3

MONOGRAFIAS DR. ANTONIO ESTEVE

CONTRIBUCION DEL BIOLOGO A LA FARMACOLOGIA EN ESPAÑA

S. Erill • P. Camprubí

3

MONOGRAFIAS DR. ANTONIO ESTEVE

CONTRIBUCION DEL BIOLOGO A LA FARMACOLOGIA EN ESPAÑA

S. Erill • P. Camprubí

FUNDACION DR. ANTONIO ESTEVE

© 1987, Fundación Dr. Antonio Esteve
ISBN 84-398-8440-0
Depósito legal: B-43.450-86
Coordinación y producción:
Ediciones Doyma, S.A.
Travesera de Gracia, 17-21/08021 Barcelona
Impreso en España por Alogran
Printed in Spain

La Fundación Dr. Antonio Esteve contempla como objetivo prioritario el estímulo del progreso de la terapéutica por medio de la comunicación y la discusión científica.
La Fundación quiere promover la cooperación internacional en la investigación farmacoterapéutica y, a tal fin, organiza reuniones internacionales multidisciplinarias donde grupos reducidos de investigadores discuten los resultados de sus trabajos.
Estas discusiones son recogidas en las publicaciones de los «Esteve Foundation Symposia».
Otras actividades de la Fundación Dr. Antonio Esteve incluyen la organización de reuniones dedicadas a la discusión de problemas de alcance más local, así como las conferencias periódicas «Dr. Antonio Esteve» y otras formas de apoyo a las ciencias médicas, farmacéuticas y biológicas.

Indice

S. Erill
Introducción 9

P. Camprubí
Algunas consideraciones acerca de las actividades profesionales de los biólogos en la sanidad 11

E. Vila
Papel del biólogo en un departamento universitario de farmacología 17

J. Llenas
El papel del biólogo en los departamentos de farmacología de la industria farmacéutica 23

M. Arboix
Papel del biólogo en un servicio hospitalario de Farmacología Clínica 29

N. Basi
Papel del biólogo en los institutos independientes de investigación farmacológica y toxicológica 33

R. González-Duarte
Contribución del biólogo al diseño de fármacos. El caso especial de la ingeniería genética 37

C. Bellver
Situación actual de los biólogos en los equipos de Farmacología en España 43

P. Areso
Enseñanza de Farmacología en el *curriculum* de Biología. La experiencia europea y americana 47

V. Clos
Posibilidades de formación en Farmacología en los estudios de Biología en España 51

Lista de participantes

M.ª A. ARAÑO
Ossío, 23, 4., 3.
08034 Barcelona

M. ARBOIX
Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de Barcelona
Bellaterra (Barcelona)

P. ARESO
Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad del País Vasco
Leioa (Vizcaya)

A. BADÍA
Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de Barcelona
Bellaterra (Barcelona)

N. BASI
Centro de Investigación y Desarrollo
Aplicado
CIDA, S.A.
Polígono Industrial Santiga
Santa Perpetua de la Moguda
(Barcelona)

C. BAUTISTA
Facultad de Biología
Universidad Complutense
Ciudad Universitaria
28003 Madrid

C. BELLVER
Dpto. de Farmacología
Laboratorio Morrith, S.A.
Miguel Yuste, 45
28017 Madrid

J.V. BENEIT
Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad Complutense
Ciudad Universitaria
28003 Madrid

P. CAMPRUBÍ

Colegio Oficial de Biólogos
Rambla de Cataluña, 8, át. 4.
08007 Barcelona

C. CASTELLARNAU

Servicio de Hematología
Hospital de la Sta. Cruz y San Pablo
Avda. San Antonio María Claret, 167
08025 Barcelona

R. CEPEDA

Centro Nacional de Farmacobiología
Carretera de Madrid a Pozuelo
Majadahonda (Madrid)

V. CLOS

Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de Barcelona
Bellaterra (Barcelona)

S. ERILL

Fundación Dr. Antonio Esteve
Llobet i Vall-Llosera, 2
08032 Barcelona

R. FLOS

Sección de Biología
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Barcelona
Bellaterra (Barcelona)

M. GARCÍA-MORILLAS

Servicio de Farmacología Clínica
Hospital Clínico de San Cecilio
Universidad de Granada
Granada

J.A. GARCÍA-SEVILLA

Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad del País Vasco
Leioa (Vizcaya)

J. GARZÓN

Instituto Cajal
Velázquez, 144
28006 Madrid

R. GONZÁLEZ

Facultad de Biológicas
Departamento de Genética
Avda. Diagonal, 645
08028 Barcelona

J. LALUCAT

Cátedra de Microbiología
Facultad de Biología
Universidad de Baleares
Palma de Mallorca

J. LLENAS

Laboratorios Almirall
Cardoner, 68-74
08024 Barcelona

F. MORALES-OLIVAS

Dpto. de Farmacología
Facultad de Medicina
Avda. Blasco Ibáñez, 15
46010 Valencia

G. NICOLÁS

Facultad de Biología
Dpto. de Fisiología Vegetal
Salamanca

C. PIÑA

Hoechst Ibérica, S.A.
Trav. de Gracia, 47-49
08021 Barcelona

D. ROBERTS

Laboratorios Almirall
Cardoner, 68-74
08024 Barcelona

J. ROCA

Laboratorios Vita, S.A.
Avda. Barcelona, 51
Sant Joan Despí (Barcelona)

G. SALIDO

Dpto. de Fisiología Animal
Facultad de Veterinaria
Apartado 217
10080 Cáceres

J.A. SALVÁ

Dpto. de Farmacología
Universidad de Barcelona
Facultad de Medicina
Casanova, 143
08036 Barcelona

E. VILA

Dpto. de Farmacología
Universidad Autónoma de Barcelona
Facultad de Medicina
Bellaterra (Barcelona)

Introducción

En la introducción de esta serie de monografías se señalaba que su misión primordial era recoger los trabajos de mesas redondas centradas sobre temas de actualidad en España y, en lo posible, de proyección multidisciplinaria. Esta monografía trata del papel del biólogo en la farmacología española y fue concebida para discutir la situación particular del colectivo de los licenciados en biología, aquél ofrece la peculiaridad de que sin recibir formación específica en farmacología durante sus estudios de licenciatura representa una contribución notable a esta disciplina, tanto en el ámbito universitario como en la industria farmacéutica, centros privados o estatales de investigación y en la administración sanitaria. Una situación de este tipo podría ser interpretada, con ligereza, como un reflejo del carácter pluripotencial de la formación en ciencias biológicas, pero, sin negar esta particularidad, parece obligado considerar con atención cuál es la contribución exacta del biólogo a la farmacología en España, cuáles son las limitaciones con que se encuentra y cuáles son las posibilidades de futuro que se le ofrecen.

Se ha dicho que uno de los problemas principales de los biólogos españoles es que no tienen nicho ecológico propio y que deben contentarse con ocupar los huecos que les dejan otras profesiones. El objetivo de la reunión cuyas ponencias se recogen en esta monografía no fue fomentar ningún tipo de corporativismo, sino explorar el potencial del biólogo en la farmacología y discutir en el seno de esta disciplina, en cooperación con farmacólogos de otras extracciones, las posibilidades que se brindan de cara al futuro. Es obligado reconocer que la inestimable colaboración del Colegio Oficial de Biólogos, de los representantes del mundo académico y de todos los farmacólogos asistentes hizo posible una discusión reposada y cordial, y sin duda alguna fructífera, de la que se ofrece testimonio en estas páginas.

