

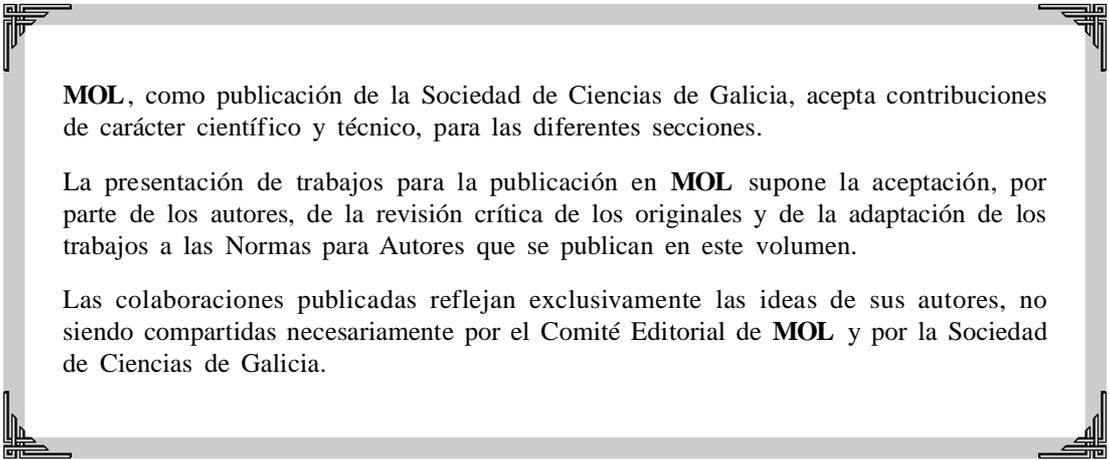
# MOL

---

SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

Nº 7 • Noviembre de 1999

---



**MOL**, como publicación de la Sociedad de Ciencias de Galicia, acepta contribuciones de carácter científico y técnico, para las diferentes secciones.

La presentación de trabajos para la publicación en **MOL** supone la aceptación, por parte de los autores, de la revisión crítica de los originales y de la adaptación de los trabajos a las Normas para Autores que se publican en este volumen.

Las colaboraciones publicadas reflejan exclusivamente las ideas de sus autores, no siendo compartidas necesariamente por el Comité Editorial de **MOL** y por la Sociedad de Ciencias de Galicia.

# SUMARIO

## ESTUDIOS

APLICACIÓN DE MÉTODOS BIOELÉCTRICOS AL ESTUDIO DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR DIFERENTES TIPOS DE ESTRÉS EN PLANTAS JÓVENES DE <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Salvador Bará Temes</i> .....	5
MATEMÁTICAS DE AYER Y DE HOY <i>Enrique Vidal Costa</i> .....	12
DIOXINAS, PIENSOS Y CÁNCERES <i>Manuel-Luis Casalderrey</i> .....	15

## EXPERIENCIAS

A EDUCACIÓN AMBIENTAL: UNHA FERRAMENTA BÁSICA NO PROXECTO DE RECUPERACIÓN DA PRAIA DA FONTAÑA (VIGO) <i>Eduardo C. González Martínez, Francisco Sierra Abraín, Gemma Laso Rodríguez</i> .....	17
PLAN PARA EL FOMENTO DE LAS VOCACIONES INVESTIGADORAS <i>Alfonso J. Vázquez</i> .....	20

## INSTITUCIONES

LOS TÍTULOS PROPIOS DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA. MASTERS Y CURSOS DE POSTGRADO <i>Eduardo J. Pásaro Méndez</i> .....	24
--	----

## OPINIÓN

SOCIEDADES CIENTÍFICAS <i>Manuel Calvo Hernando</i> .....	29
<b>NORMAS PARA AUTORES</b> .....	30

## COMITÉ EDITORIAL

Manuel L. Casalderrey García  
Miguel García Limeses  
Pedro García Limeses  
José M<sup>a</sup> Gil Villanueva  
Francisco J. López-Perea Lloveres  
Íñigo López-Riobóo Ansorena  
Rosanna López Salgueiro  
Eladio J. Rodríguez Gandoy  
Antonio M. de Ron Pedreira  
José A. Vega Hidalgo

## EDITA

SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA  
Apartado de Correos 240  
36080 Pontevedra. España  
Tel: 629 933205  
e.mail: csgpoarp@cesga.es

*Maquetación:* M-O Asociados. Tel. 986 863350  
*Imprime:* Gráficas Anduriña  
*Depósito Legal:* PO-524/99  
*ISSN:* 1133 - 3669



## ESTUDIOS

# APLICACIÓN DE MÉTODOS BIOELÉCTRICOS AL ESTUDIO DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR DIFERENTES TIPOS DE ESTRÉS EN PLANTAS JÓVENES DE *Eucalyptus globulus*

por

Salvador Bará Temes\*

Doctor en Ciencias Químicas. Pontevedra

## Antecedentes

El seguimiento de la evolución de los daños que se pueden presentar en las plantas, producidos por diversas causas, implica una serie de limitaciones con los métodos usuales.

Este trabajo desarrolla un estudio, realizado sobre plantas jóvenes de *E. globulus*, para conocer como varían, con el tiempo, las mediciones de conductividad, biocorriente y el empleo de ondas cuadradas, en relación con distintos tipos de daños inducidos.

En 1990, Bará et al. dieron a conocer los resultados de una experiencia, realizada sobre plantas jóvenes de *Pinus pinaster* Aiton, sometidas a diversos daños. Su evolución fue seguida por mediciones de conductividad, biocorriente, biopotencial, Bomba de Scholander y el uso de ondas cuadradas.

La biocorriente se mostró útil en el diagnóstico de daños por salinidad y sequía. La medida de la conductividad fue eficaz para determinar daños por salinidad y calor. La medida de presión de savia manifiesta bien los estados de sequía y de exceso de humedad.

El método de ondas cuadradas permitió estudiar los daños producidos por salinidad, sequía, calor y daño mecánico, presentando características diferenciales con el testigo.

El seguimiento de los daños producidos por el fuego es de gran interés, ya que el conocimiento de su evolución permite planificar el destino de la masa: si los árboles van a terminar muriendo, la solución es la corta y una nueva plantación, lo que permite ganar tiempo y aprovechar los efectos positivos del incendio (aporte masivo de cenizas fertilizantes), y aminorar los negativos (erosión).

Posteriormente, Bará et al. (1991) estudiaron los daños producidos por un incendio experimental en un rodal de *Pinus radiata* D. Don. de 16 años de edad. La medida de la conductividad discriminó bien los árboles dañados de los testigos. Los valores de biocorriente fueron algo más elevados en los árboles quemados que en los sanos. Las ondas cuadradas, con el método de una sonda, dieron resultados muy significativos: los voltajes de salida, en los árboles quemados, fueron inferiores a los de los testigos, en los tres rangos de frecuencia utilizados (50, 1 y 50 kHz). El valor de la razón  $V_{50\text{Hz}}/V_{50\text{kHz}}$  se mantiene más alto en los árboles quemados, aunque la diferencia relativa no es grande.

Con el método de tres sondas la media general de los voltajes de salida es mayor en los árboles quemados que en los testigos, en el primer período de seguimiento. En el segundo período esta media es menor en los árboles quemados. La razón  $V_{50\text{Hz}}/V_{50\text{kHz}}$  es mayor en los árboles quemados, durante todo el desarrollo de la experiencia. Se consideran varias relaciones, entre los valores de las mediciones, que son muy significativas en la determinación de los daños.

La muerte de los árboles, pudo ser correlacionada con mediciones realizadas 1 mes después del incendio. Algunos árboles tardaron en morir año y medio. Los parámetros utilizados para llegar a estos resultados fueron, entre otros: distinto aspecto de la onda cuadrada a 1 kHz y a 50 kHz para los árboles que van a morir con respecto a los testigos; valor de la razón de voltajes de salida  $V_{50\text{Hz}}/V_{50\text{kHz}}$ . En el caso más favorable el porcentaje de aciertos llegó al 85%.

## Material y métodos

Para el desarrollo de la experiencia se utilizaron plantas de eucalipto de 1 metro de altura media, en maceta, situándolos bajo un techado de plástico traslúcido. Para cada tratamiento se dispusieron 50 plantas. Para la medición con el método de una sonda se utilizan 6 plantas. Con el método de tres sondas se emplean otras seis. La medición de biocorriente y conductividad se hace sobre grupos de 15 plantas respectivamente, quedando 8 plantas de reserva. Sería deseable medir todos los parámetros en las mismas plantas, pero ello supondría un elevado número de pinchazos que terminarían dañando la planta seriamente, impidiendo un seguimiento prolongado.

La conductividad y la biocorriente se midieron, en cada planta, a tres alturas del suelo: 5, 20 y 40 cm.

Con el método de una sonda, empleando ondas cuadradas, las mediciones en el tallo se hicieron a 5 cm del suelo y las de la guía 10 cm por debajo del brote más alto.

Con el método de tres sondas estas se situaron a 5, 30 y 55 cm del suelo, respectivamente. El voltaje de entrada fue de 6 voltios pp y las mediciones se hicieron a 50, 1k y 50 kHz, en ambos métodos (1S y 3S). Además de un generador de ondas, se utiliza un osciloscopio de dos canales.

Las mediciones de conductividad se realizan con un conductivímetro portátil y las de biocorriente con un microamperímetro que puede apreciar 0,01 microamperios.

\* Jefe del Departamento de Producción Forestal del Centro de Investigación Forestal de Lourizán, (Jubilado).

Todas las sondas que se utilizan en las mediciones son de diseño personal y van unidas a los aparatos por medio de cable coaxial con los conectores adecuados. Aunque estos métodos ya se han descrito (Bará et al. 1990), en la figura 1 se muestra un esquema de las distintas mediciones. En el método de 3S, la Posición 1 consiste en inyectar la señal en A1; P1A es la señal recogida por A2 y P1B la recogida por A3 y análogamente para P2 y P3.

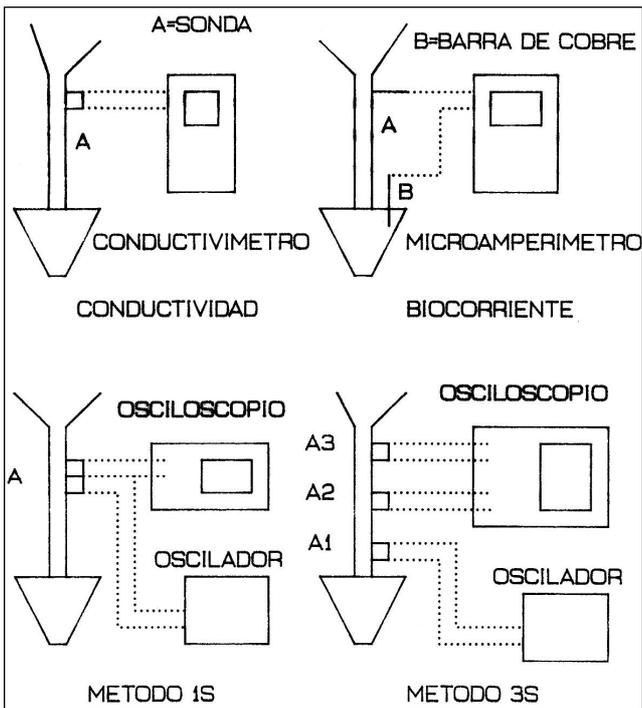


Figura 1.—Esquema de los diferentes tipos de medición empleados.

El 14-4-1989 se iniciaron los tratamientos, que fueron los siguientes:

**Daño mecánico:** Con una navaja se provocan cortes en la parte baja del tallo, afectando al floema.

**Salinidad:** Se riega cada maceta con 5 g de cloruro sódico disueltos en 25 ml de agua. El 19-6-89 se repite el tratamiento al observar su escasa efectividad; se volvieron a aplicar 10 g de sal disueltos en 50 ml de agua.

**Sequía:** Las macetas reposan sobre una lámina plástica para evitar que las raíces obtengan humedad del suelo. Se riegan lo estrictamente necesario para evitar que se marchiten.

**Contaminación (SO<sub>2</sub>):** Se disuelven 0,3 g de azufre en 2 ml de sulfuro de carbono y se quema, bajo una cubierta de plástico que cubre las plantas, dejándolo actuar tres horas y cuarto.

**Calor:** Con un pequeño soplete de butano se producen quemaduras en el tallo, cerca del suelo.

**Exceso de humedad:** Las plantas se sitúan en una depresión del suelo, impermeabilizada con una lámina de plástico. Se riegan con frecuencia, reposando las macetas sobre unos centímetros de agua.

**Testigo:** Plantas que sirven de referencia.

Excepto los tratamientos de exceso de humedad y sequía, los restantes se riegan de modo normal.

El período de seguimiento comprende de Abril a Julio, realizando mediciones cada 20 días, aproximadamente.

## Resultados y discusión

### Conductividad

Los valores medios obtenidos, a lo largo de la experiencia, se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores medios de conductividad y significación respecto al testigo. Expresado en microsiemens.

<b>5 cm</b>	<u>Testigo</u>	<u>Calor</u>	<u>SO<sub>2</sub></u>	<u>Dañ. mec.</u>	<u>Exc. hum.</u>	<u>Sequía</u>	<u>Salin.</u>
Media	37,05	15,55	27,97	23,45	26,67	26,60	72,15
Máxim.	45,30	18,50	33,00	27,90	32,00	39,80	105,0
Mín.	29,70	12,20	22,10	19,20	23,40	14,70	42,80
Signi.	----	<b>0,997</b>	0,857	<b>0,990</b>	0,899	0,810	0,892
<b>20 cm</b>							
Media	39,72	33,42	27,50	37,82	24,90	28,65	82,47
Máxim.	46,30	38,00	38,80	39,30	28,00	42,80	115,8
Mín.	34,70	27,80	21,20	35,00	20,80	17,40	47,40
Signi.	----	<b>0,965</b>	0,889	0,487	<b>0,983</b>	0,870	0,885
<b>40 cm</b>							
Media	47,15	38,77	21,22	44,10	30,25	31,35	105,6
Máxim.	59,80	43,20	28,90	46,80	33,40	46,50	168,1
Mín.	41,00	34,30	11,80	40,40	27,80	16,00	55,30
Signi.	----	0,851	<b>0,972</b>	0,522	<b>0,986</b>	<b>0,950</b>	0,847

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

A la vista de los resultados se puede deducir que el tratamiento calor provoca una disminución de la conductividad, que es más apreciable a 5 cm, es decir, en la zona de daño. El valor obtenido es el más bajo de todos los tratamientos; la razón de este valor al del testigo es 0,42. En el estudio, ya mencionado, sobre *P. pinaster*, también coincidió ser allí el valor más bajo, siendo la razón respecto al testigo 0,55.

