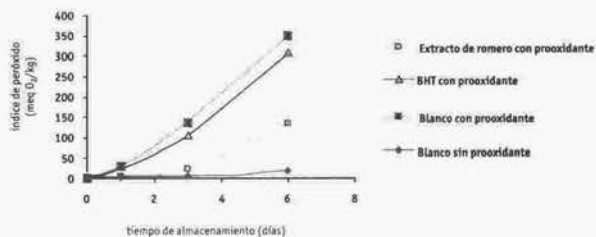


Figura 3. Índice de peróxido (meq de O<sub>2</sub>/kg) del aceite de maíz

La acción antioxidante de los extractos de soja y romero es coincidente con la reportada por otros autores. Joyeux y col. (1998) también encontraron que extractos de romero protegían a los aceites vegetales de la oxidación. Tian y White (1994) llevaron a cabo una serie de experiencias sobre la capacidad antioxidante de los extractos de avena en aceite de soja y de algodón. En general, se postula que la actividad antioxidante detectada se relaciona con la presencia de compuestos fenólicos (Martínez Tomé y col.,

2001; Moure y col., 2001). En el caso de especias como el romero, la mayor objeción contra el uso de las mismas reside en el característico aroma que imparten a los productos, lo que limita la cantidad que puede ser adicionada sin perjuicio de las propiedades sensoriales del alimento (Madsen y Bertelsen, 1995). En la soja las isoflavonas, en especial la genisteína, en sus formas glicosídicas, son las responsables de sus propiedades antioxidantes (Dziedzic y Hudson, 1982).

## Conclusiones

Los extractos etanólicos de porotos de soja y romero poseen actividad antioxidante sobre los aceites estudiados. Esta actividad es mayor en el caso de extracto de romero y menor, para el extracto de porotos de soja, que la demostrada con el antioxidante sintético BHT en las concentraciones ensayadas. Si bien los antioxidantes naturales parecerían poseer una capacidad inhibitoria aceptable sobre la oxidación de los lípidos y hasta el momento su uso cuantitativo no se halla regulado, debería realizarse tanto un estudio económico detallado de su posibilidad de uso en una escala práctica, como la evaluación de su potencial toxicidad.

## Referencias

- AOAC. (1990) *Official Methods of Analysis*, Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- DUH P.D.; YEN, G.C. (1997) Antioxidant efficacy of methanolic extracts of peanut hulls in soybean and peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 74 (6), 745-748.
- DZIEDZIC S.; HUDSON B. (1983) Hydroxy isoflavones as antioxidants for edible oils. *Food Chemistry* 11, 161-166.
- FURUTA, S.; NISHIBA, Y.; SUDA, Y. (1997) Fluorometric assay for screening antioxidative activity of vegetables. *Journal of Food Science*, 62, 526-528.
- GAZZANI, G.; PAPETTI, A.; MASSOLINI, G.; DAGLIA, M. (1998) Anti and prooxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4118-4122.
- HAGERMAN, A.E.; RIEDL, K.M.; JONES, G.A.; SOVIK, K.N.; RITCHARD, N.T.; HARTZFELD, P.W.; RIECHEL, T.L. (1998) High molecular weight polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1887-1892.
- HERTOG, M.G.L.; HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. (1992) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2379-2383.
- ITO, N.; HAGIWARA, A.; SHIBATA, M.; OGISO, T.; FUKUSHIMA, T. (1982) Induction of squamous cell carcinoma in the forestomach of F344 rats treated with butylated hydroxyanisole. *Gann*, 73, 332-334.
- MADSEN, H.; BERTELSEN, G. (1995) *Trends in Science and Technology*, 6, 271-277.
- MARTINEZ-TOMÉ, M.; JIMENEZ, A.; RUGGIERI, S.; FREGA, N.; STRANNIOLI, R.; MURCIA, A. (2001) Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food Protection*, 64 (9), 1412-1419.
- MOURE, A.; CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J.M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUÑEZ, M.J.; PARAJO, J.C. (2001) Review: Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72, 145-171.
- Shahidi, F. (1997) *Natural antioxidants-chemistry, health effects, and applications*. AOAC Press.
- Shahidi, F.; Wanasundara, P.K. (1992) Phenolic Antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol 32, N°1, 67-103.
- SHERWIN, E.R. (1990) Antioxidants. In A. L. Brannen, P.M. Davidson, S. Salminen, *Food antioxidants*, New York: Marcel Dekker Inc.
- VINSON, J.A.; HAO, Y.; SU, X.; ZUBIK, L. (1998) Phenol antioxidant quantity and quality in food vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3630-3634.
- WINAIA, A.; LÖRENZ, K. (1996) Antioxidant potential of 5-n-penta-decylresorcinol. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20, 417-429.

## Instrucciones para la presentación de artículos

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.

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 - Dr. Isaac Marcos Cohen

Facultad Regional Buenos Aires

Secretaría de Ciencia y Técnica

Medrano 951 (C1179AAQ) Buenos Aires, República Argentina

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 (no debe exceder las 20 páginas por trabajo incluyendo imágenes, figuras y tablas).

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 existen) 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.

MAGNITUD	CONDICIÓN A	CONDICIÓN B
Magnitud A	1a	1b
Magnitud B	2a	2b

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

## 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 internamente 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>AUS Oscar Noguez</i>
Secretario de Cultura v Extensión Universitaria	<i>Ing. Guillermo Oliveto</i>
Secretario de Asuntos Estudiantiles	<i>Sr. Juan Iribelli</i>
Secretario de Gestión Académica	<i>Ing. Marcelo Horacio Giuna</i>
Subsecretario Área Graduados	<i>AUS Ricardo Saller</i>
Subsecretaria Administrativa	<i>Sra. Marta Yolanda Haberman</i>
Subsecretaria de Relaciones Públicas e Institucionales	<i>Sra. Patricia M. De Marco</i>
Director de Departamento Ingeniería Civil	<i>Ing. Silvio Bressan</i>
Director de Departamento Ingeniería Eléctrica	<i>Ing. Eduardo Spittle</i>
Director de Departamento Ingeniería Electrónica	<i>Ing. Jorge Sinderman</i>
Director de Departamento Ingeniería Industrial	<i>Ing. Raúl Sack</i>
Director de Departamento Ingeniería Mecánica	<i>Ing. Diego Villalba</i>
Director de Departamento Ingeniería Naval	<i>Ing. César Legaspi</i>
Director de Departamento Ingeniería Química	<i>Ing. María del Carmen Gutiérrez</i>
Director de Departamento Ingeniería en Sistemas de Información	<i>Lic. Carlos Tomassino</i>
Director de Departamento Ingeniería Textil	<i>Ing. Esteban Bertagni</i>
Director de Departamento Ciencias Básicas	<i>Ing. Jorge Alborés</i>
Director Académico de Posgrado	<i>Dr. Fernando Nápoli</i>
Director Administrativo de Posgrado	<i>Ing. Urano Schiffrini</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)