S. Erill

Algunas consideraciones acerca de las actividades profesionales de los biólogos en la sanidad

P. Camprubí

Colegio Oficial de Biólogos. Barcelona.

Quizá resulte del todo apropiado comenzar mi intervención en esta mesa redonda, destacando, que la sanidad es el campo en el que el Colegio Oficial de Biólogos ha desarrollado un mayor número de actuaciones, y en el que se han conseguido mayores logros en la larga marcha hacia el pleno y total reconocimiento social de nuestras actividades profesionales.

El Colegio ha desplegado una importante actividad formativa dirigida a los compañeros que trabajan en las diversas áreas de la sanidad. Asimismo, el Colegio ha mantenido una serie de contactos con los organismos responsables de la sanidad en las distintas administraciones; de estos contactos posiblemente el de mayor relevancia y repercusión pública fue el acto organizado por la delegación de Madrid de nuestro Colegio en el Ateneo de aquella ciudad en marzo de 1984, en el que intervinieron altos cargos de la Administración Central y Autonómica, con responsabilidad en la sanidad de nuestro país.

Todo ello, junto con las innumerables acciones legales promovidas por el Colegio ante los tribunales de Justicia, ha posibilitado:'

1. Que el Colegio Oficial de Biólogos haya sido oído en el trámite de audiencia por el Ministerio de Sanidad y Consumo respecto del Proyecto de Ley del Medicamento, así como por algunos gobiernos de comunidades autónomas, lo que implica el reconocimiento, en el terreno de los hechos, de la existencia del Colegio como entidad representativa de unos profesionales.
2. Las dos convocatorias de plazas para la formación de Biólogos Internos Residentes (BIR) en centros de la Seguridad Social, lo que implica el reconocimiento, por la Administración, de nuestras actividades profesionales en el campo de la sanidad.

Entrando ya de lleno en el tema central de esta ponencia, quisiera presentar algunas cifras recogidas a partir de los datos de una encuesta que contestan nuestros colegiados al inscribirse en nuestro Colegio. Los datos de la encuesta se refieren a los 500 primeros colegiados; de éstos, 101 trabajan en el campo de la sanidad; es decir, el 20 % de los biólogos encuestados ejercen su profesión en esa área de servicio a la sociedad, ya sea en el sector público (13 %) o en el sector privado (7 %).

Por eso decía en los párrafos inmediatamente anteriores que no era casual que el Colegio Oficial de Biólogos haya dedicado a la «cuestión sanidad» buena parte de su actividad orientada a la resolución de nuestros problemas profesionales.

De la tabla I se deduce que la incorporación de los biólogos a la sanidad se produce a partir de la mitad de la anterior década, lo que se puede explicar desde la perspectiva de que el desarrollo social y económico que alcanzó España en aquel momento generó la aparición de nuevas profesiones, entre ellas la nuestra, cuya misión última era dar satisfacción a la creciente exigencia de mayor calidad en los servicios que presta el sector sanitario a los ciudadanos de este país.

En relación a la dedicación de los biólogos que trabajan en la Sanidad (tabla II), se observa que es exclusiva en casi el 80 % de los casos, con claro predominio (60 %) de las dedicaciones comprendidas entre 36 y más de 40 h trabajadas semanalmente.

En la tabla III se aprecia que el 70 % de los biólogos sanitarios tienen un aceptable nivel de estabilidad teórica en su trabajo (contrato escrito, funcionariado, empresario) con clara predominancia del contrato escrito sobre las otras modalidades.

Respecto a las funciones realizadas por los biólogos en el campo sanitario (tabla IV), la mayoría tiene una estrecha relación con las áreas asis-

TABLA I
INCORPORACION DE BIOLOGOS A LA SANIDAD

	Fecha de finalización de la licenciatura					
Sector sanitario	*hasta 1970*	*1971-1973*	*1974-1976*	*1977-1979*	*1980-1982*	*No ind.*
Sanidad pública	9,3	4,6	23,1	29,2	24,6	9,2
Sanidad privada	0	8,3	30,6	30,5	27,8	2,8
Total sector	5,9	6	25,8	29,7	25,7	6,9

Biólogos que ejercen su actividad profesional en el sector sanitario. Resultados expresados en porcentajes sobre total de biólogos en el sector sanitario, referido a cada sector o centro de trabajo. (N = 101).
No ind. = no indicado.

TABLA II
DEDICACION

A) NIVEL DE EXCLUSIVIDAD							
Sector sanitario	*Exclusiva*		*Compartida*				
	Jornada completa	*Jornada no completa*	*Relación con biología*	*Sin relación biología*			*No ind.*
Sanidad pública	56,9	16,9	13,8	3,2			9,2
Sanidad privada	58,3	27,8	5,6	0			8,3
Total sector	57,5	20,8	10,9	1,9			8,9
B) HORAS SEMANALES							
Sector sanitario	*< 10*	*10-20*	*21-30*	*31-35*	*36-40*	*40*	*No ind.*
Sanidad pública	3,1	4,6	7,6	6,2	26,2	32,3	20
Sanidad privada	5,6	2,8	19,4	2,8	13,8	50	5,6
Total sector	3,9	4	11,8	4,9	21,8	38,7	14,9
SEGUN CENTRO TRABAJO							
Horas semanales	*< 10*	*10-20*	*21-30*	*31-35*	*36-40*	*40*	*No ind.*
Laboratorio clínico privado	4,2	8,3	16,6	0	16,7	54,2	0
Residencia SS.SS.	33,3	0	0	0	33,3	33,4	0
Hospital público	2,4	9,5	7,1	9,6	23,8	35,7	11,9
Clínica privada	5,8	5,9	11,8	5,9	17,6	47,1	5,9

Resultados expresados en porcentajes sobre el total de biólogos en el sector sanitario. No ind.: no indicado.

tenciales (56 %) y de investigación (18 %), desempeñadas mayoritariamente (45 %) como técnicos o jefes de área (tabla V).

Por último, la distribución de biólogos en los distintos tipos de centros de trabajo (tabla VI) registra que una buena parte de ellos trabajan en hospitales públicos (41 %) y laboratorios clínicos privados (24 %).

De los datos que acabo de ofrecer se desprenden conclusiones mucho más optimistas y positivas que lo que se constata en las conversaciones con nuestros compañeros que trabajan en el área de la sanidad. Pero así son las cosas. De estos datos, obtenidos de un centenar de encuestas anónimas, se deduce que sólo desde hace 10 años se aprecia una presencia significativa de biólogos en la sanidad, con una dedicación exclusiva y estabilidad en el empleo en la inmensa mayoría de los encuestados, los cuales desarrollan tareas en estrecha relación con la asistencia a los usuarios, tanto en el sector público como en el privado.