El tratamiento con SO<sub>2</sub> manifiesta una disminución de la conductividad en la gula, lo que está de acuerdo con los síntomas de marchitez que presentaba esa zona de las plantas. Este valor es el más bajo de toda la serie, siendo la razón con respecto al testigo, 0,45. Este tratamiento presenta la particularidad de tener una conductividad menor a 40 cm que a 20 cm.

El daño mecánico también provoca una disminución de la conductividad en la zona de daño, sin duda por la necrosis de tejidos que se produce.

El Exceso de humedad no es bien tolerado por las plantas y la guía manifiesta una disminución significativa de la conductividad.

La sequía presenta valores más bajos que el testigo, si bien sólo son significativos los correspondientes a la guía.

Pese a que todas las mediciones del tratamiento salinidad presentan valores por encima del testigo, la significación es pobre. Esto se debe a que, en mitad de la experiencia, a este tratamiento se le adicionó nuevamente sal, considerando que las mediciones que se obtenían indicaban poca influencia del tratamiento. Esto provocó que se alterara la pauta de variación con respecto al testigo. Este aumento de conductividad se obtuvo igualmente en el estudio con *P. pinaster*.

## Biocorriente

Los valores de la biocorriente, correspondientes a los tratamientos, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores medios de la biocorriente y significación respecto al testigo. Expresado en microamperios.

<b>5 cm</b>	<u>Testigo</u>	<u>Calor</u>	<u>SO<sub>2</sub></u>	<u>Sequía</u>	<u>Salin.</u>	<u>Dañ. mec.</u>	<u>Exc. hum.</u>
Media	4,68	3,32	2,82	1,93	4,64	4,47	4,35
Máxim.	5,74	4,00	3,11	2,42	6,92	5,14	4,73
Mín.	3,80	2,84	2,09	1,47	3,32	3,98	3,91
Signi.	----	<b>0,967</b>	<b>0,982</b>	<b>0,979</b>	0,051	0,273	0,400
<b>20 cm</b>							
Media	1,86	1,61	1,20	0,85	1,64	2,01	1,36
Máxim.	2,58	1,90	1,51	1,31	2,46	2,14	1,60
Mín.	1,38	1,38	0,85	0,43	1,20	1,77	1,23
Signi.	----	<b>0,952</b>	<b>0,950</b>	<b>0,948</b>	0,875	0,437	<b>0,951</b>
<b>40 cm</b>							
media	1,23	1,05	0,77	0,54	0,98	1,34	0,78
Máxim.	1,75	1,23	1,10	0,82	1,45	1,51	0,97
Mín.	0,95	0,95	0,54	0,22	0,68	1,15	0,69
Signi.	----	<b>0,936</b>	<b>0,913</b>	<b>0,947</b>	0,946	0,483	<b>0,979</b>

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

Los tratamientos Calor, SO<sub>2</sub> y sequía muestran valores de biocorriente significativamente menores que el testigo, en los tres puntos de medición, correspondiendo a sequía los más bajos de todos los tratamientos. Este mismo resultado, en sequía, se produjo en la experiencia con *P. pinaster*.

## Aplicación de ondas cuadradas

### Método de 1 sonda (1S)

Los voltajes de salida, obtenidos para cada tratamiento, así como la significación respecto al

testigo, se presentan en la Tabla 3.

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

Solamente se muestran significativos los valores de salinidad correspondientes a la guía. La razón  $V_{50\text{Hz}}/V_{50\text{kHz}}$ , es significativa, tanto para el tallo como la guía, en los tratamientos Calor y sequía, quedando por encima del testigo. No obstante, la razón para el calor es bastante más elevada que para sequía. Esta razón también es significativa en el tratamiento Daño mecánico, en el tallo y en el tratamiento SO<sub>2</sub> en la guía. Estos resultados parecen indicar que esta razón responde bien, en estas plantas, a la desecación del floema.

Tabla 3. Voltajes de salida y significación respecto al testigo. Valores medios, en voltios, de todas las frecuencias. Método IS.

Tallo	Testigo	Calor	Sequía	Salin.	Dañ. mec.	Exc. hum.	SO <sub>2</sub>
Media	1,816	1,792	1,810	1,798	1,732	1,900	1,928
Máxim.	1,860	2,020	1,920	1,930	2,090	1,950	2,140
Mín.	1,740	1,650	1,680	1,580	1,500	1,830	1,800
Signi.	-----	0,287	0,153	0,184	0,573	0,836	0,847
Guía							
Media	1,310	1,412	1,150	1,462	1,358	1,262	1,364
Máxim.	1,460	1,630	1,410	1,670	1,540	1,690	1,830
Mín.	1,220	1,240	0,790	1,280	1,160	1,030	0,520
Signi.	-----	0,737	0,839	<b>0,904</b>	0,299	0,267	0,186
V <sub>50Hz</sub> /V <sub>50KHz</sub>							
Tallo							
Media	1,186	2,154	1,300	1,208	1,736	1,252	1,222
Máxim.	1,250	2,740	1,390	1,230	2,050	1,360	1,290
Mín.	1,110	1,500	1,190	1,190	1,320	1,200	1,130
Signi.	-----	<b>0,991</b>	<b>0,932</b>	0,501	<b>0,978</b>	0,879	0,726
Guía							
Media	1,054	1,126	1,462	1,102	1,108	1,136	1,576
Máxim.	1,130	1,240	1,840	1,200	1,140	1,290	2,550
Mín.	1,000	1,040	1,220	1,040	1,080	1,030	1,140
Signi.	-----	<b>0,962</b>	<b>0,990</b>	0,784	0,870	0,794	<b>0,910</b>

Esta desecación es manifiesta en el tratamiento por calor, sequía y daño mecánico (en la zona dañada); el tratamiento con SO<sub>2</sub> produce también una sequía fisiológica,

que se manifiesta por la marchitez de la guía.

En la Tabla 4 se indican los valores medios para cada frecuencia.

Tabla 4. Voltajes de salida y significación respecto al testigo. Valores medios según la frecuencia. Método IS.

Tratamiento		Voltios					
		Tallo			Guía		
		50 Hz	1 kHz	50 kHz	50 Hz	1 kHz	50 kHz
Testigo	Media	1,960	1,828	1,646	1,268	1,440	1,200
	Maxi.	2,010	1,890	1,710	1,370	1,660	1,350
	Min.	1,860	1,790	1,580	1,180	1,310	1,120
Calor	Media	2,166	2,058	1,038	1,476	1,474	1,296
	Máxi.	2,350	2,250	1,240	1,690	1,700	1,500
	Min.	1,860	1,750	0,770	1,230	1,310	1,140
	Signi.	<b>0,924</b>	<b>0,946</b>	<b>0,999</b>	<b>0,951</b>	0,315	0,724
SO <sub>2</sub>	Media	2,078	1,964	1,700	1,540	1,416	1,114
	Máxi.	2,230	2,230	1,880	2,000	1,900	1,510
	Mín.	1,960	1,810	1,530	0,740	0,530	0,290
	Signi.	0,870	0,851	0,505	0,722	0,078	0,308
Sequía	Media	1,976	1,878	1,514	1,286	1,220	0,948
	Máxi.	2,050	1,950	1,700	1,510	1,460	1,320
	Mín.	1,860	1,780	1,360	0,940	1,860	0,510
	Signi.	0,840	0,872	0,887	0,127	<b>0,919</b>	<b>0,900</b>
Salinidad	Media	1,948	1,826	1,604	1,492	1,542	1,354
	Máxi.	2,080	1,960	1,680	1,680	1,780	1,550
	Mín.	1,700	1,600	1,410	1,390	1,300	1,150
	Signi.	0,101	0,022	0,423	<b>0,983</b>	0,739	<b>0,900</b>

Tabla 4. (Continuación)

Tratamiento		Voltios					
		Tallo			Guía		
		50 Hz	1 kHz	50 kHz	50 Hz	1 kHz	50 kHz
Daño. mec.	Media	1,998	1,906	1,188	1,386	1,430	1,256
	Máxi.	2,300	2,230	1,740	1,600	1,640	1,400
	Mín.	1,730	1,610	0,970	1,190	1,260	1,050
	Signi.	0,277	0,580	<b>0,957</b>	0,817	0,084	0,445
Exc. húm.	Media	2,064	1,980	1,644	1,330	1,328	1,178
	Máxi.	2,180	2,110	1,710	1,660	1,830	1,600
	Mín.	1,980	1,880	1,600	1,060	1,070	0,960
	Signi.	0,835	<b>0,957</b>	0,036	0,422	0,505	0,127

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

El valor menor de todos, en el tallo a 50 kHz, corresponde a calor, siendo muy significativo. Este mismo resultado se obtuvo con *P. pínaster*.

Se puede destacar para el testigo que, en la guía, el voltaje de salida a 1 kHz es mayor que a 50 Hz,

circunstancia que se ve alterada en varios de los tratamientos, en donde ocurre lo contrario.

### Método de 3 sondas (3S)

Los valores medios de los voltajes de salida y la significación con respecto al testigo se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. Voltajes de salida y significación respecto al testigo. Valores medios en voltios. Método 3S.

T	Testigo	Calor	Dañ. mec.	Sequía	Salin.	Exc. Hum.	S <sub>O</sub> <sub>2</sub>
Media	0,193	0,192	0,220	0,137	0,160	0,105	0,183
Máxim.	0,219	0,241	0,258	0,178	0,207	0,117	0,356
Mín.	0,171	0,162	0,169	0,102	0,110	0,082	0,089
Signi.	-----	0,152	0,823	<b>0,917</b>	0,806	<b>0,999</b>	0,129
P1							
Media	0,161	0,127	0,182	0,114	0,147	0,100	0,143
Máxim.	0,165	0,158	0,243	0,132	0,210	0,113	0,271
Mín.	0,155	0,089	0,148	0,083	0,091	0,082	0,082
Signi.	-----	<b>0,910</b>	0,571	<b>0,966</b>	0,406	<b>0,998</b>	0,688
P2							
Media	0,270	0,304	0,324	0,185	0,211	0,142	0,278
Máxim.	0,302	0,350	0,404	0,251	0,281	0,160	0,522
Mín.	0,244	0,278	0,229	0,119	0,152	0,113	0,127
Signi.	-----	0,688	0,835	<b>0,909</b>	<b>0,904</b>	<b>0,998</b>	0,072
P3							
Media	0,147	0,160	0,181	0,110	0,122	0,072	0,142
Máxim.	0,190	0,215	0,236	0,151	0,177	0,093	0,276
Mín.	0,116	0,119	0,140	0,075	0,074	0,050	0,058
Signi.	-----	0,438	0,834	<b>0,907</b>	0,833	<b>0,989</b>	0,103
F1							
Media	0,210	0,225	0,247	0,152	0,211	0,119	0,229
Máxim.	0,234	0,274	0,297	0,187	0,306	0,140	0,401
Mín.	0,193	0,183	0,179	0,105	0,121	0,088	0,125
Signi.	-----	0,510	0,824	<b>0,941</b>	0,030	<b>0,999</b>	0,257
F2							
Media	0,204	0,161	0,233	0,143	0,157	0,113	0,181
Máxim.	0,234	0,190	0,269	0,198	0,204	0,127	0,366
Mín.	0,179	0,117	0,189	0,096	0,120	0,096	0,082
Signi.	-----	0,821	0,846	0,879	<b>0,974</b>	<b>0,997</b>	0,302

Tabla 5. (Continuación)

T	Testigo	Calor	Dañ. mec.	Sequía	Salin.	Exc. Hum.	S0 <sub>2</sub>
F3							
Media	0,158	0,148	0,183	0,108	0,115	0,083	0,144
Máxim.	0,185	0,185	0,211	0,149	0,141	0,095	0,296
Mín.	0,140	0,117	0,140	0,070	0,091	0,066	0,066
Signi.	-----	0,433	0,874	<b>0,909</b>	<b>0,974</b>	<b>0,998</b>	0,230
V <sub>50Hz</sub> /V <sub>50KHz</sub>							
Media	1,320	1,520	1,337	1,550	1,757	1,422	1,760
Máxim.	1,370	1,590	1,440	1,730	2,170	1,560	2,230
Mín.	1,260	1,450	1,270	1,250	1,320	1,300	1,350
Signi.	-----	<b>0,996</b>	0,209	0,823	0,886	0,698	<b>0,914</b>

T=Media general.; F1=50 Hz.; F2=1 kHz.; F3=50 kHz. P1, P2 y P3 son los valores medios de las dos lecturas de cada posición para las tres frecuencias.

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

La media general es significativamente más baja en los tratamientos sequía y exceso de humedad que en el testigo. Del mismo modo se comportan sus valores para las posiciones P1, P2 y P3. El tratamiento calor también presenta para P1 valores más bajos que el testigo, lo que es coherente con el hecho de que los daños se hallan situados en esa zona. Igualmente, el tratamiento salinidad muestra valores más bajos en P2.

Las tres frecuencias empleadas se manifiestan muy significativas, con respecto al testigo, en el tratamiento exceso de humedad; sequía y salinidad sólo responden parcialmente.

La razón de voltajes V<sub>50Hz</sub>/V<sub>50KHz</sub> es muy significativa para el tratamiento calor y bastante menos para S0<sub>2</sub>.

Los valores medios correspondientes a cada posición de las sondas, se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Valores medios de los voltajes de salida, según la posición de las sondas. Método de 3S. Voltios.