En otra de las ponencias que debatiremos en este Seminario, C. Bellver, presidente de ALBE, nos ofrece los resultados de una encuesta muy reciente que el Colegio y ALBE han realizado a los laboratorios farmacéuticos de nuestro país. En su trabajo, estoy seguro que C. Bellver nos dará a conocer datos mucho más concretos y centrados respecto a la situación de los biólogos en la actividad farmacológica que los que se han presentado aquí, los cuales necesariamente debían ser globales, relativos a todo el espectro de biólogos sanitarios, si tenía que ceñirme al objeto de esta comunicación. Más adelante, en la discusión que oportunamente se

TABLA III
RELACION LABORAL

Sector sanitario	*Contrato escrito*	*Funcionario*	*Propietario o empresario*	*Sin contrato escrito*	*Prácticas*	*Otros*
Sanidad pública	55,4	10,8	0	16,9	7,7	9,2
Sanidad privada	63,9	0	5,6	25	2,7	2,8
Total sector	68,5	6,9	1,9	19,9	5,9	6,9
Según centro trabajo						
Laboratorio clínico privado	45,8	0	8,3	33,3	12,6	0
Residencia SS.SS.	100	0	0	0	0	0
Hospital público	59,5	11,9	0	19	9,6	0
Clínica privada	82,4	0	5,8	11,8	0	0

Resultados expresados en porcentajes sobre el total de biólogos en el sector sanitario.

TABLA IV
AREA DE FUNCIONES

Sector sanitario	*Control calidad*	*Investigación*	*Producción*	*Asistencia*	*Docencia*	*Otros*	*No contesta*
Sanidad pública	3,1	24,6	0	53,8	1,5	6,2	10,8
Sanidad privada	5,6	8,3	8,1	58,3	2,4	2,8	14,5
Total sector	4,1	17,8	3,9	55,6	1,8	4,8	12,0
Según centro trabajo							
Laboratorio clínico privado	8,3	8,3	8,3	50,1	0	4,2	20,8
Residencia SS.SS.	0	0	0	100	0	0	0
Hospital público	2,4	45,2	0	47,6	4,8	0	0
Clínica privada	0	5,9	5,9	76,5	0	0	11,7

Resultados expresados en porcentajes sobre el total de biólogos en el sector sanitario.

TABLA V
CATEGORIAS LABORALES

Sector sanitario	*Jefe área*	*Técnico*	*Auxiliar técnico*	*Adj.*	*Resid.*	*Inv.*	*Prof. Ayud.*	*Fac. san.*	*Bec.*	*Otros*	*No ind.*
Sanidad pública	7,7	33,8	6,2	7,7	3,1	6,2	1,5	4,6	9,2	6,2	13,8
Sanidad privada	22,2	30,6	8,3	5,6	5,6	0	0	11,1	2,8	0	13,9
Total sector	12,8	32,8	7	6,9	4,1	3,8	0,9	6,9	7,1	3,9	13,8

Resultados expresados en porcentajes sobre el total de biólogos en el sector sanitario.

TABLA VI
ACTIVIDAD DEL CENTRO DE TRABAJO

Tipo-centro de trabajo	*Porcentaje sobre el total de biólogos en sanidad*
Residencia SS.SS.	2,9
Hospital público	41,6
Clínica privada	16,9
Laboratorio clínico privado	23,8
Otros	14,8

genere, habrá ocasión de sacar las pertinentes conclusiones.

Hasta este momento ha sido relativamente fácil desarrollar esta ponencia: se trataba de explicar la labor realizada por el Colegio Oficial de Biólogos respecto a la problemática profesional de nuestros colegiados que desarrollan su actividad en la sanidad, a la vez que mostrar cuál es su situación profesional, a partir de los datos que los propios interesados nos han facilitado a lo largo del bienio 1982-1983.

Pero llegado a este punto, las cosas se complican si se quiere alcanzar alguna hipótesis sobre cuál puede ser nuestro futuro profesional en la sanidad. Pero ésta es una cuestión harto compleja de incierta respuesta. Necesariamente debo ser modesto y acabaré mi comunicación refiriéndome sólo a las líneas de actuación que el Colegio tiene planteadas en el área de la sanidad.

Por de pronto, antes ya he avanzado mi sensación de que hoy estamos aquí ante un nuevo —nuevo para nosotros— método de trabajo que si lo aplicamos a otras actividades sanitarias nos ha de permitir un conocimiento más preciso de nuestras funciones y posibilidades profesionales.

Otra cuestión pendiente es la de diseñar una estrategia, de acción permanente, ante las distintas administraciones con competencias en la sanidad. En la Junta de Gobierno del Colegio hay abierta una discusión al respecto que aún no está cerrada.

En cambio, sí está clara la estrategia de recursos ante disposiciones de las administraciones sanitarias que ignoran nuestras capacidades profesionales. El Colegio recurre sistemáticamente y hasta el final las normativas que sobre especialidades promulgan las distintas administraciones sanitarias españolas y que no nos tienen en cuenta y nos discriminan. Aquí hemos encontrado el inestimable apoyo de los compañeros de la universidad en el trámite judicial de las pruebas y estamos seguros de poder seguir contando con ello.

Coadyuvando con estos distintos frentes de acción, el Colegio debe procurar la consolidación de los grupos de trabajo formados por biólogos sanitarios; aquí, en este frente de acción, el Colegio debe profundizar y estrechar más si cabe sus relaciones con ALBE. Toda aportación proveniente de la propia experiencia es valiosísima, ya sea en forma de un seminario como éste, ya sea bajo otras formulaciones más clásicas y habituales entre nosotros.

Creo que poca cosa más debo decir. Nos queda muchísimo camino por recorrer. Justo hemos empezado a andar hace unos pocos años. Otros llevan más tiempo en este tajo, incluso siglos de ventaja. Pero ello no debe intimidarnos: se trata, ni más ni menos, de poner nuestra ciencia al servicio del desarrollo social de nuestra sociedad y aprovechar la tensión que ésta genera en los que, por sí solos, son incapaces de satisfacer las demandas de bienestar sanitario que, de forma lenta pero implacable, el tejido social día a día les va exigiendo.

DISCUSION

S. ERILL: Dado que se ha hablado del papel del biólogo en el contexto general de las tareas sanitarias, quisiera iniciar esta discusión preguntando al Dr. Camprubí cuál es la formación del biólogo, en el curso de la licenciatura, en aspectos tales como la toxicología y la analítica.

P. CAMPRUBÍ: En toxicología yo diría que no hay ninguna asignatura optativa. Respecto a la analítica, existe una formación repartida entre varias disciplinas, pero tampoco existe una asignatura optativa como tal.

J.A. SALVÁ: Debo señalar que en mi opinión importa poco que estudien o no toxicología, porque del mismo modo que lo importante son las competencias y no las titulaciones, también es evidente que lo fundamental es la capacidad de adquirir y manejar los conocimientos en un sector determinado y no aquellos conocimientos concretos. Creo que puede hacerse de un biólogo un toxicólogo en un cierto tiempo, cosa que sería muy difícil con un arquitecto, con independencia de que hayan estudiado o no toxicología.

G. NICOLÁS: Quiero manifestar mi total acuerdo e identificación con cualquier posición opuesta al corporativismo. Creo que los biólogos hemos tenido que sufrir en propia carne este corporativismo enfrentados con toda una serie de otras profesiones que nunca nos han dejado entrar en campos que creían exclusivos. Creo que esto se basa en una falacia que debemos ya erradicar y pienso que el Colegio ha tenido un papel fundamental en intentar acabar con esta situación.

Antes se preguntaba sobre qué formación en toxicología o en farmacología se daba al biólogo. Lamentablemente, la formación que se imparte en las facultades de biología es muy escasa a este respecto. Es más, con el replan-

teamiento de los planes de estudio, e incluso de la duración de las carreras, cabe la posibilidad en las universidades de crear departamentos mayores e integrar en un mismo departamento a biólogos, químicos, farmacéuticos, médicos, etc. Quizás estamos en un momento óptimo para que esta deficiencia que los biólogos hemos tenido en la formación en dichos campos pueda solucionarse.

J.A. GARCÍA SEVILLA: Me parece muy interesante lo que ha comentado el Dr. Salvá, pero quizás habría que matizar dos aspectos fundamentales del papel del biólogo en la sanidad, lo que probablemente serviría para la discusión. Uno de ellos es el papel del biólogo en la investigación sanitaria y otro el papel del biólogo en la aplicabilidad de esta sanidad. Y si bien para el primer caso todos estamos de acuerdo en que la ciencia es interdisciplinar y que muchas lagunas de formación se pueden completar después en el estudio de posgrado en departamentos específicos, también es cierto que las clases que dominan la sanidad en este momento pedirán cada vez mayor profesionalidad al recién licenciado a la hora de optar a un puesto de trabajo. En este sentido, creo que sería oportuno señalar que la ampliación del campo de actuación del biólogo exigiría una redistribución de los planes de estudio, haciéndolos más adecuados al mercado de trabajo de este profesional.

R. FLOS: Estoy de acuerdo con las intervenciones anteriores y, ante este problema, quizá nos estamos avanzando un poco a lo que tendría que ser la última discusión, es decir, hasta qué punto todo lo que discutamos hoy aquí puede incidir en la formación del biólogo y, por tanto, *a posteriori* en el papel del biólogo en el campo de la farmacología.

Creo que es un tema en el que no sólo los médicos y los farmacéuticos van a pedir otro tipo de formación al biólogo, sino que nuestros propios licenciados, de una manera u otra, nos lo están pidiendo. Cuando se discuten nuevos planes de estudio, los propios estudiantes plantean que les resultaría interesante revisar tal o cual aspecto de manera sistemática en su plan de estudios.

Con todo, sería erróneo ignorar la posibilidad de decantarse posteriormente hacia muy diversos aspectos profesionales. Esto implica que en formación haya una cierta generalización y una base concreta de temas, pero que permitan afrontar más cosas de disciplinas distintas. Hay que vigilar que en los futuros planes de estudio esta característica se mantenga, es decir, no vayamos a formar biólogos que sólo sepan hacer tal o cual cosa, sino que hay que garantizar que el biólogo tenga esa capacidad amplia que tiene en estos momentos, suplementada con otros aspectos que ahora le pueden faltar.

Papel del biólogo en un departamento universitario de farmacología

E. Vila

Departamento de Farmacología y Terapéutica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona.

La farmacología conlleva una amplia variedad de intereses que incluyen la investigación básica del mecanismo de acción de los fármacos, el uso de fármacos para comprender el funcionamiento fisiológico y bioquímico normal, el desarrollo de nuevos fármacos, así como su seguridad y su eficacia (Burns, 1979). Este tipo de investigaciones requieren la participación de científicos de diversas áreas todas ellas relacionadas, tales como la bioquímica, química médica, inmunología, fisiología, biología molecular, citología...

No hay que olvidar que muchos de los grandes avances en el conocimiento de las funciones normales (fisiológicas) de los organismos se han llevado a cabo gracias a la utilización de fármacos. Esta no es una característica de los estudios realizados por científicos (¿médicos?, ¿fisiólogos?, ¿biólogos?) de principios de siglo, sino que sigue siendo una realidad. En muchos momentos se hace difícil trazar una barrera clara entre la farmacología y otras ciencias como la bioquímica, la fisiología, la biología molecular...

En la actualidad, la farmacología está renovando sus áreas de competencia, bajo las presiones de diversas fuerzas, principalmente por la introducción de nuevas técnicas experimentales en biología molecular y celular. Aunque estas técnicas pueden ayudar a conocer la acción de viejos fármacos, el farmacólogo necesita conocer cómo usarlas para descubrir fármacos nuevos y mejores (Godfraind, 1979).

Los estudios de biología en España, con una estructura similar a la actual, aparecen a finales de la década de los setenta al subdividirse los estudios de las ciencias biológicas en 3 ramas separadas: botánica, zoología y fundamental.

Entendemos por biología la ciencia que estudia los seres vivos a todos los niveles de organización, desde el nivel molecular hasta el de relaciones entre los distintos seres vivos, pasando por todos los niveles intermedios. Dentro de las 3 especialidades en los estudios de biología que se imparten en la actualidad en nuestro país, sería la llamada rama «fundamental» la que profundizaría en los estudios a nivel molecular y celular, sin olvidar niveles superiores de organización.

Sin entrar a analizar si es o no correcto, tenemos que aceptar como una realidad que dichos estudios están enfocados a una posterior investigación «pura» más que «aplicada». Ello implica que el biólogo al terminar su graduación se encuentre con que se le ha preparado únicamente para hacer investigación o en su defecto para la enseñanza, olvidando muchas veces aspectos prácticos de los conocimientos adquiridos que le permitirían acceder a un campo más amplio de trabajo. Esta particularidad es quizá la que conduce a los licenciados en biología a buscar un lugar en campos relacionados con la biología, entre ellos la biomedicina y en particular la farmacología, en los que poder desarrollar una investigación básica, sea o no aplicada, que le permita desarrollar los conocimientos adquiridos.

Presencia del biólogo en el campo biomédico

En un análisis realizado en Barcelona (varios autores, 1978) se observó que la presencia de biólogos en los distintos campos de la biomedicina empieza a hacerse patente aproximadamente a partir de 1974. Ciñéndonos al campo de la farmacología, y dentro de él a diversos departamentos universitarios se ha analizado el número de biólogos que han trabajado en ellos durante el curso académico 1984-1985, así como su vinculación laboral al centro (tabla I).

Por otro lado, se ha intentado analizar cuáles son las tareas de investigación que desempeñan estos biólogos dentro de los departamentos (ta-

TABLA I
NUMERO DE BIOLOGOS Y SU VINCULACION PROFESIONAL EN VARIOS DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS DE FARMACOLOGIA DURANTE EL AÑO ACADEMICO 1984-1985

Universidad	*Número de biólogos*	*Vinculación profesional*	*Total*
Barcelona	2	Ayudante de clases prácticas	2
Autónoma de Barcelona	2	Profesor titular	9
	1	Colaborador	
	6	Voluntarios	
País Vasco	2	Becarios (FP. I)	3
	1	Ayudante de clases prácticas	
Complutense (Madrid)	2	Profesor titular	3
	1	Voluntario	
Valencia	0	—	0

TABLA II
TESIS DE LICENCIATURA Y DOCTORADO LEIDAS O EN PREPARACIÓN DURANTE EL CURSO ACADEMICO 1984-1985, EN DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS DE FARMACOLOGIA

Universidad	*Tesis*		*Tesinas*	
	Leída	*En preparación*	*Leída*	*En preparación*
Barcelona	1	—	—	1
Autónoma de Barcelona	1	1	1	4
País Vasco	—	3	1	—
Complutense (Madrid)	—	—	—	1
Valencia	—	—	—	—

bla II), mediante el análisis de las tesis doctorales y de licenciatura realizadas o en preparación durante el mismo curso académico.