Tratamiento	P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P3B
TESTIGO						
Media	0,294	0,030	0,296	0,244	0,040	0,255
Máxim.	0,296	0,043	0,325	0,314	0,057	0,324
Mín.	0,288	0,015	0,262	0,180	0,030	0,205
CALOR						
Media	0,220	0,034	0,345	0,264	0,052	0,267
Máxim.	0,271	0,048	0,387	0,387	0,072	0,358
Mín.	0,165	0,013	0,312	0,187	0,040	0,197
Signi.	<b>0,940</b>	0,283	<b>0,974</b>	0,283	0,736	0,283
S0 <sub>2</sub>						
Media	0,254	0,033	0,280	0,276	0,039	0,221
Máxim.	0,451	0,092	0,491	0,554	0,108	0,445
Mín.	0,157	0,007	0,147	0,107	0,011	0,080
Signi.	0,397	0,137	0,145	0,291	0,031	0,405
SEQUIA						
Media	0,200	0,028	0,200	0,171	0,039	0,182
Máxim.	0,240	0,052	0,242	0,261	0,074	0,271
Mín.	0,153	0,013	0,147	0,092	0,020	0,076
Signi.	<b>0,970</b>	0,120	<b>0,958</b>	0,745	0,014	0,776
SALINIDAD						
Media	0,261	0,034	0,224	0,199	0,025	0,219
Máxim.	0,382	0,044	0,297	0,265	0,046	0,309
Mín.	0,172	0,011	0,162	0,143	0,015	0,134
Signi.	0,463	0,598	0,837	<b>0,935</b>	<b>0,968</b>	0,778

Tabla 6. (Continuación)

Tratamiento	P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P3B
<b>DAÑO MECANICO</b>						
Media	0,277	0,036	0,388	0,261	0,071	0,291
Máxim.	0,304	0,053	0,535	0,320	0,108	0,378
Mín.	0,256	0,023	0,248	0,210	0,030	0,250
Signi.	0,776	0,745	0,755	0,467	0,879	0,659
<b>EXC. HUMEDAD</b>						
Media	0,192	0,009	0,177	0,107	0,012	0,134
Máxim.	0,213	0,013	0,196	0,135	0,014	0,172
Mín.	0,158	0,007	0,154	0,073	0,010	0,089
Signi.	<b>0,994</b>	<b>0,979</b>	<b>0,990</b>	<b>0,994</b>	<b>0,982</b>	<b>0,990</b>

Los números en **negrita** corresponden a valores de significación igual o mayores del 90%.

En el tratamiento por calor, las lecturas A de las posiciones 1 y 2, son las que mejor indican los daños, ya que la posición de las sondas queda en la zona dañada o cercana a ella.

#### **Análogamente se comporta sequía**

El tratamiento salinidad presenta como más favorable la lectura P3A y exceso de humedad da resultados significativos en todas las posiciones.

Sumando todas las lecturas medias (desde P1A a P3B) para cada tratamiento se obtiene SV y ordenadas por orden decreciente se indican en la Tabla 7.

Tabla 7.- Valores de SV para los distintos tratamientos, en orden decreciente. Voltios. Método de 3S.

Tratamiento	SV
Daño mecánico	1,324
Calor	1,182
Testigo	1,159
S0 <sub>2</sub>	1,103
Salinidad	0,962
Sequía	0,820
Exc. humedad	0,631

En un estudio similar, realizado sobre *P. pinaster* (Bará et al., 1990), los dos primeros puestos de esta clasificación también estaban ocupados por estos mismos tratamientos. Igualmente se puede señalar, que por debajo del valor del testigo quedaban S0<sub>2</sub> y sequía. Estos resultados, de confirmarse para otras especies, indicarían una coincidencia en la respuesta fisiológica, y podrían dar a esos índices un valor general de diagnóstico para los mencionados tipos de daño.

## **Conclusiones**

El valor de la conductividad eléctrica disminuye en las plantas, como consecuencia de los tratamientos, excepto para el de salinidad, en el que aumenta.

Los tratamientos aplicados provocan una disminución de la biocorriente en todos ellos, correspondiendo los valores más bajos a sequía.

Utilizando ondas cuadradas, con el método de 1 sonda, se puede destacar el valor del voltaje de salida a 50 kHz, en el tallo, del tratamiento calor, que es el más bajo de todos. Del mismo modo, el valor en la guía a 50 Hz, de salinidad, se mantiene siempre por encima de los correspondientes al testigo, circunstancia que solamente se cumple en este tratamiento. La razón  $V_{50Hz}/V_{50kHz}$ , en el tallo, del calor, está por encima de los restantes tratamientos. Esta razón, aunque con una significación baja, es la más alta en la guía, para S0<sub>2</sub>, quedando siempre por encima del testigo, circunstancia que comparte con sequía.

Con el método de tres sondas, los valores más bajos de la media general (T) de todos los voltajes de salida, corresponden al tratamiento Exceso de humedad. La relación  $V_{50Hz}/V_{50kHz}$  del tratamiento calor, es la única cuyos valores se mantienen siempre por encima de las del testigo. ■

## **Bibliografía**

- BARÁ, S., M. ALONSO, y J. A. VEGA, 1990. *Métodos biofísicos para establecer el estado fisiológico de especies forestales*. Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales n° 56.
- BARÁ, S., M. ALONSO, y J. A. VEGA, 1991. *Estudio de los daños producidos por el fuego en árboles. I Pino radiata D. Don*. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. INIA.

## Matemáticas de ayer y de hoy

Enrique Vidal Costa

Facultad de Ciencias de la Información. Universidad de Vigo. Pontevedra. España.

*“Las Matemáticas son uno de los elementos esenciales de la cultura de nuestra época; las Matemáticas son mucho más que una disciplina formal, constituyen una de las formas básicas de conocimiento que permiten comunicar, interpretar, predecir y conjeturar”.*

Luis Rico (1995)

Las matemáticas están inventadas y construidas por mujeres y hombres, a lo largo de muchas generaciones y muchos siglos, esforzándose en comprender y expresar mejor su entorno; mirando a su alrededor y constatando que existen objetos, que podemos numerar y contar, y el medio continuo en el que están inmersos, el espacio. El número y el espacio, la aritmética y la geometría ó el álgebra y la topología son pilares de la matemática a cualquier nivel.

Voy a tratar de reflexionar sobre las matemáticas, considerándolas como el resultado de la actividad humana a lo largo de la historia, a través de diferentes culturas y contextos sociales, recordando muy rápidamente algunos hechos históricos, para posteriormente pensar un poco cual es la situación actual, a punto de empezar un nuevo milenio.

En las referencias cito a tres destacados matemáticos españoles contemporáneos. En especial debo hacerlo del gerundense Lluís A. Santaló, no sólo por su importante obra matemática sino también porque el presente artículo está guiado por sus opiniones. Gran parte de su actividad profesional se desarrolló en Buenos Aires ciudad en la que vive actualmente. Hace algunos años le concedieron el Premio Príncipe de Asturias y es sin duda una de las figuras científicas españolas más destacadas de este siglo que se acaba.

### Evolución

Sitúan en el Paleolítico superior (20000–10000 a. de C.) las primeras muestras de algún modo de conteo, que se reconoce en marcas y señales en huesos o piedras que significan cantidades y que han sido interpretadas como calendarios lunares.

Alrededor del año 1000 a. de C. en los primeros siglos de la Edad del Hierro, se produce una de las revoluciones culturales más importantes de la historia de la humanidad: la consolidación de la escritura alfabética en los pueblos semíticos que habitaban el oriente próximo y su transmisión a los pueblos griegos, aproximadamente unos 800 años a. de C. Fueron los griegos quienes, al incorporar símbolos para las vocales, produjeron la escritura fonémica en la que cualquier sonido distinto del lenguaje estaba representado por un sólo signo. También

los sistemas numéricos se vieron afectados por estos cambios, dando origen a los sistemas numéricos alfabéticos. A partir de esta mejor manera de comunicarse, la estela dejada en la historia de la humanidad por los griegos entre los siglos VII a. de C. y II a. de C. representa la influencia más profunda realizada por un único pueblo. En particular entre Tales de Mileto y Pitágoras (VI a. de C.) y Euclides, Arquímedes y Apolonio (III a. de C.), se fué construyendo con éxito la tarea de dar consistencia racional y rigurosa al pensamiento matemático, convirtiéndolo en modelo para todo el pensamiento científico posterior. El texto de los elementos de Euclides constituye la obra científica de mayor influencia en todo el transcurso de la historia de la ciencia.

Los yacimientos arqueológicos donde se han localizado los restos más antiguos de un “sistema de numeración posicional”, en el que el valor del símbolo dependía de su posición en el número, se localizan en el Irak actual, antigua Mesopotamia. Se considera que fué en el norte de la India, alrededor del siglo V d. de C., donde “resurgió” un sistema de numeración posicional, con un signo específico para el cero. Posteriormente la gran expansión de la cultura árabe sirvió para la difusión del sistema decimal en Europa durante la baja Edad Media. Pero hay que esperar a la invención de la imprenta, en el siglo XV, que modifica la comunicación y difunde el conocimiento, para que se popularice el sistema numérico posicional.

Es frecuente denominar como “el siglo de los genios” al siglo XVII, en el que podemos citar a Galileo, Kepler, Descartes, Newton y Leibniz. Vamos a destacar a Descartes, que crea la geometría analítica con la que muchos problemas difíciles de la geometría clásica se resuelven de forma sencilla por métodos algebraicos.

En el siglo XVIII, se producen grandes avances en la exploración de la teoría de números y el análisis matemático y creaciones como la geometría diferencial, la descriptiva y la proyectiva, pero hubo que esperar hasta finales del siglo XIX para que, al tratar de profundizar en los fundamentos de las matemáticas, se crearan las geometrías no euclídeas y se construyera el concepto de número real. En ese siglo XIX, la figura más destacable es Gauss con grandes contribuciones a todas las ramas del saber matemático y a sus aplicaciones.

## La producción matemática en la actualidad

En los últimos años la matemática se ha aplicado prácticamente a todas las ramas del conocimiento y ello unido al perfeccionamiento de sus métodos, utilizando la moderna tecnología, ha motivado un aumento exponencial del número de investigadores matemáticos y, en consecuencia, un extraordinario aumento de la producción matemática. El progreso de la matemática en el siglo XX es tan espectacular en extensión y profundidad que se puede afirmar que las creaciones matemáticas en este período vienen a superar con mucho, toda la producción realizada antes del siglo XX. A este desarrollo ha contribuido en gran medida la irrupción del ordenador en la matemática, en todas las otras ciencias y en la cultura en general.

Las primeras revistas matemáticas se crearon en el siglo XVII y editaban un reducido número de volúmenes por año, que se fué incrementado en los siglos posteriores. A pesar de este desarrollo hasta la mitad del siglo XX el número de revistas que contenían trabajos de investigación matemática cabía en las bibliotecas más importantes de cada país. A mediados de siglo el incremento de publicaciones científicas manifestó una pendiente tan elevada, que en la actualidad es casi imposible disponer en una sola biblioteca de todas las publicaciones indispensables para tener una información aceptable. Por ello se comienzan a organizar bibliotecas altamente especializadas, con revistas y textos de temas específicos a los que se dedican determinados grupos de investigadores.

En 1990 en la revista *Mathematical Reviews*, se distinguen 94 grandes especialidades y algo más de 4500 subespecialidades. Como ejemplos de temas nuevos aparecidos en las últimas décadas, y a los que están dedicados muchos de los trabajos matemáticos publicados en los últimos años, cita Santaló (1994): teoría de la comunicación, codificación, criptología, teorías de Shannon sobre la información y su medida, teorías de control, control óptimo y control estocástico. En aplicaciones a la biología y a las ciencias humanas: biomatemática, tomografía, sociología y psicología matemáticas, lingüística (los trabajos de Chomsky), inteligencia artificial, autómatas, robótica y complejidad. En la física matemática: teoría de cuerdas, espacios de medida, "twistors", espinores. Se puede decir que las novedades aparecen día a día y que es imposible estar informado acerca de ellas si no es por medio de los ordenadores.

## Algunas modas matemáticas de los últimos años

La gran cantidad de matemáticas que se producen anualmente, y el gran número de investigadores dedicados a esta producción, provoca que se den algunos fenómenos típicos de las grandes masas: las modas, que, al igual que en el vestir y en las costumbres, se aprecian también

en la tarea científica. Vamos a escoger como "temas de moda": las catástrofes de R. Thom, los conjuntos borrosos de L. A. Zadeh y los fractales de Mandelbrot.

### *Las catástrofes de René Thom*

El libro de Thom "Stabilité Structurale et Morphogénèse" (Benjamin, 1972), considerado como el origen de esta teoría, es matemático, pero con la vista puesta en la biología y en la evolución de la forma de los seres vivos, a través de conceptos elaborados por la topología y el álgebra. Se trata, esencialmente, del estudio de los puntos singulares de ciertas curvas algebraicas obtenidas a partir de transformaciones. Desde el principio atrajo la atención de los matemáticos y de los usuarios de las matemáticas. Estalló una gran euforia por la teoría de las catástrofes y se quiso aplicar la teoría a los fines más diversos, como la mecánica de fluidos, el diseño de barcos, la termodinámica, la economía, los modelos sociales, la división celular y la teoría de mercados, entre otros. Junto con el entusiasmo empezaron a aparecer también las críticas, y veinticinco años después se contempla como una contribución interesante para las matemáticas que perdurará siempre pero que, en opinión de Santaló, si en lugar de "teoría de catástrofes" se hubiera llamado "teoría de singularidades", seguramente su éxito popular hubiera sido menor.

### *Los conjuntos borrosos de Zadeh*

Uno de los descubrimientos más importantes de la matemática en el siglo XIX fué la teoría de conjuntos de Georg Cantor (1845-1917). Se trataba de una lucha victoriosa con el infinito que Cantor consiguió ordenar y clasificar y que, a pesar de las paradojas que originó, se impuso rápidamente en toda la matemática como herramienta indispensable de trabajo.

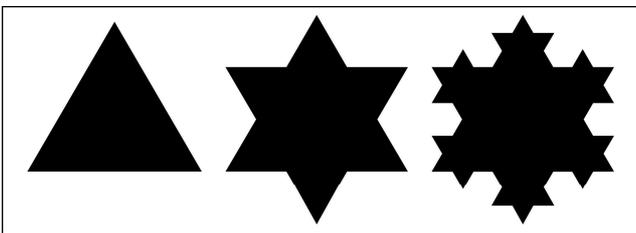
L. A. Zadeh introdujo en 1965 los llamados "conjuntos borrosos". Se trata de conjuntos para los que la condición de pertenencia para un cierto elemento  $x$  viene determinada por una cierta probabilidad  $p(x)$ . Si esta probabilidad tiene sólo los valores 1 (pertenencia) y 0 (no pertenencia), se trata de un conjunto ordinario. Si  $p(x)$  puede tomar diversos valores entre 0 y 1, tenemos un conjunto borroso. Los conjuntos borrosos son de gran utilidad para tratar conceptos imprecisos, como joven, alto, bueno, simpático. Tal vez por la simplicidad de su definición y por la atracción que provoca la posibilidad de aplicarla a casi todas las ramas del conocimiento, la teoría de conjuntos borrosos se extendió rápidamente por todo el mundo. Se hicieron aplicaciones en la estadística, la lingüística, la lógica, así como en la ingeniería, la medicina y en la propia matemática.