Con plena conciencia de que estos datos no tienen validez alguna desde un punto de vista estadístico, ya que se ciñen a un solo curso académico y a un número limitado de universidades, nos servirán de punto de partida para evaluar la presencia de los biólogos en los departamentos universitarios de Farmacología, así como para ver cuáles son las tareas que desempeñan dentro de ellos. A partir de estos datos podemos observar que aproximadamente un 58 % de los biólogos encuestados es personal remunerado en sus distintas categorías, siendo únicamente un 23 % del personal total fijo (vale la pena recalcar que este porcentaje proviene de los 4 profesores titulares, dos de los cuales poseen además la licenciatura en medicina). El 40 % restante son licenciados que no perciben retribución alguna. En la tabla II puede verse que todos ellos llevan a cabo tareas de docencia tanto práctica (ayudantes de clases prácticas) como teórica (profesores titulares). Por experiencia sabemos que muchos de los biólogos que han hecho una tesis de licenciatura o doctoral en Farmacología, no tienen acceso posteriormente a ningún cargo académico, hecho, sin embargo, que podría ser debido no sólo a su titulación sino también a la poca disponibilidad de nuevas plazas en nuestras universidades. A todo ello tenemos que añadir que el biólogo, al igual que cualquier titulado superior, se doctora «en su facultad de origen» (biología) con lo cual no queda patente en ningún lugar su formación en Farmacología.

Formación académica y ejercicio profesional

Llegados a este punto del análisis podemos preguntarnos ¿está el biólogo, al terminar su licenciatura, preparado para integrarse en un departamento universitario de farmacología? El biólogo, dada su formación se encuentra en condiciones para realizar tareas de investigación en farmacología básica, ya que no debemos olvidar que para ello se requieren amplios conocimientos de bioquímica, citología, fisiología y estadística, materias todas ellas que un biólogo

debiera conocer. Por otro lado, y haciendo honor a la verdad, tenemos que señalar que el biólogo carece de conocimientos de la terminología farmacológica.

Dada la actual estructuración de los estudios de biología en nuestro país, el biólogo que accede a un departamento universitario de farmacología, así como a otros campos dentro de la misma, lo hace con desventaja en algunos aspectos en relación a otros profesionales (médicos, farmacéuticos, veterinarios) por carecer de formación básica en dicha materia. Ello conlleva que el biólogo tenga que dedicar un tiempo suplementario a su propia formación farmacológica. Dicha formación puede adquirirla asistiendo a los cursos de farmacología que imparte el propio departamento o a cursos de especialización para posgraduados como el que imparten los departamentos de Farmacología del CSIC y de la Universidad de Barcelona.

En España, la farmacología (no se puede hablar aquí de estudios de farmacología, sino únicamente como materia universitaria) se ha impartido clásicamente en las facultades de Medicina y Veterinaria y más recientemente con la denominación de Farmacodinamia en las facultades de Farmacia. No obstante, en diversos países europeos existen estudios de farmacología que se realizan en facultades de Ciencias, dando lugar a una amplia especialización en este campo, obteniéndose la licenciatura en «Farmacología».

El hecho de que los biólogos tengan una formación distinta a otros profesionales de las ciencias biomédicas puede ser beneficioso, ya que implica otro punto de vista distinto al que poseen los médicos y farmacéuticos cuya formación está enfocada hacia un aspecto más práctico. Dicho en otras palabras, el biólogo puede estar más interesado por el mecanismo de acción de los fármacos que por su aspecto terapéutico. Por ello, puede ser importante que en un departamento de farmacología convivan distintos profesionales, ya que unos puntos de vista pueden ser complementarios de otros. El hecho de la nueva reestructuración de la Universidad en departamentos y no en facultades es propicio, al menos teóricamente (la realidad en estos momentos deja mucho que desear), para la formación de departamentos de farmacología universitarios multidisciplinarios que impartan la enseñanza de esta materia a estudiantes de diversas licenciaturas, lo que conllevaría una visión mucho más universal que la actual.

Por su formación eminentemente básica cabría pensar que el biólogo deba dedicarse tanto a la enseñanza como a la investigación fundamental. Sin embargo, según la especialización y el grado de interés puede participar en otros temas más propiamente clínicos, como por ejemplo, la farmacocinética clínica.

Un detalle que no debe escaparse de este análisis es el hecho de que cada vez más aumenta el número de biólogos, farmacéuticos y químicos en la investigación farmacológica de los departamentos de Farmacología Universitaria, a la vez que disminuye el número de médicos. Este hecho vendría condicionado por varios factores. Por un lado, el hecho de la aparición reciente de unos estudios de biología, con todas sus limitaciones, que se preocupa de los fenómenos que tienen lugar en y entre los seres vivos, ha desviado hacia ellos a muchas de las personas interesadas por el estudio de estos mecanismos alejándolos de la licenciatura en medicina, que acoge en la actualidad a personas interesadas en el punto de vista terapéutico. Lambdin (1975), en un estudio realizado en los EE.UU. durante el curso académico 1974-1975, comprobó que el 90 % de los alumnos de las facultades de medicina planeaban la asistencia médica como su actividad profesional, y no la docencia, la investigación o la administración. Un estudio sobre la enseñanza de la farmacología (Laporte, 1980) muestra cómo en el Reino Unido el porcentaje de estudiantes de Medicina que piensa dedicarse a la investigación básica como primera opción profesional es sólo del 4,4 % en 1966 y del 4 % en 1975, y en la Universidad Autónoma de Barcelona, en 1977, sólo el 0,3 %. Por otro lado, los médicos que se encuentran en los departamentos de farmacología están desviando su atención hacia la relativamente nueva «Farmacología Clínica».

Otro factor, ya mencionado anteriormente, viene dado por el hecho real de que la farmacología en la actualidad, debido a los grandes avances en el conocimiento de la organización y funcionamiento de los seres vivos a nivel molecular, bioquímico y fisiológico, hace necesaria la participación de distintos profesionales en un área tan multidisciplinaria como esta especialidad.

No querría terminar mi intervención en este debate sin decir que el gran avance científico, durante las dos últimas décadas, hacen insostenible la rama «Fundamental» de los estudios de biología como un ente único. Queda claro que un genético, un microbiólogo, un bioquímico, o un farmacólogo, aunque necesitan una base común precisan de una especialización más clara que la actual.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

BURNS J. J. Pharmacology — the challengue for the future. TIPS: inagural issue, 1979.
GODFRAIND T. The future of pharmacology and the cooperation between pharmacologist. TIPS 1979 (4): I-II.
LAMBDIN J. A. Survey of how medical students finance their education, 1974-75. Association of Americal Medical Colleges, Washington, 1975.
LAPORTE J. R. *La enseñanza de la farmacología*. En: Avances en Terapéutica, 1980; 10: 114-141.
VARIOS AUTORES. Els biòlegs en la Sanitat: situació actual a Barcelona. En: «Primer simposi estatal de Biòlegs», 1978.

DISCUSION

J. V. BENEIT: Yo estoy de acuerdo en casi todo lo que la Dra. Vila ha dicho. También tengo una encuesta, relativamente reciente, en la cual, por desgracia, no contesta el número de departamentos que debería pero que se aproxima a un 40 % de los departamentos universitarios de farmacología en España. En ella, la participación de biólogos es muy inferior a la que se ha señalado, quizá porque no comprende los 2 grandes grupos de universidades, Madrid y Barcelona, donde probablemente hay más participación de biólogos. En mi encuesta esta participación más o menos se aproxima a un 3,4 % del total de catedráticos, titulares y ayudantes. Además, me ha parecido detectar que un número importante de licenciados en biología que entran en un departamento universitario de farmacología emprenden después una licenciatura en medicina.

M. ARBOIX: En relación a estas posibles diferencias entre las encuestas, es importante señalar que los primeros licenciados en biología que no fueron simplemente de ciencias naturales sino que iniciaron su especialización en otras áreas, se graduaron en el 72/73 en las universidades de Barcelona. Estas ramas no existían en aquel momento en otras universidades importantes, como en Madrid; y es muy probable que el bloqueo que tuvo lugar precisamente en Barcelona hacia las oposiciones a profesores titulares influyera de alguna manera en los porcentajes globales de biólogos entre el personal académico de los departamentos de farmacología. Por otra parte, en honor a la verdad, es evidente que siempre ha habido recelos en las facultades hacia la participación de biólogos, y muchos de nosotros hemos tenido que vivir situaciones difíciles, de marginación, en este terreno. Con todo, debo manifestar que en los departamentos de farmacología de las universidades de Barcelona esto no ha ocurrido.

M. GARCÍA MORILLAS: Quiero abundar en la intervención de la Dra. Arboix en el sentido de que parece que en la atmósfera flota un sentimiento de excesivo pesimismo. Ese pesimismo es excesivo porque la biología es relativamente nueva. Refiriéndome a mi Facultad, en Granada, debo mencionar que no ha habido hasta ahora ninguna aproximación por parte de licenciados en biología y yo me atrevería a decir que para la farmacología experimental, el biólogo está de entrada en mejores condiciones que el médico.

S. ERILL: Creo que hasta aquí hemos mantenido el diálogo centrado en el papel en cuanto a posición académica y, ciertamente, me parece que también sería el momento de considerar el papel del biólogo en estos departamentos universitarios desde el punto de vista de su contribución científica que, en algunos casos, nos consta a todos que es extraordinaria.

R. FLOS: Se han dicho varias cosas que creo merecen una discusión posterior, pero puesto que la idea surge a partir de cuestiones dichas en este momento, quizá vale la pena dejarlo, como mínimo, reseñado.

Así, en cierto momento se ha hablado de la formación del biólogo en su rama fundamental. ¿Hasta qué punto, no sólo hay que formar al biólogo —y el campo de la farmacología podría ofrecer un buen ejemplo— en la posibilidad de hacer investigación pura, sino que hay que empezar a pensar en el biólogo como técnico? Esto vale para este campo y para muchos otros de la profesión del biólogo.

Otra cuestión hace referencia a los planes de estudio. Al menos en nuestra Facultad se está empezando a pensar en la posibilidad de que los doctorados no lo sean en licenciaturas, sino

que lo sean un área de conocimientos en la cual sea factible la especialización. En este sentido, podría doctorarse en farmacología gente procedente de muy distintos orígenes, como biólogos, farmacéuticos, médicos, etc. Ello ligaría con otra cuestión, que es la manera de acceder en la universidad a plazas fijas. Creo que esto va muy directamente relacionado con el tema que se ha mencionado de la posibilidad de aportación científica. Aunque es cierto que desde el momento de su incorporación a un departamento, el biólogo, o quien sea, trabaja y produce científicamente, también es cierto que la mayor posibilidad de aportación se da cuando existe una situación de estabilidad.

El hecho de que haya tan pocos biólogos, aparte de las razones que se han aducido, va probablemente relacionado con la manera como se accede a plazas fijas en la universidad. Durante cierto tiempo —y esto lo he vivido en otra rama— la posibilidad de que, por ejemplo, médicos optaran por la fisiología en una facultad de ciencias no se veía demasiado bien, y al revés, que un biólogo o incluso un farmacéutico se presentara a unas oposiciones para una plaza de medicina era impensable.

Creo que si los doctorados consiguieran hacerse en especialidades todo esto desaparecería, puesto que contaría más la fase posterior a la licenciatura que no la procedencia.

J.A. García Sevilla: En principio, me parece un punto fundamental de discusión cuando consideramos a una persona un profesional en un campo, y creo que los doctorados tendrían que realizarse en la especialidad que ha hecho exactamente un individuo.

Creo que vale la pena considerar que un licenciado es un profesional, tanto en lo que concierne a la investigación como a su labor en otros campos, cuando se doctora. Desgraciadamente, nuestros licenciados no son considerados realmente profesionales en el extranjero y eso lo sabemos todos. En este sentido, desaparecería la diferencia de clases que se crea al hablar de médicos, veterinarios, biólogos, y se hablaría solamente de farmacólogos o doctores en farmacología, cualquiera que fuera su procedencia inicial.

G. Salido: Yo también soy un poco escéptico ante la interpretación de los resultados de la pequeña muestra estadística que se ha realizado, porque probablemente hay muchos biólogos haciendo farmacología en centros o departamentos que no llevan esta denominación. A modo de ejemplo, cabe citar la reciente publicación de un trabajo de 5 investigadores españoles, de los cuales cuatro son biólogos y lo firma un departamento de fisiología.

E. Vila: Yo me he ceñido solamente a los departamentos de farmacología y reconozco que esta encuesta no tiene un valor estadístico, dadas sus limitaciones y las grandes diferencias detectadas entre centros. No obstante, puede contribuir a perfilar el papel del biólogo en los departamentos universitarios de farmacología.

El papel del biólogo en los departamentos de farmacología de la industria farmacéutica

J. Llenas

Departamento de Farmacología. Laboratorios Almirall. Barcelona.

Hasta hace 15 años, en los pocos departamentos de farmacología existentes en la industria farmacéutica española, los licenciados que dirigían y realizaban los estudios correspondientes para conseguir los registros de productos con interés terapéutico, ya sea de investigación propia o extranjera, eran médicos, farmacéuticos, veterinarios y, en algunos casos, químicos que, además de estar especializados en Bioquímica, adquirían los conocimientos necesarios de Fisiología y Farmacología para desempeñar tales cargos.

Mientras tanto en las aulas de la Facultad de Ciencias de las universidades españolas, los futuros licenciados en Biología trabajaban con entusiasmo, en asignaturas como Zoología, Fisiología, Microbiología, Genética y un largo etcétera, pensando en la aplicación útil de tales conocimientos. Quizás haga falta recordar que uno de los aspectos que diferencia al biólogo de cualquier otro de los profesionales anteriormente mencionados es la poca definición de su función social, al menos en el momento de crearse esta carrera en nuestro país. Así pues, una de las razones que impulsaron a un estudiante de Preu entonces, o de Cou en la actualidad, a estudiar biología, es su afán de conocimiento por los fenómenos biológicos que suceden a su alrededor, en la creencia de que la sociedad necesita de ellos para su evolución y desarrollo.