### *Los fractales de Mandelbrot*

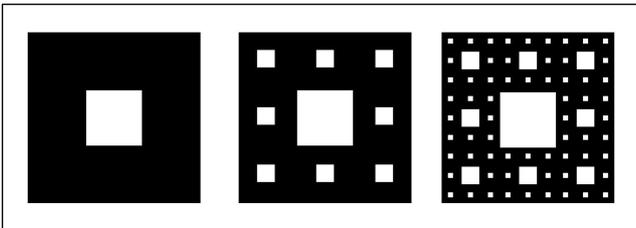
En la geometría del plano la idea intuitiva y tradicional que se tiene de una curva consiste en la trayectoria de un punto que se mueve de manera continua. A mediados del siglo XX, gracias en parte a los

ordenadores, se empezó a prestar más atención a curvas irregulares, que cambian mucho de dirección. Para clasificarlas se definió el concepto de "dimensión" más general que el de longitud. Se comienza por definir la dimensión de conjuntos de puntos y luego se generaliza para las curvas irregulares. El nombre de "fractales" parece que se deriva de que algunas de estas curvas tiene como dimensión un número fraccionario.

Un ejemplo de fractal simple y muy conocido " " es la curva de Kogh, o copo de nieve. Se parte de un triángulo equilátero de lado 1, cuyos lados se sustituyen por la poligonal que se obtiene al sustituir su tercera parte por dos segmentos de longitud  $1/3$ , y así sucesivamente.



Se pueden obtener fractales superficiales, es decir, que sean límites de áreas en lugar de curvas. Un buen ejemplo se obtiene al tomar un cuadrado de lado 1, dividirlo en 9 cuadrados de lado  $1/3$  por paralelas a los lados y extraer el cuadrado central. Si repetimos la operación con todos los cuadrados que restan, en el límite obtenemos un fractal llamado "alfombra" de Sierpinski.



Algunos fractales se obtienen a partir de procesos de azar, pero la verdadera importancia de los fractales estriba en su obtención a partir de la interacción de transformaciones del plano sobre si mismo. En algunos casos se obtienen figuras muy atractivas y de gran valor estético lo que en opinión de Santaló ha contribuido a la moda de los fractales, combinación de matemática pura, técnica informática y fantasía o creación plástica.

Es interesante destacar que los fractales tienen relación con los llamados "sistemas dinámicos" y, en especial,

con los "sistemas caóticos", que han sido objeto de estudios matemáticos profundos, y lo continúan siendo. Sin entrar en definiciones técnicas precisas, cabe decir que un sistema dinámico es un proceso en el que interviene la variable tiempo para definir un estado de cosas. A veces los sistemas dinámicos están perfectamente determinados, pero otras, la determinación resulta prácticamente imposible y se obtienen situaciones imprevisibles llamadas "situaciones caóticas". Santaló compara la aparición de estas "situaciones caóticas" con el hallazgo por los pitagóricos de los números irracionales.

Según Mandelbrot, la geometría de Euclides está basada en la intuición del mundo exterior, suavizando contornos y alisando singularidades. La geometría de la naturaleza es caótica y está mal representada por el orden perfecto de las formas euclídeas usuales. Entre el caos y el orden excesivo de Euclides se halla el orden fractal.

Volviendo a los sistemas dinámicos y en particular al universo visible a simple vista, este nos puede parecer estable. Si el sistema solar, tan bien conocido desde la ley de la gravitación y el cálculo infinitesimal, fuera explorado durante miles de años, se observarían en el muchas irregularidades: nacimiento y muerte de satélites, disgregación de planetas y choques de cuerpos celestes. Si la duración de nuestras vidas fuese del orden de miles de años, en lugar de unas pocas decenas, nuestro concepto y visión del universo serían muy distintos.

En palabras de Santaló: "Es muy probable que con el poder de los actuales medios de observación y las posibilidades de cálculo de los modernos ordenadores, estemos entrando en una Ciencia Nueva II, la segunda parte de la Ciencia Nueva I de Galileo, que se originó con las modestas observaciones de los primeros telescopios, con los relojes primitivos para medir solamente hasta décimas de segundo y con un sistema de numeración capaz de representar funciones simples y hacer cálculos con números de pocas cifras y pocos decimales".■

### Bibliografía

- Guzmán, M. de, 1995: "Aventuras matemáticas". Ed. Pirámide. Madrid.
- Rico, L., 1995: *Conocimiento numérico y formación del profesorado*. Discurso de Apertura del Curso, 1995-96. Universidad de Granada.
- Santaló, L. A., 1994: *La matemática: una filosofía y una técnica*. Ed. Ariel. Barcelona.

## Dioxinas, piensos y cánceres

Manuel-Luis Casalderrey  
Instituto Sánchez Cantón. Pontevedra. España

A mediados del año 1999, saltó a los medios de comunicación el problema de los pollos belgas contaminados por dioxinas.

Cuando se habla de dioxinas, no se designa un sólo tipo de moléculas, sino a un conjunto de compuestos químicos de estructura muy parecida: los policloro-dibenzo-paradioxinas. Las dioxinas son estables hasta temperaturas muy elevadas (hay que llegar a más de 850°C para destruirlas), no son volátiles, apenas se biodegradan, son insolubles en agua y muy solubles en grasas, por eso se acumulan en la leche y en los tejidos adiposos. En definitiva, una vez producidas es difícil eliminarlas. No hay ninguna industria dedicada a la producción de dioxinas, porque no tienen ninguna aplicación conocida. Se generan accidentalmente en incendios forestales, erupciones volcánicas, incineradoras de residuos domésticos e industriales (no adaptados, es decir, que no superan la temperatura de 850°C necesaria para destruirlas), industrias diversas (siderúrgicas, cementeras, fábricas que blanqueen la pasta de papel con cloro), calefacciones que quemen combustibles fósiles, automóviles, barbacoas, etc.

La dioxina por antonomasia, la que se considera más tóxica, es el **2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-paradioxina (TCDD)**. Está constituida por dos anillos bencénicos, unidos por dos puentes de oxígeno (dioxi), en los que cuatro cloros reemplazan a los hidrógenos situados en las posiciones 2, 3, 7, 8. La dioxina saltó brutalmente a la fama de la toxicidad, por dos hechos lamentables: Seveso y la guerra del Vietnam. En Seveso, en el norte de Milán, durante el fin de semana del 10 de julio de 1976 se produjo una explosión en una fábrica de triclorofenol, un producto intermedio en la fabricación de un herbicida hoy fuera de uso. En pocos minutos se lanzaron al aire dioxinas en cantidades equivalentes a las que se producen habitualmente durante cuatro o cinco años. La nube tóxica se dispersó en una zona con más de 2000 habitantes. En los primeros días murieron centenares de animales, pero no falleció ni una sola persona, aunque, eso sí, se dieron más de doscientos casos de cloracné. En realidad no hay ninguna muerte de un ser humano que pueda achacarse directamente a las dioxinas.

El segundo hecho relacionado con la dioxina (TCDD) es el defoliante usado en la guerra del Vietnam, conocido como agente naranja (por el color de los bidones que lo contenían) y contaminado con dioxina. A pesar de su escasa presencia (dos partes por millón), dado que se vertieron más de 40000 toneladas de defoliante, se

produjo en la zona una concentración de dioxina unas diez mil veces más elevada que la habitual. No se ha podido demostrar que los problemas de salud de los soldados (afecciones hepáticas, trastornos digestivos, dolores musculares, alteraciones en el sistema inmunitario y reproductor, pérdida del oído, olfato y gusto, afecciones de la piel, cáncer de sarcoma de tejidos blandos) se deban directamente a la acción de la dioxina. Así que la polémica entre veteranos de la guerra y el estado norteamericano sigue en pie.

En este sentido, un titular del diario "La Voz de Galicia" del 12 de junio, en plena crisis de los pollos belgas, afirmaba: "Los oncólogos dicen que **no está probado** que las dioxinas provoquen cáncer (en los humanos)", según la opinión de los veintiún miembros del Comité Científico de la Sociedad de Ámbito Ibérico de Oncología. En el texto, el Jefe del Servicio de Coordinación Oncológica del Hospital Clínico de Barcelona dice: "aunque en animales de laboratorio la dioxina puede producir tumores en el aparato respiratorio y digestivo, entre humanos no está probado y no tenemos una demostración clara de que haya vinculación". A los pocos días ("La Voz", 25-6), con el titular "El sol y el tabaco son más nocivos para la salud que las dioxinas", el doctor Rafael López, del Hospital Xeral de Santiago, dice: La posibilidad de sufrir un proceso cancerígeno por la ingesta de productos contaminados por dioxinas es prácticamente insignificante si se compara con los riesgos que corre un fumador de veinte cigarrillos diarios o quien toma el sol sin la protección adecuada.

Pese a ello, ya es imposible cambiar la fama de toxicidad supina que tienen las dioxinas en general y la dioxina en particular.

El caso de los pollos belgas contaminados con dioxinas es el siguiente (*Focant y Pauw, 1999*). A finales de enero de 1999, un avicultor belga constató la muerte anormal de muchos pollos. En marzo, su aseguradora inició una investigación que reveló que la causa de la intoxicación había que buscarla en el alimento de los animales. El incidente tenía una serie de coincidencias con otro ocurrido en Estados Unidos, provocado por una intoxicación con dioxinas, por eso se orientó la investigación en ese sentido. El análisis de las muestras de harina y de los pollos reveló la existencia de cantidades de dioxinas próximas al nanogramo por cada gramo de materia grasa, que sólo se podrían explicar por una contaminación accidental. Se alertó al Ministerio de Sanidad Pública y el escándalo saltó a los medios de

comunicación, como ya hemos dicho. El origen de la contaminación no ha sido totalmente establecido, pero se relaciona con el reciclado de un aceite contaminado, que se incorporó a las grasas usadas en la producción de harinas destinadas a la alimentación de pollos y cerdos.

El asunto de los alimentos contaminados con **dioxina** ha puesto de manifiesto la necesidad de un control riguroso de la alimentación animal, es decir, de los **piensos**. Las vacas (locas) adquirieron la encefalopatía bobina esponjiforme a causa de **piensos** con sesos de

cerdo triturados. El esquema se repite y son los **piensos** con grasas contaminadas con **dioxina** los causantes de la crisis de los pollos belgas, como acabamos de explicar.

Por ello las autoridades sanitarias de la Unión Europea y de su Parlamento deberían dictar las normas necesarias para que esto no vuelva a suceder.■

### ***Bibliografía***

Focant, J. F., y E. de Pauw. 1999. Las dioxinas. Mundo Científico, 206: 84-87.

## EXPERIENCIAS

## A EDUCACION AMBIENTAL: UNHA FERRAMENTA BÁSICA NO PROXECTO DE RECUPERACIÓN DA PRAIA DA FONTAIÑA (VIGO)

Eduardo C. González Martínez

Francisco Sierra Abraín

Gemma Laso Rodríguez

Grupo Erva. Apartado 317. 36200 Vigo. España

O litoral vigués é un dos que maior desenvolvemento urbanístico e turístico presenta dentro da comunidade autónoma de Galicia. Como consecuencia disto, a presenza de hábitats dunares veuse intensamente reducida, pois este tipo de medios é un dos que máis impacto reciben por parte das actividades de desenvolvemento urbano, xa que se atopan normalmente asociadas a unha das zonas máis apetecidas polas actividades turísticas e recreativas, as praias.

Se ben Vigo é unha cidade que fundamentou o seu nacemento no aproveitamento do espacio que ofrecía os cidadáns a franxa litoral (casas, peiraos, estruturas defensivas,...), os casos máis importantes de ocupación urbanística de medios dunares litorales deronse na segunda metade do S. XX, máis concretamente nos areais de Samil e o Vao. Ambolos dous constituían extensos areais acompañados por importantes cordons de dunas activas e fixas, formando un interesantísimo exemplo de ecosistema dunar que finou no momento en que os urbanistas de cada goberno municipal decidían insertar unha nova infraestrutura que mellorase a "calidade turística" das devanditas praias (paseos marítimos, canchas deportivas e campos de fútbol, limpeza mecanizada, piscinas, hostelería, ...).

No momento actual xa case nada fica do antigo esplendor natural que posuían estas praias, se ben aínda podemos atopar pequenas máncas de hábitats dunares que, cun manexo acertado poderían converterse en interesantes reservorios de vida silvestre para futuras actuacións máis ambiciosas. Este é o caso que nos ocupa.

### Marco do proxecto

A praia da Fontaiña atópase situada no litoral occidental do municipio de Vigo, parroquia de Coruxo, ó leste da coñecida praia do Vao. Trátase dun dos escasos areais vigueses que conta cun sistema dunar, que en tempos formaba unha mesma unidade co xa finado cordón dunar da praia do Vao. As dunas da praia da Fontaiña ocupan unha pequena extensión, 0,7 ha, de depósitos dunares, caracterizados xeomorfolóxicamente como "montículos illados", formados polo acúmulo de sedimentos nas matas de feno da praia (*Ammophila arenaria*). As pequenas dunas aparecen colonizadas por comunidades vexetais

correspondentes ás dunas activas (*Eryngium maritimum*, *Pancreatium maritimum*...), con aparición dalgunhas especies propias de duna fixa (testemuñas da antiga riqueza dunar do Vao), así como comunidades halonitrófilas de praia (*Cakile maritima*, *Poligonum maritimum*, *Salsola kali*,...). Tendo en conta á cartografía de hábitats, obtida a partir de fotos aéreas dos anos 60, apreciase unha forte redución (aproximadamente un 45%) das zonas ocupadas polas dunas nesta praia, consecuencia da explosión turística que iniciou este tramo costeiro desde finais dos 60 (González Martínez, 1995). As principais causas do deterioro son pisoteo intenso, paso de vehículos, extracción de áridos, alteración da dinámica litoral na conlindante praia do Vao, verquido de entullos de obras próximas, instalación dunha ducha nas dunas entre outros. Débese sinalar que os ecosistemas dunares son especialmente sensibles a accións que noutros medios serían de menor importancia, como o paso de persoas (Ranwell y Boar. 1986) ou a deposición de terras e entullos.

Fronte a esta situación de regular e progresiva degradación ambiental plantexouse a posibilidade de que unha asociación, neste caso o Grupo Erva, conseguindo a financiación axeitada, asumise a recuperación das zonas deterioradas e a súa conservación a xeito dunha especie de reserva natural costeira a pequena escala (Stewart, 1993). Pasariase, así, dunha situación na que o movemento ecoloxísta denuncia publicamente unha problemática ecolóxica concreta, a responsabilizarse como xestores e conservadores dun pequeno espacio natural, co apoio da administración local.

Desde o ano 1993 a asociación ecoloxista Grupo Erva e mailo Departamento de Medio Ambiente do Concello de Vigo veñen traballando conxuntamente nun proxecto de restauración paisaxística dunha praia con hábitats dunares, denominado Programa de Recuperación e Conservación da Praia de Fontaiña. Basicamente os obxectivos do proxecto buscan a harmonización dos diferentes usos que se realicen nesta prais de xeito que actividades económicas como a pesca ou a hostelería poidan compatibilizarse coa conservación da natureza ou o uso educativo por parte de colexios, cumpríndose así unha das premisas básicas que plantexan os expertos en conservación do litoral.

## Avaliación da aceptación social do proxecto de recuperación

Un dos aspectos máis importantes á hora de acometer-lo proxecto de recuperación das dunas e praia foi a avaliación que os diferentes sectores implicados nos usos deste espazo litoral. Asimesmo contouse coa opinión de dúas entidades básicas á hora de acometer-lo proxecto, o Departamento de Medio Ambiente do Concello de Vigo, e a Asociación de Veciños de Coruxo. Deste xeito elaborouse unha táboa de usos e suxerencias por parte dos usuarios en base a varias enquisas:

USO/SECTOR	TEMP	%	TIPO	VAL	SUXERENCIAS
Bañistas	Primav./Verán	100	Baños/Sol	+–	Aparcamentos, limpeza, accesos, area suxa por entullo, duchas.
Hostelería	Primav./Outono	25	Bares/Chiring.	+	Accesos ós bares, non eliminar camiños e pasos habituais.
Vivendas	Todo o ano	25	Chalets	+	Limpeza praia, problemas de aparcamento, deslinde de Costas.
Mariñeiros	Todo o ano	33	Pesca e embarcadero na praia	+	Problemas cos bañistas que se suben ás gamelas, respetar accesos.
Naturalistas e paseantes	Outono/Inverno	5	Paseos/Observación natureza	++	Información ambiental, limpeza, presenza de coches en dunas.

**USO/SECTOR**= refírese á cada un dos sectores enquisados en función do tipo de uso que fagan da praia.

**TEMP**= período do ano no que desenvolven o uso.

**%**= porcentaxe de ocupación da superficie do espazo litoral cando este sector o utiliza ó máximo (no caso de vivendas e hostelería refírese á superficie ocupada polas edificacións a costa de antigas zonas dunares.).

**TIPO**= caracterización dos usos desenvolvidos por cada sector.

**VAL**= valoración que fan os entrevistados do proxecto de recuperación e das medidas que o acompañan (++ = >75% o consideran positivo; + = >50<75% o consideran positivo; +– = >25<50% o consideran positivo).

**SUXERENCIAS**= cada participante na enquisa aportaba as suxerencias que consideraba oportunas en base ás súas necesidades e intereses.

Os resultados desta enquisa entre os usuarios da praia da Fontaiña semellan indicar que non existe unha oposición social á realización do proxecto de recuperación. Sinalar que no sector que amosa un menor entusiasmo ás actuacións plantexadas, o caso dos bañistas, máis da metade dos que non opinaban a prol do proxecto manifestaban unha resposta indiferente ó mesmo, ou sexa que lles daba ó mesmo.

Consideramos que esta primeira aproximación á opinión real dos usuarios dun espazo a recuperar constitúe unha base importantísima para, en primeiro lugar, coñecer-la existencia dunha oposición manifesta á realización do proxecto, e deseguido, realiza-las oportunas

modificacións no mesmo, para así satisfacer a maior cantidade posible de necesidades de uso plantexadas. Se ben non dispoñemos de referencias bibliográficas podemos sinalar, coa prudencia necesaria, que á hora de executar un proxecto destas características, resulta sumamente positivo realizar unha avaliación deste tipo, evitándose por exemplo oposición sociais causadas pola falta de información ou a manipulación socio-política.

No caso que nos ocupa resultou especialmente útil a información obtida, xa que así puidemos facer un novo trazado dos valados de protección das dunas, ter en conta as gamelas dos mariñeiros como elemento de

interese etnográfico, ou dispor de información sobre a presenza de especies vexetais nos anos cincuenta, así como nomes e usos locais de diversas plantas dunares (p. ex. resultou moi interesante comprobar como algunhas persoas maiores da parroquia recolectan matas de feno da praia -*Ammophila arenaria*- no outono, para protexer-las plantacións de allos das xeadas).

## Utilización da educación ambiental no ámbito do proxecto

O proxecto incidía especialmente no impacto causado, sobre a xeomorfoloxía e vexetación dunar, polos numerosos visitantes que, especialmente no verán, recibe a praia da Fontaiña. Como sistema que controlase as vías de acceso e movementos das persoas nos hábitats dunares, construíuse en base a modelos ingleses con adaptacións propias (BTCV, 1991), un sistema de valados que arrodeaban o perímetro da zona de maior valor e fragilidade cunha serie de pequenos sendeiros, que permitían acceder desde as principais entradas. Deste xeito reducíase considerablemente, case nun 99% a incidencia do pisoteo humano, co que se conseguían as condicións necesarias para que o sistema dunar se rexenerase progresivamente. Neste caso, os valados, por mor da pequena superficie a protexer, non podían ser demasiado elevados, pois se convertían nunha barreira visual para o disfrute das pequenas dunas, polo que se optou por unha altura de valado que máis ben indicase ó visitante as zonas protexidas, sen impedirlle de todo o paso, xa que podería saltar

doadamente a barreira. Para impedir isto, estableceronse toda unha serie de sistemas informativos destinados a informar e concienciar ós usuarios da praia:

**a)** Cartel anunciador da praia: Nos accesos principais da praia instaláronse uns carteis, co aspecto habitual dos sinais de tráfico no que se indicaba o nome correcto da praia (Fontaiña, fronte a outros nomes introducidos polo turismo como Las Barcas ou La Sirenita), co fin de recupera-la toponimia verdadeira, aínda empregada polos mariñeiros e veciños do lugar. Asimesmo, indicábase o elevado valor natural da zona e a presenza dun sistema de paneis de interpretación que permiten realizar un itinerario autoguiado.

**b)** Carteliño indicador de protección das dunas: Ó longo do perímetro do valado protector instaláronse carteliños que mediante o texto “ZONA PROTECCIÓN DUNAS-NON PASAR”, solicitaban a colaboración cidadán evitando pisotea-las dunas en recuperación.

**c)** Paneis de interpretación ambiental: Un total de 12 paneis, cun deseño rico en debuxos, fotos, e textos explicativos, permiten ó visitante coñecer novos aspectos da natureza desta zona litoral. A temática tratada abrangue a xeoloxía, flora, fauna, ecoloxía, aspectos humanos e etnográficos, historia da Fontaiña, así como do proxecto de recuperación. Cada panel acompáñase dun plano de localización para o visitante, que, dese xeito vaise orientando cara ó seguinte panel ata rematalo itinerario.

**d)** Anuncio explicativo do proxecto de recuperación: Instaláronse dous carteis anunciadores do proxecto, no que que explicaban as actuacións previstas, así como unha xustificación técnica das mesmas e unha serie de normas de comportamento para os usuarios da praia.

Tamén traballouse intensamente todo o referido á divulgación do proxecto a nivel de medios de comunicación, promocionando e facilitando a información ós xornalistas interesados. Deste xeito conseguíuse que A Fontaiña fose obxecto de reportaxes en prensa local, canles de TV autonómicas e radio.

Outro aspecto que consideramos sumamente importante foi o do trato que se lle daba os voluntarios (organizados nos TREVOS -Traballos Ecolóxicos Voluntarios-) que traballaron no proxecto. Sempre que un voluntario/a iniciaba o seu traballo, o técnico encargado do proxecto explicaba detalladamente o proxecto co fin de, por unha banda conseguir unha maior motivación e profesionalidade, e por outra que o propio voluntario/a actuase a posteriori como fonte de información a persoas interesadas. Asimesmo, os/as participantes entran nunha base de datos que permite coordinar mellor os turnos de traballo (evitándose a repetición sucesiva de tarefas moi rutinarias) e dispor dos seus enderezos e así recibir, vía postal, información periódica sobre o proxecto de recuperación da Fontaiña, manténdose, dese xeito, un contacto permanente entre o proxecto e o voluntariado.

## Conclusiones

Despois de 5 anos do inicio do proxecto, pese ós moitos atrancos (vandalismo, presuposto escaso,..) consideramos que a experiencia foi positiva en tódolos sentidos, e pódese plantexar como un feito palpable a recuperación ecolóxica desta pequena zona dunar. Aprecíase unha notoria recuperación da xeomorfoloxía, vexetación, fauna invertebrada na zona, que se pode facer patente, por exemplo na recolonización natural de determinados taxóns vexetais (*Euphorbia paralias*, *Polygonum maritimum*) que estaban desaparecidos na zona (Álvarez, 1974).

Non debemos deixar de sinalar que, no caso da participación do voluntariado, esta foi unha das actividades do Grupo Erva que contou cun maior dinamismo, tanto en número de persoas como en horas de traballo.

Polo que respecta á incidencia dos sistemas de EA nos usuarios da zona, podemos sinalar unha altísima colaboración. Unicamente o 1,6% dos cidadáns que, no mes de Agosto do 97, visitaron a praia, non respectaron os valados protectores das dunas, co que o obxectivo de elimina-lo impacto por pisoteo está acadado. Aínda máis, temos constancia de que, ás veces, eran os propios bañistas os que chamaban a atención dalgún “despistado” que pisoteaba as dunas.

O itinerario autoguiado esta sendo utilizado e disfrutado non só por visitantes, senón tamén por centros educativos, a xeito de aula de natureza.

Finalmente, queremos sinalar como un dos aspectos máis salientables que tamén unha pequena asociación ecoloxista (preto dos 300 socios), pode acadar cuotas de responsabilidade na xestión do medio natural, en coordinación coa administración, neste caso o Departamento de Medio Ambiente do Concello de Vigo, ó que lle agradecemos todo o apoio prestado. ■

## Bibliografía

- Álvarez, R. 1974. Estudio de la flora y vegetación de las playas de Galicia. Trabajos Compostelanos de Biología, 2:35-65.
- B.T.C.V.-British Trust Conservation Volunteers. 1991. Sand dunes, a practical conservation handbook. 2ª ed. Gran Bretaña.
- Flor, G. 1992. Tipología, catalogación y tendencias de los procesos de erosión/sedimentación en los campos dunares de la costa de Galicia (NW de España). Thalassas, 10:9-39.
- González Martínez, E.C. 1994. Programa de conservación e recuperación das dunas de Praia Fontaiña, 2ª Fase. Proposta de convenio Concello de Vigo-Grupo Erva.
- Ranwell, D.S., Boar, R. 1986. Coast dune management guide. NERC. Gran Bretaña.
- Stewart, M.C. 1993. Sustainable tourism development and marine conservation regimes. Océan & Coastal Management, 20:201-217.

# PLAN PARA EL FOMENTO DE LAS VOCACIONES INVESTIGADORAS

Alfonso J. Vázquez

Presidente de la Asociación de Personal Investigador (API) del CSIC. Madrid. España

## Preámbulo

Es una realidad indiscutible el progreso en el desarrollo tecnológico y en el bienestar social en el siglo XX, así como la absoluta asimetría con que ese desarrollo se ha producido, que se ha concentrado en lo que en estos momentos llamamos los países desarrollados que no llegamos a un sexto de la población total.

¿Cuál ha sido la causa principal de ese desarrollo?. Son muchas las causas. Entre las principales está la de que algunas sociedades hicieron del ser humano racional el sujeto fundamental de derechos, idea que venía arrastrándose desde la época de los griegos y que tan difícilmente fue emergiendo en nuestra sociedad occidental.

La Revolución Francesa, con su primera declaración de derechos humanos, señaló la igualdad entre todos, incluidas las mujeres que, no lo olvidemos, estuvieron en un tris de no recibir ese reconocimiento; con ello dimos el primer paso de gigante. La democracia moderna partió de esa base y arrinconó teorías reaccionarias, mantenidas por diversas religiones que todavía ahora niegan esa igualdad a las mujeres, a las que privan del derecho a la educación, primer fundamento de la igualdad de oportunidades.

Los países que recorrieron antes este camino de progreso tuvieron como premio un crecimiento tecnológico rápido; sus ciudadanos eran unos trabajadores cualificados y las mejores inteligencias tuvieron la oportunidad de desarrollarse al margen de los insuficientes recursos económicos de sus familias. De la mano del desarrollo escolar vino el desarrollo científico y tecnológico en el que ahora todos nos encontramos inmersos. Unos países como protagonistas, los que empezaron antes la carrera y aumentaron su dotación humana de modo suficiente, mientras en otros, regateando las inversiones en dotación de personal humano, sólo podemos pelear por no ser el que lleva el farolillo rojo (Tabla 1).

## Una realidad

En España hubo numerosos intentos de evitar este deterioro. Entre los más importantes está la creación de la Junta de Ampliación de Estudios, que destinó recursos a la formación investigadores en Europa. Más recientemente está la Ley de la Ciencia de 1986, que dio un nuevo impulso a esta tarea de formación y al crecimiento de la inversión en I+D, que nos acercó al 50 % de la media de la UE. Allí seguimos, tras un retroceso, anclados desde hace más de seis años y, de acuerdo con el actual IV Plan de I+D, allí seguiremos sin avanzar en los próximos cuatro años, anclados al 50 % (Tabla 2).

Pero algún día, ¿quizá otro Gobierno?, se pondrán las cosas en su sitio y se hará otro esfuerzo, cada vez más imprescindible, para llevar al país al lugar donde hace tiempo debería estar en inversión en I+D, fundamento firme del bienestar social futuro.

Hoy vivimos en un mundo artificial que nos hace la vida más placentera y de mayor calidad que nunca como antes, descansa sobre desarrollos recientes, todos ellos producidos en los últimos 100 o 150 años y muchos de ellos en los últimos 25.