A nadie se le ocurre pensar que un estudiante de biológicas ha elegido tales estudios con un objetivo económico y a todo el mundo le encaja que un biólogo se dedique a la investigación, ya que es algo ligado intrínsecamente al concepto de interés por conocer y dilucidar los secretos de su entorno. No es, por tanto, de extrañar que al empezar la crisis de los años setenta, los recién licenciados en biología se acogieran a toda idea que ondeara con el nombre de investigación.

Coincidiendo con cambios en los requerimientos por parte de la administración para el registro sanitario de productos sin estudio previo, y debido a que muchos laboratorios se plantearon la necesidad de hacer planes económicos a largo plazo para asegurarse en el futuro una fuente de nuevos productos, los biólogos empezaron a estar presentes en las secciones de investigación de la industria farmacéutica. Los lugares ocupados fueron, y siguen siendo en la actualidad en su gran mayoría, de técnicos cualificados en el desarrollo de nuevos métodos para seleccionar productos activos y colaborar en las líneas de investigación de fármacos marcados por cada empresa.

Los biólogos que se encuentran desarrollando su actividad cotidiana en los laboratorios de farmacología en la industria han tenido que realizar un esfuerzo considerable, no tan sólo en ponerse al día de los conocimientos recientes en Farmacología, sino incluso de los más elementales, para poder competir con los demás profesionales procedentes de otras ramas universitarias.

En este momento, la mayoría de los licenciados en Biología que están investigando en la industria, por las razones anteriormente mencionadas, están catalogados como personas con mentalidad científica preparadas para completar trabajos con vistas a obtener registros de productos, con poca información farmacológica[1], o bien, en el mejor de los casos, encontrar alguna molécula interesante dentro de un determinado campo con posibilidades en el mercado nacional.

Debido a la escasa infraestructura que existe en nuestro país en el terreno de la investigación en general y en el campo de la farmacología en particular, no es extraño observar cómo la confianza de los empresarios, en las tareas de dirección de proyectos y diseño de líneas de in-

vestigación, se está depositando en muchas ocasiones en licenciados bien preparados en el extranjero. Esto es también un problema aplicable a otros tipos de licenciaturas; serán, por tanto, necesarios largos años de experiencia y de estudios posgraduado para poder tener los conocimientos suficientes que permitan a un licenciado nacional acceder de forma competitiva a puestos de organización en la investigación farmacológica.

En esta ponencia se pretende comentar el tipo de colaboración ejercida en la actualidad por el biólogo en un laboratorio de Farmacología de la industria, y qué es lo que debería hacerse para crear un concepto de biólogo con especialidad en farmacología experimental con posibilidades potenciales de desarrollar un trabajo de investigación a nivel internacional.

El laboratorio de farmacología en la industria

En la industria farmacéutica, el laboratorio de farmacología puede ser de 3 tipos, según lo define J. A. Salvá[2]:

1. Laboratorio de Farmacología integrado.

Es aquel que se halla encuadrado como uno más dentro del laboratorio farmacéutico, con tareas relacionadas principalmente con la búsqueda de información para completar registros de nuevos productos farmacéuticos, estudiar la actividad y toxicidad de nuevas combinaciones, etc., para finalmente participar en los ensayos clínicos con vistas a su posterior comercialización. Este es el caso de muchos laboratorios en nuestro país y es el primer paso para llegar a desarrollar un futuro laboratorio real de investigación.

2. Laboratorio de Farmacología investigador.

Este tipo de laboratorio trabaja en estrecha relación con el laboratorio de síntesis química, y es el encargado de seleccionar las moléculas activas, estudiando a fondo su actividad, toxicidad y cinética para finalmente planificar los estudios clínicos. A su vez, este laboratorio debe realizar también las actividades descritas para el laboratorio integrado, ya que al igual que éste se encuentra normalmente formando parte de sus instalaciones y mantiene una constante relación con la parte comercial.

Una instalación de este tipo empieza ya a ser costosa, y prohibitiva para muchos laboratorios farmacéuticos, puesto que requiere un suministro constante de animales, de aparatos y de material. En España ya existen varios de estos laboratorios, y la experiencia está demostrando que son rentables si se sabe perseverar.

3. Centro de investigación farmacológica.

Esta es la forma que adoptan los departamentos de investigación de las grandes multinacionales. Engloban desde la síntesis de los nuevos productos hasta la preparación galénica previa a su comercialización, pasando por los estudios farmacodinámicos, cinéticos y toxicológicos. Estas estructuras se sostienen mediante presupuestos extraordinarios de las empresas madre, pero mantienen su independencia en cuanto a financiación, en muchas ocasiones.

La actividad desarrollada en estos centros está en parte dedicada a la investigación básica, en la búsqueda de auténticos fármacos revolucionarios.

Un ejemplo es el estudio intensivo realizado por la Wellcome en el campo de las prostaglandinas o el de la SK&F en el tratamiento de la úlcera gastroduodenal. Para ello es necesario disponer de personal altamente cualificado, de material especializado y costoso, y de una serie de servicios paralelos, como estabulario, centro de información, biblioteca, sala de conferencias, instalaciones para experimentación con animales conscientes, etc. Esto exige una inversión realmente importante, que pocas empresas se pueden permitir.

Siguiendo este esquema, hace 12 años surgió en España el primer centro de este tipo financiado por 4 laboratorios nacionales. Todo el mundo está de acuerdo en que ésta era una solución para que los laboratorios con cifras de ventas inferiores a los 2.000 millones/año pudieran disponer de instalaciones modernas para desarrollar líneas de investigación competitivas; no obstante, las dificultades económicas llevaron al fracaso esta idea, frenando los propósitos de otros laboratorios para utilizar fórmulas semejantes.

Finalmente, existe una modalidad de este último tipo que podemos llamar centros de investigación independientes que no están ligados a ningún laboratorio farmacéutico en concreto y cuya financiación se logra a través de los trabajos que realiza a cualquier laboratorio exterior que precise estudios farmacológicos o toxicológicos con alguno de sus productos. Estos centros parecen ser la solución para aquellos laboratorios que sin tener instalaciones adecuadas ni medios suficientes poseen alguna molécula que ha pasado con éxito la fase previa de *screening* y necesitan realizar estudios toxicológicos o profundizar en los conocimientos necesarios para su desarrollo y posterior comercialización.

Los más conocidos, Huntington, Inveresk y Life Sciences, se encuentran en el Reino Unido, y están provistos de costosas instalaciones para poder realizar cualquier tipo de trabajo biológico con productos nuevos o conocidos en el ámbito de la alimentación y farmacia. En España, está a punto de resurgir de nuevo un centro de este tipo que, con la ayuda de la Administración, se espera pueda absorber los trabajos que le proporcionen los laboratorios nacionales y que llegue a ser competitivo frente a los demás centros de este tipo en Europa.

Funciones del biólogo en la industria farmacéutica

La falta de definición de la función social del biólogo ha hecho que éste vaya ocupando aquellos lugares que, bien por no ser de interés para otro tipo de profesionales, o simplemente por ser nuevos y estar relacionados con las ciencias de la vida, la sociedad le iba otorgando.

La industria que más biólogos ha acogido al menos hasta finales de la década de los años setenta ha sido la farmacéutica con un 72 % (tabla I).