Un mundo lleno de fibras artificiales; el nylon fue una revolución en la postguerra; teléfonos móviles, hace cincuenta años una conferencia interurbana costaba cuatro horas de demora; láseres, cuyo fundamento tiene medio siglo, que hoy usamos en el corte, soldadura, en operaciones sofisticadas ¡y en nuestro más común equipo de audio y video!; los ordenadores han revolucionado la industria y nuestra vida privada a través de internet; el tráfico aéreo es de una popularidad impensable hace pocos años; es cotidiano el empleo de metales como el titanio o el aluminio, que hace un siglo era más caro que el oro; la energía atómica, pese a su desgraciada aplicación bélica, nos ha suministrado la energía para el desarrollo y ha mejorado nuestra vida con sus múltiples

Tabla 1. Evolución de los investigadores titulados universitarios

Año	España	Alemania	Francia	Reino Unido	Italia
1987	26463	165616	109359	134000	70556
1988	31170	-	115163	137000	74833
1989	32914	176401	120430	133000	76074
1990	37676	-	123938	133000	77876
1991	40642	240802	129780	131000	75238
1992	41681	234839	141710	134000	74422
1993	229837	145898	140000	74434	
Cociente	5,3	3,4	3,2	1,7	

Tabla 2. Distribución de las inversiones en I+D según el IV Plan

Concepto / Año	1998	2003	% de la inversión en I+D respecto a 1998
% PIB dedicado a I+D	0,95	1,29	<b>35,8</b>
% Sector Público (SPU)	50,9	34,7	- <b>31,8</b>
% Sector privado (SPR)	49,1	65,3	<b>33</b>
<b>% PIB Sector Público</b>	<b>0,48</b>	<b>0,33</b>	- <b>31,3</b>
<b>% PIB Sector privado</b>	<b>0,47</b>	<b>0,96</b>	<b>104,3</b>
<b>Índice del PIB</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	+ <b>50,0</b>
<b>Inversión del S. Público</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	+ <b>4,2</b>
<b>Inversión del S. Privado</b>	<b>47</b>	<b>154</b>	+ <b>228,7</b>

NOTA: Los datos en **negritas** son el resultado de nuestros cálculos con los datos del Plan y otros datos oficiales

aplicaciones médicas; la aventura del genoma revolucionará nuestra existencia en el S. XXI; el desarrollo de la ingeniería agrícola y de los pesticidas, junto al desarrollo de la medicina y la comercialización de los antibióticos, alimentó a millones de personas y disminuyó las tasas de mortalidad infantil; el incremento de eficiencia de los motores bajó el consumo de los coches de 20 a 4 l/100 km y aun disminuirá más; podemos aprovechar recursos energéticos renovables o prácticamente inextinguibles, como la energía solar; la aventura espacial, aunque coseche algunos fracasos inevitables, es nuestra Odisea; .... La enumeración sería infinita.

## Una oportunidad al alcance de todos

¿De donde salieron tantos conocimientos?; ¿de donde tanto progreso?; de donde tanto bienestar?.

De una fuente de materias primas al alcance de todos los países: la materia gris de sus ciudadanos. Los recursos en materias primas naturales, minería, petróleo, etc., en las que se creía basada la prosperidad de los pueblos, son hoy menos importantes que nunca. Quién convierte esos bienes en riqueza es el conocimiento del que sabe cómo transformarlo, cómo hacerlo de modo eficiente y aplicarlo de modo inteligente; el que tiene la información y el conocimiento con los que ensancha las posibilidades de progreso y de bienestar social. Pero eso sólo se hace disponiendo de personas y la situación de nuestro país no puede ser más indigente (Tabla 1) ni menos prometedor el futuro que nos aguarda (Tabla 3).

Conscientes de esta realidad, modestos partícipes de ella, la Asociación de Personal Investigador del CSIC planteó como un objetivo de futuro el Fomento de las Vocaciones Investigadoras entre nuestros jóvenes estudiantes, para hacerles descubrir la aventura apasionante que se les ofrece, en España o en cualquier otro país, que ahora el mundo es cada vez más pequeño: contribuir con su esfuerzo al progreso y bienestar no de esta o aquella nación, sino de toda la humanidad.

Nuestro campo de trabajo es todo el mundo. Y aunque no sea todavía la aldea universal que nos dijo McLuhan, cualquier lugar está mucho más próximo; hace medio siglo Madrid estaba a 16 horas de tren; hoy en menos de 4 viajamos de París a Nueva York en el Concorde. Para ir de Orense a Santiago a estudiar en la Universidad el viaje era de 4 horas, pero hoy nuestros hijos estudian en Londres, que está mucho más cerca, a menos de 2 horas de avión.

La oferta de puestos de trabajo para investigadores es muy baja, porque ésa es la actual política de este Gobierno. Y las empresas privadas algún día comprenderán que si no investigan las barrerán del mercado quienes sí hayan investigado, por su mayor eficiencia tecnológica.

Ese futuro está llegando también a España; por eso, con el ánimo de abrir el paso a nuestros paisanos a una sociedad más inteligente, la que exista en esos otros países, si no aquí, nos hemos planteado un Programa para el Fomento de las Vocaciones Científicas al que invitamos a unirse, o a organizar otros semejantes por

Tabla 3. Incremento de los recursos humanos en términos absolutos y relativos.

	1998	2003	Investigadores declarados	Investigadores según cálculos	Investigadores desaparecidos
Tanto por mil sobre					
Población activa	3,3	4,0	-	<b>21%</b>	-
Valor absoluto	120000	<b>145000</b>	3500	<b>25000</b>	<b>21500</b>
Sector Público	<b>92400</b> (77%)	<b>105850</b> (73%)	2000	<b>13450</b>	<b>11450</b>
Sector Privado	<b>27600</b> (23%)	<b>39150</b> (27%)	1500	<b>11550</b>	<b>10050</b>

NOTA: Los datos en **negritas** son el resultado de nuestros cálculos con los datos del IV Plan y otros datos oficiales

su cuenta, a todos nuestros colegas universitarios y de Centros Públicos o Privados de Investigación.

## Una obligación de información a la Sociedad

Cuando los Gobiernos no atienden las necesidades sociales, los ciudadanos de las Sociedades democráticas, conscientes de la realidad de creación de riqueza que se deriva de su trabajo, debemos transmitir a la Sociedad esta información para que el Gobierno “se vea obligado” a hacer la Política Científica que necesita la Sociedad.

Y hacerlo de modo directo, bajando de una torre de marfil a la que erróneamente nos subimos y que, para mayor ridículo, algunas veces es sólo de cartón-piedra. La necesidad de este trabajo de información y divulgación social del valor de la Ciencia la defiende gente tan poco sospechosa como L. M. Lederman, Nobel de Física del 88, que en una reciente entrevista decía que “su mejor contribución a la ciencia sería que la televisión adquiriera la serie La Ciencia en Los Ángeles, dedicada a la divulgación de la Ciencia y a la promoción de Vocaciones Científicas”.

Queremos que la Sociedad española sea consciente de la calidad de nuestro trabajo; del buen uso que hacemos de los mínimos recursos que nos da el Gobierno que ella eligió; de que cualquier aumento mejorará su nivel de vida, la sanidad, los bienes de consumo, la educación, las oportunidades de trabajo, etc. Que, en fin, nuestra actividad es la socialmente más rentable, tras la de la educación que, en apenas 15 años, convierte a un niño analfabeto en un profesional que nos puede salvar la vida.

Debemos descubrir a la Sociedad una realidad: el aumento de la inversión en el descubrimiento de nuevos conocimientos es el fundamento de mejora del nivel de vida, de la justicia social y del bienestar generalizado, p. ej. mediante disminución de la jornada laboral que gracias al incremento de rentabilidad de las nuevas tecnologías; que si en la primera mitad de siglo bajó de 60 a 40 h/semana. Por ello no hay razón para que, sin disminución del salario, el Gobierno no las reduzca ya, por ley, a 32 h/semana.

Cualquier disminución de esta inversión en educación e investigación, aunque nos la vendan como reducción de impuestos, la pagaremos más cara en forma de peor calidad de vida, más paro, demoras en la justicia, retraso en la asistencia médica, etc.

## Plan de Fomento de Vocaciones Investigadoras

Nuestro Plan de Fomento de Vocaciones Investigadoras pretende construir otro futuro, trabajando con los más jóvenes, que serán los que lo convertirán en realidad.

Para ello vamos a acercar los Centros de Investigación y nuestras propias actividades a los alumnos de segundo curso de bachillerato que estén en condiciones de obtener algún fruto de esta actividad, que consiste en la realización de un Proyecto de Investigación actual, con los mismos equipos que nosotros estamos utilizando, para verificar algunos de los datos que son objeto de nuestro mismo trabajo.

### Objetivos:

**Primer o:** Darle a los mejores alumnos la oportunidad de entrar en contacto con los mejores investigadores científicos del país y, si procede, de los de fuera de él.

**Segundo:** Estimularles, por este contacto y por el trabajo que ellos lleven a cabo, el espíritu de inquisición científica del mundo en el que viven, para entenderlo mejor, para transformarlo, para apreciar la actividad de sus profesores y la nuestra propia.

**Tercero:** Ayudarles a descubrir la realidad maravillosa de la racionalidad del ser humano fruto de su capacidad y de su actividad intelectual. Cómo la mente, liberada de prejuicios irracionales, no sólo ha sobrevivido en un mundo inhóspito, sino que logró el bienestar fruto del descubrimiento de las leyes del mundo natural y de su utilización inteligente y democrática, al menos en una parte del mundo actual.

**Cuarto:** Conseguir, a través de la difusión boca a boca de los propios alumnos y sus familiares y amigos, que la Sociedad conozca nuestra preocupación porque la actividad científica llegue a ella para su beneficio, y potenciar esta actuación mediante los medios de difusión y las propias autoridades que seansensibles a este esfuerzo.

### Metodología:

**1.** Mediante contacto entre un investigador y un profesor de bachillerato se identificarán qué actividades de investigación pueden realizarse con los conocimientos que tiene un alumno de segundo curso de bachillerato. Se propondrá un tema de investigación consistente en realizar ciertas determinaciones y el análisis de los resultados obtenidos.

**2.** El investigador expondrá su trabajo o el de su centro ante los alumnos y les propondrá esta oportunidad de colaboración. Luego, el profesor seleccionará a un grupo reducido, no más de tres alumnos, que serán el equipo de investigación.

**3.** En una primera visita de los alumnos al Centro verán el equipamiento que van a utilizar, se les explicará la metodología de trabajo. Previamente, con la colaboración del profesor e investigador tutores, harán un pequeño estudio bibliográfico en el centro y con acceso a las redes y bases de datos, etc.

**4.** La realización experimental se hará un día normal de trabajo. Los alumnos trabajarán bajo la tutela del

investigador y profesor tutores, obteniendo las probetas, realizando las medidas o la actividad que proceda, según sea la naturaleza del trabajo.

5. La elaboración de los resultados a partir de los datos completará el informe final, que se presentará por escrito y, posteriormente, lo expondrán ante sus compañeros en presencia de los tutores utilizando las técnicas audiovisuales adecuadas. La valoración del trabajo realizado incluirá también la calidad de esta exposición oral.

6. Se procurará la máxima difusión de esta actividad por los medios de comunicación, y la obtención de algún patrocinio para que los trabajos se publiquen y, en su caso, se premien los mejores. En cualquier caso se expedirá un diploma que acredite la realización de ese trabajo de investigación.

7. Se pretende que esta actividad tenga la continuidad adecuada y que su difusión crezca empezando por todas las provincias y ciudades donde haya algún centro del CSIC. Sería un éxito que esta iniciativa la recogiera la Universidad y se llegara a organizar, análogamente a como se hace con las olimpiadas matemática, química y física, una **olimpiada de investigación científica de jóvenes investigadores**.

## Conclusión

Algunos políticos les gusta invertir en edificios de investigación, con inversiones incluso generosas, mientras regatean luego las dotaciones necesarias con que hacer frente a los salarios de los investigadores que harán rentable lo invertido. Les gusta sacarse fotografías cortando cintas pero luego abandonan a su desamparo a quienes tienen que sacar el trabajo adelante.

Con este Plan de Fomento de las Vocaciones Investigadoras queremos poner el acento en donde está el eslabón más débil y peor atendido de esta cadena de inversiones: los investigadores, cuyo número es escandalosamente bajo.

Por eso queremos fomentar esas vocaciones en quienes, ¿por qué no?, algún día podrán conseguir el reconocimiento universal con que se premia a los investigadores de vanguardia pero, también, a los países cuyos Gobiernos han sabido entender que el progreso social es imposible si no hay progreso científico y tecnológico.

Ojalá algún día, y pronto, nuestro país esté entre ellos.■

## INSTITUCIONES

# LOS TÍTULOS PROPIOS DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA. MASTERS Y CURSOS DE POSTGRADO

Eduardo J. Pásaro Méndez

Director de Programas de Postgrado de la Universidad de A Coruña. España

### Origen de los Estudios de Postgrado. Los Masters

Los Masters tuvieron su origen en el sistema educativo de Estados Unidos donde desde 1929 la "Harvard Business School" imparte los conocidos MBA, Master en Administración de Empresas. Esto, en parte, era fruto del deseo de los empresarios de integrar en sus plantillas de personal a los profesionales más cualificados y que mejor conociesen las técnicas de cada trabajo determinado.

Estos estudios de postgrado con unos costes medios de matrícula más elevados que los de las enseñanzas tradicionales, ofrecían un mayor número de opciones de empleo para las personas que decidían cursarlos. Los Masters aparecieron así, como un valioso instrumento para la mejora de la competitividad del sistema que conllevaba consiguientemente menores tasas de paro y mayores niveles de bienestar a largo plazo.

En la actualidad, son pocos los estudiosos de la economía que no compartan el planteamiento central de la "economía de la educación" que considera que son los recursos humanos de un país, no sus recursos materiales o de capital, los que determinan, en última instancia, el carácter y el ritmo de su desarrollo económico y social. El capital y los recursos naturales son factores de producción pasivos, los seres humanos son los agentes activos que acumulan capital, explotan los recursos naturales, construyen organizaciones sociales, económicas y políticas, y llevan adelante el desarrollo. Desde esta perspectiva, es comprensible que las personas persigan alcanzar los mayores niveles de actualización en su formación, dado que con ello facilitan su incorporación en el sistema productivo o garantizan su permanencia en el mismo.

En la década de los 80, los Master eran el objetivo de todo aquel dispuesto a entrar con seguridad en el mercado laboral. Hoy, estos cursos de postgrado han dejado de ser una garantía de trabajo, aunque siguen ofreciendo una alta especialización y cubriendo las lagunas prácticas de la formación universitaria.

Son los medios de comunicación y los propios centros que ofrecen estas enseñanzas los que siguen identificando empleos de alta retribución con una alta cualificación académica de postgrado.

En este sentido los Masters han dejado de ser exclusivamente un trampolín laboral para convertirse en un indicador de las titulaciones menos especializadas, o

aquellas que requieren de una práctica profesional previa para su buen desempeño. Esto es especialmente relevante entre los estudiantes de Derecho y Economía, a los que se dirige una gran parte de la oferta de postgrado en España.

Es importante la influencia que la educación y formación técnica de nivel superior tiene en un sistema productivo, que permanentemente sufre modificaciones en sus demandas tecnológicas. El éxito laboral está representado en muchos casos por personas que han triunfado "entre otras razones" por su adaptabilidad a las condiciones cambiantes del sistema de producción, por ello la formación de postgrado está asumiendo otra nueva faceta, la de la formación permanente de los profesionales universitarios, que ven, especialmente en titulaciones técnicas y experimentales, como cada año el 20% de los contenidos de los planes de estudio que han cursado quedan obsoletos (informática, telecomunicaciones, medicina).

### Evolución de las Enseñanzas Universitarias de Postgrado en España

Las cifras referentes a la evolución de la demanda universitaria de postgrado en España resultan contundentes. Se ha pasado de unos 350000 alumnos en 1971, que representaban una *tasa bruta de demanda* (número total de estudiantes universitarios respecto al grupo de edad entre 20 y 24 años) inferior al 10 por 100, a una matrícula superior a 1700000 alumnos en 1998, que representa una tasa superior al 30 por 100. Estos porcentajes, pese a la no garantía de empleo, sitúan a la población universitaria española en niveles comparables e incluso superiores a las de los países donde la generalización de esta modalidad educativa no es un hecho reciente.

La oferta de estos estudios se encuentra en las universidades, tanto las de carácter público como privado, que han pasado de veintidós en 1971, a ochenta en 1998. Si a ellas sumamos los centros no universitarios, como las "escuelas de negocios" y "centros superiores de formación", nos encontramos en la actualidad con más de 600 núcleos docentes que ofertan alrededor de 800 titulaciones de Master en España, distribuidas porcentualmente en Ciencias Sociales, 38%, Ciencias Biomédicas, 29%, Ciencias Tecnológicas, 22%. El 63% de estas enseñanzas son impartidas por centros de carácter público mientras que un 34% son iniciativa de entidades privadas.

Los criterios y finalidades que impulsan a los alumnos a cursar un Master o un curso de postgrado es muy diversa, aunque básicamente son: *especialización, complementariedad o actualización de conocimientos*, y que, por regla general, tienen una misma meta, como es la de ofrecer al empleador rasgos diferenciadores que hagan posible su selección.

Entre el alumnado, se observa un doble comportamiento que viene dado, por una parte por el hecho de que un apreciable número de ellos cursan programas circunscritos a su formación de origen. En tal caso, se aprecia una voluntad de aumentar los niveles de especialización de la titulación de origen que explicaría su deseo de permanencia en actividades profesionales para las que en principio se formó. Alternativamente, otros alumnos que deciden optar por programas netamente diferenciados de su formación de origen, reciben por la vía del postgrado, una formación que no está dirigida a aumentar su grado de especialización. Persiguen una reconversión de su formación para desarrollar actividades profesionales para las que en principio no estaba formado. Es, en este último caso, donde el alumno acude a desarrollar un Master con la esperanza de que éste represente su tabla salvadora a la que poder sujetarse para moverse en un mundo laboral cada vez más competitivo y voluble.

Complementariamente, se ha actuado modificando la tradicional y reducida oferta de títulos oficiales tratando de adecuar los contenidos académicos de las titulaciones a las necesidades profesionales derivadas del cada vez más complejo y dinámico sistema productivo. En esta dirección, el abanico de la oferta docente universitaria se ha abierto considerablemente al pasar de unos cincuenta títulos a más de los ciento cuarenta actuales y, lo que es más trascendental, se está en un proceso de reforma que teniendo como norte la reducción de la permanencia del estudiante en la Universidad, acortando la duración de los estudios y ajustando los contenidos académicos a las peculiaridades de cada título, no implique necesariamente, pérdida de calidad en la oferta docente. Objetivos difíciles; en realidad imposibles de conseguir.

## La legislación vigente española en materia de postgrado

La Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU), en su artículo 28.3, establece que las Universidades, en uso de su autonomía, podrán impartir enseñanzas conducentes a la obtención de otros diplomas y títulos. El RD 778/1998, de 30 de abril, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención del Título de Doctor y otros estudios de postgrado, hace referencia, en su artículo 17, a los títulos de postgrado no oficiales, estableciendo que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 28 de la LRU, "las Universidades podrán impartir enseñanzas

para titulados universitarios sobre campos propios de la carrera de procedencia o de carácter intercurricular y especialmente orientadas a la aplicación profesional de dichos saberes. Quienes superen dichas enseñanzas podrán obtener de la universidad el correspondiente Título o diploma propio de la universidad, de acuerdo con las previsiones del artículo 6 y siguientes del Real Decreto 1496/1987, de 6 de noviembre, sobre obtención, expedición y homologación de los títulos universitarios". El Título o diploma que podrán obtener de la Universidad las personas que superen dichas enseñanzas no tendrá carácter oficial.

Por último, el marco legal que regula estas enseñanzas se agota con el reconocimiento que hace de la propia LRU acerca de la potestad que tienen las Universidades para que, en sus Estatutos, recojan en calidad de Titulaciones Propias, con validez oficial limitada al ámbito de la propia Universidad, los diferentes niveles de graduación que pueden alcanzar las enseñanzas de postgrado.

En esta dirección, el Consejo de Universidades del Estado Español propició en 1990 el *Convenio Interuniversitario sobre Estudios de Postgrado*, al que la Universidad de A Coruña se adhirió

## El postgrado en la Universidad de A Coruña

Desde 1991, la Universidad de A Coruña inició su oferta de Programas de Postgrado, estructurando la misma en Masters, Cursos de Postgrado y Cursos de Especialización.

Estos estudios constituyen enseñanzas con perfiles diferenciados que pretenden dar respuesta a la formación que reclaman los jóvenes licenciados y los profesionales que ya tienen alguna experiencia en el mundo laboral. Su objetivo es proporcionar una sólida formación teórica y práctica, orientada a la especialización o al reciclaje demandado por las empresas y por las instituciones. En algunos programas académicos se ofrece a los asistentes la posibilidad de realizar prácticas en empresas e instituciones españolas y comunitarias en materias relacionadas con cada área de especialización.

### *Tipos de postgrados*

De acuerdo con lo dispuesto en el Convenio Interuniversitario sobre Estudios de Postgrado y demás legislación vigente, y según la carga y la titulación académica exigida, en la Universidad de A Coruña se pueden cursar los siguientes tipos de postgrado:

a) "Master Universitario". Se obtiene al cursar un Master con una carga lectiva mínima de 50 créditos –500 horas–, para los que se requiere la titulación de licenciado, arquitecto o ingeniero, o titulaciones equivalentes (haber superado un segundo ciclo universitario). Excepcionalmente, se puede considerar

la admisión de alumnos que estén en posesión de un título de primer ciclo, lo que es especialmente importante en las Diplomaturas y Arquitectura e Ingenierías técnicas, que no tienen la posibilidad de una continuidad académica reglada con un segundo ciclo.

b) "Experto o Especialista Universitario". Se obtiene al cursar un Curso de Postgrado con una carga lectiva mínima de 20 créditos –200 horas–, para los que se requiere la titulación de diplomado, arquitecto técnico, ingeniero técnico, o titulaciones equivalentes (haber superado un primer ciclo universitario). Excepcionalmente, se puede considerar la admisión de alumnos que estén en condiciones de cursar estudios universitarios y que demuestren una experiencia profesional previa, pública o privada, relacionada con la temática del Curso de Postgrado.

Otros estudios de postgrado, son los Cursos de Especialización que comprenden como mínimo 5 créditos –50 horas– y que van dirigidos a profundizar en una temática muy específica. La superación de estos estudios no da lugar a títulos propios, sino a un Diploma universitario de especialización

### **Evolución de los postgrados**

Bajo estos condicionantes, la Dirección de Estudios de Postgrado, dependiente, desde 1991 a 1996, del Vicerrectorado de Extensión Universitaria, y desde 1997 del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Postgrado, ha coordinado los Programas de Postgrado de la Universidad de A Coruña.

Durante los últimos cuatro años la evolución de estos estudios ha seguido tres tendencias: a) incremento continuo del número de títulos propios ofertados; Tabla 1; figura 1; b) incremento significativo de la oferta de estudios del ámbito científico-técnico (ciencias, biomedicina y tecnologías); Tabla 2, figura 2; y 3) disminución de los cursos de especialización que no constituyen títulos propios. Tabla 1, figura 1.

La oferta de masters ha evolucionado desde los 11 de 1996, a los 17 de 1997, los 20 de 1998 y los actuales 26 de 1999. La oferta de Cursos de Postgrado ha evolucionado desde los 13 de 1996, a los 18 de 1997, los 22 de 1998 y los actuales 34 de 1999. La oferta de Cursos de Especialización (no son títulos propios) ha evolucionado desde los 14 de 1996, a los 12 de 1997, los 7 de 1998 y los actuales 4 de 1999. Tabla 1, figura 1.

En conjunto el número de Títulos propios ha pasado de los 24 de 1996, a los 35 de 1997, los 42 de 1998 y los actuales 60 de 1999, y teniendo en cuenta los Cursos de especialización la oferta de Programas de Postgrado ha evolucionado desde los 38 de 1996, a los 47 de 1997, los 49 de 1998 y los actuales 64 de 1999. Tabla 1, figura 1.

### **Ambitos, coste y número de alumnos**

Los ámbitos de los programas son muy variados, pero si los comparamos agrupándolos en dos bloques, uno denominado Científico-Técnico (Ciencias Experimentales, Biomedicina y Tecnologías) y otro formado por el resto (principalmente Jurídico-Social y Humanístico) observamos una clara superioridad en la oferta de estos últimos. No obstante, en los últimos cuatro años, existe una tendencia gradual al incremento porcentual de los primeros en detrimento de los segundos. Tabla 2, figura 2.

Otro dato importante es el coste de los estudios de postgrado. Este es muy variable, tanto en la Universidad de A Coruña como en el resto de centros que ofertan estos estudios. Como media un Master en la Universidad de A Coruña costaba en 1999, 600000 pta (3614 euros) y un Curso de Postgrado 334000 pta (2012 euros).

El número de alumnos que son admitidos y por lo tanto los que dan origen a las promociones de las titulaciones propias es bajo, requisito casi imprescindible para una enseñanza de calidad que además requiere de un componente práctico importante. En la Universidad de A Coruña, en 1999 los Masters tuvieron una media de 19 alumnos y los Cursos de Postgrado de 27.

### **Los postgrados del ámbito científico-técnico en la Universidad de A Coruña**

Recogemos en este apartado una breve descripción de aquellos títulos propios que son más significativos en este ámbito

#### **Master en Aplicaciones Industriales del Láser**

Tiene como objetivo el conocimiento de la Tecnología Láser y su importante catálogo de aplicaciones en el ámbito industrial, tanto en aplicaciones ópticas como en el dominio de los láseres de potencia, sentando las bases para el establecimiento de un marco formativo alrededor esta tecnología

#### **Master en Ciencia y Tecnología Ambiental**

Se trata de un conjunto de cursos interdisciplinarios que tuvieron su origen en 1990 en un Programa COMMETT de la Comunidad Europea, en el que participaron las Universidades de Baleares, A Coruña y La Laguna. Su objetivo se centra en el conocimiento de los aspectos científicos básicos y la tecnología que puede ser de aplicación en diferentes vertientes del medio ambiente.

#### **Master en Creación y Comunicación Digital**

Tiene como objetivo promover una base de desarrollo de futuros líderes en las nuevas profesiones, formando profesionales con un alto nivel de conocimiento en los campos de la creación de contenidos, de las técnicas más avanzadas de diseño mediante computadora, y de la gestión de proyectos de comunicación. Todo ello

según un esquema que potencie la creatividad como eje articulador.

### **Master en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto**

Se aporta a los estudiantes una fuente de experiencia a través del trabajo práctico, tanto en proyectos de diseño dentro de la industria como en el diseño de nuevas propuestas, implantando en los alumnos el espíritu de trabajo en equipo, aunando conocimientos previos y dividiendo tareas en función de las inquietudes particulares de sus miembros.

### **Master en Patología y Restauración Arquitectónicas**

Formación de técnicos que se especialicen en el estudio, reconocimiento, diagnóstico y reparación de los daños que pueda sufrir un edificio, así como la intervención razonada en el patrimonio arquitectónico.

### **Master en Telemática**

Formación en un área de ingeniería de crecimiento espectacular y de importancia creciente para la

configuración del sector industrial y de servicios en tecnologías y sistemas de información.

### **Experto en Comunicaciones y Sistemas de Tiempo Real**

Formación de los titulados en la problemática de la automatización industrial en general. El enfoque es eminentemente práctico, para que, con un aprovechamiento oportuno, los alumnos puedan adecuarse con el menor coste posible de formación al mercado de trabajo.

### **Experto en Diseño de Interiores**

Formación en el campo del diseño del entorno habitable y dada la necesidad de una continua profundización de conocimientos en este campo.

### **Especialista en Servicios Telemáticos e Internet y en Redes de Comunicaciones**

Formativa a los profesionales de las tecnologías de la información una actualización de sus conocimientos o bien para aquellos que quieran reorientar su actividad hacia las áreas objeto de la especialidad.

Tabla 1. Evolución del número de Títulos Propios y de Programas de Postgrado desde 1996 a 1999 en la Universidad de A Coruña.

	<u>1996</u>	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>
<b>TITULOS PROPIOS</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	<b>60</b>
Masters	11	17	20	26
Expertos o Especialistas	13	18	22	34
Cursos de Especialización	14	12	7	4
<b>Total Programas de Postgrado</b>	<b>38</b>	<b>47</b>	<b>49</b>	<b>64</b>

Tabla 2. Evolución del número de Títulos Propios de tipo Científico-Técnico desde 1996 a 1999 y su comparación porcentual con los de otros ámbitos (Jurídico-Social y Humanístico) en la Universidad de A Coruña

<u>AÑO</u>	<u>Ambito: Científico-Técnico</u>		<u>Otros Ambitos</u>	
1996	3	12,50%	21	87,50%
1997	11	31,43%	23	65,71%
1998	16	38,10%	26	61,90%
1999	24	40,00%	36	60,00%

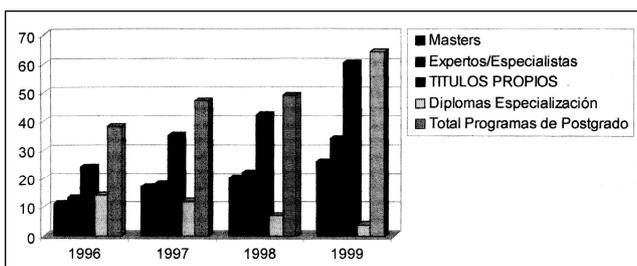


Figura 1. Evolución del número de Masters, Cursos de Postgrado (Expertos y Especialistas), Títulos Propios, Cursos de Especialización y Programas de Postgrado, desde 1996 a 1999 en la Universidad de A Coruña.

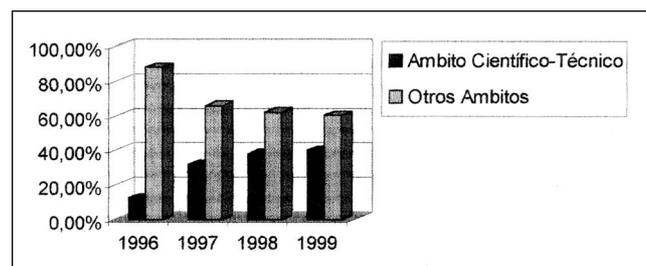


Figura 2. Evolución porcentual de los Títulos Propios (Masters y Expertos o Especialistas) entre el ámbito Científico-Técnico y otros ámbitos, desde 1996 a 1999 en la Universidad de A Coruña.

## ANEXO I

Se incluyen las ofertas Masters, Especialistas o Expertos y Diplomas de Especialización de la Universidad de A Coruña a 10 de diciembre de 1999.

### **MASTERS**

#### ***(Título propio de Master)***

1. Administración Financiera y Tributaria
2. Alto Rendimiento Deportivo
3. Aplicaciones Industriales del Láser
4. Ciencia y Tecnología Ambiental
5. Creación y Comunicación Digital
6. Creación y Dirección de Empresas (MADE)
7. Derecho Sanitario
8. Dirección y Administración de Empresas (MBA)
9. Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
10. Enfermería Comunitaria
11. Estudios de la Unión Europea
12. Estudios Teatrales y Cinematográficos
13. Gerontología Clínica
14. Gestión de Bienes Culturales y Patrimonio
15. Gestión Sanitaria
16. Medicina de Urgencias
17. Medios de Comunicación
18. Patología y Restauración Arquitectónicas
19. Práctica Jurídica y Derecho de Empresa
20. Prevención de Riesgos Laborales
21. Producción y Gestión Audiovisual
22. Proyección Urbana y Territorial
23. Psicología Aplicada a Contextos Jurídicos
24. Residencias y Atención a la Tercera Edad
25. Telemática
26. Valoración de Discapacidades y del Daño Corporal

### **CURSOS DE POSTGRADO**

#### ***(Título propio de Experto o Especialista)***

1. Actividad Física y Salud
2. Agentes de Empleo
3. Alteraciones de la Audición y el Lenguaje
4. Atención Temprana
5. Auditoría de Cuentas
6. Comunicaciones y Sistemas de Tiempo Real

7. Coordinación en Seguridad y Salud Laboral en la Construcción
8. Cuidados Paliativos y Tratamiento de Soporte del Enfermo Neoplásico
9. Derecho Marítimo y Gestión Portuaria
10. Dirección de Recursos Humanos en Empresas, Organizaciones e Instituciones
11. Diseño de Interiores
12. Economía Social: Exclusión Social y Empleo
13. Economía y Calidad en el Sector Turístico
14. Enfermería Comunitaria
15. Estudios Teatrales
16. Fisioterapia Manipulativa Articular
17. Gerontología Clínica
18. Gerontología Social
19. Gerontología y Geriátrica Práctica
20. Gestión de la Empresa Constructora
21. Gestión Inmobiliaria y Urbanística
22. Instituciones Jurídicas de Actualidad y su Tratamiento Jurisdiccional
23. Intervención Psicosocial y Legal con Menores
24. Moda: Diseño, Producción y Comunicación
25. Preparación Física
26. Prevención de Riesgos y Salud Laboral
27. Producción Cinematográfica
28. Producción Televisiva
29. Programas de Intervención Familiar
30. Psicología de la Vejez
31. Redes de Comunicaciones
32. Servicios Telemáticos e Internet
33. Técnicas de Creación y Comunicación Digital
34. Técnico Deportivo Superior

### **CURSOS DE ESPECIALIZACION**

#### ***(Diploma de Especialización)***

1. Diseño e Interiorismo
2. Enfermería de Empresa
3. Estudios Teatrales y Audiovisuales
4. Gestión de Empresas Agroalimentarias.■

## OPINIÓN

SOCIEDADES CIENTÍFICAS<sup>(1)</sup>

Manuel Calvo Hernando

Presidente de la Asociación Española de Periodismo Científico (AEPC). Madrid. España

En una sociedad como la española, alejada de la ciencia durante siglos -con excepciones brillantes y meritorias- el conocimiento científico ha estado habitualmente ausente de la llamada vida cultural. Esta es una de las razones de la misión trascendente de las sociedades científicas, que, en algún aspecto, pueden considerarse como antecedentes del actual movimiento de acercamiento de la ciencia al público a través de todos los instrumentos posibles y especialmente de los medios informativos.

Existe abundante literatura sobre los propósitos y la acción desarrollada por las asociaciones para el progreso de las ciencias, las sociedades económicas de Amigos del País y otras instituciones, a cargo de personas que habían percibido la necesidad de entrar en el universo de la ciencia y la tecnología no sólo como medio de conocimiento, sino como herramienta poderosa del desarrollo del individuo y de la sociedad, en todos los órdenes.

Actualmente, una parte de los objetivos de estas sociedades han sido transferidos a otras instituciones, públicas y privadas, y principalmente a las universidades y centros de investigación. Pero aun así, hoy las sociedades científicas pueden llevar a cabo una inmensa y compleja tarea de difusión pública del conocimiento para esos millones de personas -la mayoría de nuestra población- que no están conectados a los circuitos universitarios e investigadores y cuya única vía de acercamiento a la ciencia son estas sociedades, junto con los medios de comunicación de masas.

Si, como ha recordado J. Bronowski, la ciencia busca una manera consciente y racional de predecir, y

con ello brinda un modo de adaptarse al futuro, tanto científicos, como políticos e divulgadores contraemos una responsabilidad histórica si no nos valemos de este instrumento formidable para mejorar la calidad de vida de nuestros contemporáneos y también su calidad humana al ofrecerles esa forma de liberación que es el conocimiento.

En la AEPC nos preguntamos a veces si existe alguna iniciativa o alguna posibilidad de que el periodista científico pueda disponer de un servicio urgente y asequible para saber a qué atenerse en los casos de duda, que suelen ser más frecuentes que las certezas.

El profesor Antonio M. de Ron Pedreira, de la Sociedad de Ciencias de Galicia, es autor de un trabajo publicado en la revista *Política Científica*, bajo el título *Las sociedades científicas de finales del siglo XX*, y pone como ejemplo a la Sociedad de Ciencias de Galicia (SCG), que inició su andadura a fines de 1988, para promover el conocimiento y llenar el vacío entre los centros de producción de ciencia y tecnología y la sociedad para la que actúan y que al mismo tiempo los sustenta.

La SCG reúne a gente joven procedente de diversos campos del conocimiento científico (sobre todo de la biología y la ingeniería) y también a otros profesionales. Hoy, la principal actuación de la SCG se centra en una publicación, MOL, con una orientación generalista y de comunicación, para tratar de integrar los distintos ámbitos del conocimiento científico y encauzarlo hacia la sociedad civil.

Dado que estos propósitos coinciden con la AEPC y con esta publicación, deseamos a MOL larga y fecunda vida. ■

<sup>(1)</sup> Reproducido de *Periodismo Científico*, 26:2 (1999).

## SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN LA SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

NOMBRE Y APELLIDOS .....

DIRECCIÓN .....

C. P., LOCALIDAD, PAÍS .....

TELÉFONO / FAX / E-MAIL .....

PROFESIÓN .....

INSTITUCIÓN / EMPRESA .....

DIRECCIÓN PROFESIONAL .....

TELÉFONO - FAX - E-MAIL .....

## NORMAS PARA AUTORES

MOL acepta contribuciones, en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología, para sus diferentes secciones. Los trabajos que se presenten a las secciones “ESTUDIOS”, “EXPERIENCIAS” y “RESEÑAS” han de ser originales, no habiendo sido publicados anteriormente.

Los trabajos se presentarán impresos, acompañados de copia en disco magnético o CD (preferiblemente escritos en cualquier versión de WordPerfect o MS-Word). Podrán incluirse tablas, gráficos y fotografías en blanco y negro.

Las referencias bibliográficas, que deberán estar citadas en el texto, han de adaptarse a los modelos que siguen:

**ARTÍCULO:** Autor (es). Año. Título. Revista n°: página inicial-página final

**CAPÍTULO DE LIBRO:** Autores (es). Año. Título del capítulo. En: Editor (es) /Coordinador (es) (Eds/Coords) Título del libro, página inicial-

página final. Edición n°. Editorial. País de la edición.

**LIBRO:** Autores (es). Año. Título del libro. Editorial. Edición n°. País de la edición.

El Comité Editorial, apoyado por evaluadores externos, decidirá acerca de la adecuación de los trabajos a la línea editorial de MOL, y hará llegar un informe a los autores, pudiendo sugerir, en su caso, los cambios correspondientes.

La Sociedad de Ciencias de Galicia enviará cinco ejemplares del volumen correspondiente de MOL a los autores que publiquen trabajos en el mismo.

Todo tipo de colaboración para MOL debe enviarse a:

**Sociedad de Ciencias de Galicia**  
**Coordinador MOL**  
**Apartado 240**  
**36080 Pontevedra. España**

### DOMICILIACIÓN BANCARIA DE RECIBOS

(cuota anual: 2000 pta)

NOMBRE Y APELLIDOS.....

ENTIDAD BANCARIA .....

DIRECCIÓN .....

Nº DE CUENTA (20 dígitos).....

FECHA Y FIRMA .....

---

TIPO Y NÚMERO DE SOCIO (para cubrir por la Sociedad): .....

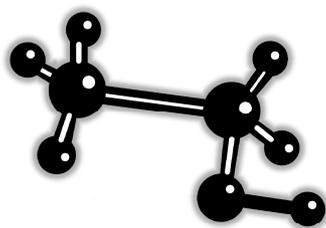
---

Remitir a :

SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA  
 Apartado 240. 36080 Pontevedra. España

## MIEMBROS DE LA SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

- 1 De Ron Pedreira, Antonio M.
- 2 Casalderrey García, Manuel L.
- 4 García Limeses, Pedro
- 5 López Salgueiro, Rosanna
- 6 López-Perea Lloveres, Francisco J.
- 7 García Limeses, Miguel
- 8 Vega Hidalgo, José A.
- 9 Tarrío Fernández, Rosa M<sup>a</sup>.
- 10 López-Riobóo Ansorena, Íñigo
- 11 Malvar Pintos, Rosa A.
- 12 Martínez Fernández, Ana M<sup>a</sup>
- 13 Alvarez Rodríguez, Angel
- 14 Escribano Lafuente, M<sup>a</sup> Raquel
- 15 Cumbraos Alvarez, Manuel
- 16 Toval Hernández, Gabriel
- 17 Freire Rama, Manuel
- 18 Casal Araújo, Manuel
- 19 Alvarez Gondar, Marcelino
- 20 González Romero, Angel
- 22 Iglesias García, Manuel J.
- 23 López Díaz, Ramón
- 24 Rodríguez Gandoy, Eladio J.
- 25 Senn González, Rafael
- 26 Viscasillas Rodríguez-Toubes, Eduardo
- 27 Rebolledo Varela, Jacobo
- 28 Carballo Carballo, M<sup>a</sup> Reyes
- 29 Calvo Méndez, M<sup>a</sup> Dolores
- 30 Macías García, Inmaculada
- 31 Montes Santos, Pilar Eugenia
- 32 Alonso Fernández, Carlos
- 33 Miravalles González, Pilar
- 35 Revilla Temiño, Pedro
- 36 Rigueiro Rodríguez, Antonio
- 37 Zea Salgueiro, Jaime
- 38 Viéitez Madriñán, F. Javier
- 39 Piñeiro Andión, Juan
- 40 Ordás Pérez, Amando
- 41 Olmedo Limeses, Jaime
- 42 Landín Jaráiz, Amancio
- 43 Gil Villanueva, José M<sup>a</sup>.
- 44 Regueiro Rivas, Francisco
- 45 García Bravo, Juan Pablo
- 46 Dapena Sánchez, José M<sup>a</sup>.
- 48 Barros Silva, José C.
- 49 Cartea González, M<sup>a</sup> Elena
- 50 Piñeiro Sieiro, Manuel
- 51 Vilas Gómez, Jaime A.
- 52 Santalla Ferradás, Marta
- 54 Lema Devesa, Fernando
- 55 Luis Crespi, Antonio M<sup>a</sup>
- 56 Esteban Prades, José V.
- 57 Mandado Pérez, Enrique
- 58 Santos Piñeiro, Ignacio
- 59 Cobo Gradín, Fernando
- 60 Pais Balsalobre, César
- 61 Peña Santos, Federico de la
- 62 Macías Rivas, M<sup>a</sup> Angeles
- 63 Alonso Riveiro, M<sup>a</sup> Aurea I.
- 64 De Valentín Fernández, M<sup>a</sup> Antonia
- 65 Iglesias Novoa, Flora
- 66 Puerto Arribas, Gonzalo
- 67 Martínez Graña, Antonio
- 68 Casquero Luelmo, Pedro A.
- 69 Barros Fernández, José C.
- 71 Lillo Beviá, José
- 72 Riesco Muñoz, Guillermo
- 73 Piñón Esteban, Miguel
- 74 López Salgueiro, Ramón
- 75 Tato Sánchez del Valle, Patricia
- 76 Díaz González-Villamil, M<sup>a</sup> Luisa
- 78 Camba Fernández, Sofía
- 79 Outeiriño Fernández, Luis
- 80 Mansilla Vázquez, José Pedro
- 81 Rodríguez Bao, José Manuel
- 82 Pérez Amaro, Ana
- 83 Casas de Ron, Carlos
- 84 Peleteiro Alonso, José B.
- 85 Simón Buela, Laureano
- 86 Castro Cerceda, M. Luisa



**MOL**