En la industria farmacéutica las funciones desarrolladas por el biólogo están centradas principalmente en los apartados de control de calidad e investigación (fig. 1).

Dentro de los departamentos de farmacología en nuestro país, la actividad del biólogo abarca actualmente funciones que van desde la dirección del mismo, hasta la labor de auxiliar según el tipo de laboratorio y la experiencia aportada. Lo más normal es que el licenciado en biología entre como técnico y se encargue de llevar a cabo los estudios de *screening* de nuevos productos y de actividades farmacológicas más complejas dentro del campo en que se especialice. Para ello deberá estar al día en los métodos utilizados para valorar los distintos efectos farmacodinámicos y tendrá también que conocer la forma de detectar y cuantificarlos con el fin de determinar el posible interés de un nuevo producto.

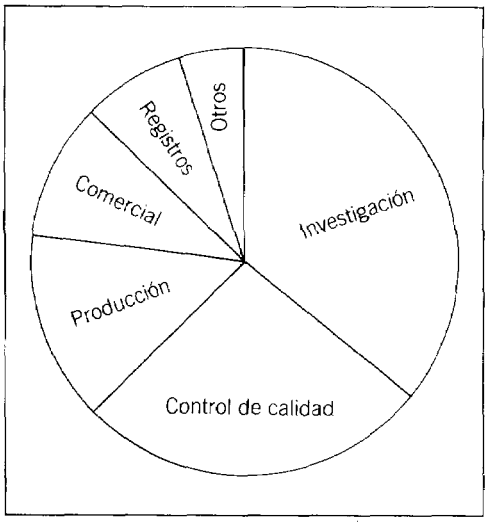

Figura 1. Distribución de los biólogos por departamentos dentro de la industria farmacéutica (datos tomados de los biólogos colegiados en Cataluña entre 1980-1985).

Los resultados encontrados son posteriormente discutidos en reuniones con el jefe del departamento y con los demás técnicos, pasándose a elaborar los informes con cada una de las moléculas activas para que el director de investigación decida los planes futuros.

Su papel es, pues, el de responsable de un área determinada; de su trabajo, junto con el de los auxiliares que tenga a su cargo, dependerá el que se averigüe cuáles son los productos con actividad suficiente para poder comercializarse.

En según qué laboratorios, este trabajo deberá ser compartido con la confección de registros y otras labores burocráticas necesarias para la puesta en el mercado de sus productos.

TABLA I
DISTRIBUCION DE LOS BIOLOGOS ENTRE LOS DISTINTOS TIPOS DE INDUSTRIA EN CATALUÑA[3]

		Tipo de industria						
		Farmacéutica	*Cosmética*	*Alimentación*	*Química*	*Industrias primarias*	*Servicios*	*Otros*
Biólogos (%)	Varón	41,7	0	2,8	0	2,8	5,6	5,6
	Mujer	30,6	2,8	0	2,8	0	0	5,6
	Total	72,3	2,8	2,8	2,8	2,8	5,6	11,2

TABLA II
VENTAS EN MILLONES DE $ DE LAS COMPAÑIAS DE EE.UU. MAS IMPORTANTES QUE UTILIZAN LA BIOTECNOLOGIA EN LA FABRICACION DE SUS PRODUCTOS

Empresa	*1983-Ventas*	*1984-Ventas*	*1990-Ventas (previstas)*
Genentech	42,4	69,8 (est.)	633-950
Cetus	18,5	35,9	313-470
Biogen	18,4	31,4	313-470
Hybritech	16,0	30,3	173-260
Genex	11,1	34,8	214-300
Collaborative res.	7,7	Sin datos	73-110
Centocor	7,4	12,8	113-170
Molec. genet.	6,9	Sin datos	73-110

Según M.D. Dibner[5].

El nivel de responsabilidad del biólogo como técnico es tanto mayor cuanto menor es el laboratorio y viceversa, ya que el número de licenciados es también proporcional a la magnitud del mismo. Así pues, un laboratorio pequeño, muchas veces sólo tiene a un licenciado responsable de todas las tareas relacionadas con la investigación; esta responsabilidad está mucho más repartida en un laboratorio en el cual haya más licenciados.

Futuro del biólogo en la industria farmacéutica

Tal como dijo R. Magliocca en la 3.ª Convención Italiana de los Biólogos de la Industria Farmacéutica, los principios generales de la farmacología deben basarse en el concepto de que los fármacos, además de ser un remedio válido para curar las enfermedades, son, en realidad, moléculas con características fisicoquímicas y con propiedades farmacocinéticas particulares y bien precisas, y que como tales pueden interferir con las diversas funciones biológicas junto con todas las otras substancias que se encuentran formando parte de los alimentos, bebidas u otros productos de uso cotidiano[4].

Desde este punto de vista, el futuro del biólogo no puede ser más halagüeño, ya que la sociedad se verá necesitada cada vez más de ellos para que se garantice la calidad y seguridad de todos los productos producidos por la industria, cuyo destino está en relación con el consumo humano.

Con nuestra entrada en el Mercado Común, además, las reglamentaciones sobre medicamentos y patentes lógicamente sufrirán cambios con el fin de que resulten sino iguales, muy semejantes a las de los demás países europeos, siguiendo la tendencia hacia un control sanitario más riguroso y a la contratación, por tanto, de biólogos para que se encarguen de llevarlo a cabo.

De todos modos, todo esto tiene más que ver con las industrias de alimentación que con la farmacéutica, ya que los controles en esta última existen ya de forma más rigurosa desde hace tiempo.

La industria farmacéutica, por tratarse de un tipo de industria denominada *sunrise* al igual que la electrónica, está basada en la investigación y por tanto es dependiente de ella para su desarrollo. En este momento se encuentra en un período de transición, y con la incorporación de la biotecnología es previsible que pase a ser una de las industrias más florecientes de las próximas décadas (tabla II).

Como puede verse, la previsión de ventas para 1990 multiplica por 10 los valores conseguidos en 1984. De ser esto cierto, las empresas que incorporen esta nueva tecnología precisarán personal cualificado para desarrollarla. Si bien es cierto que estamos hablando de EE.UU., y que en España se tardará más en observar estos cambios, también lo es el que éstos se producirán en mayor medida y mucho más deprisa si se crea una infraestructura centrada en la investigación básica de los procesos biotecnológicos.

Conclusiones

La falta de definición de la función social del biólogo ha hecho que éste ocupe los lugares, dentro del ámbito de las ciencias biológicas, que bien por ser nuevos o por ser de poco interés para otros profesionales, estaban vacantes en nuestra sociedad. Este fenómeno ha ocurrido no tan sólo en nuestro país, sino que ha sido general, al menos en Europa, según infor-

ma la ECBA (European Communities Biologists Asociation)[6].

El resultado es que muchos biólogos se encuentran desarrollando su actividad en la industria farmacéutica sin haber estado preparados o al menos especializados para tal fin.

Esto es un hecho, y será preciso que las instituciones universitarias lo tengan en cuenta para que el futuro licenciado en biología salga con una preparación más adecuada y unos conocimientos más apropiados a las actividades que vaya a desarrollar.

Por otro lado, es importante que la Administración acepte la idea de que para que en nuestro país la imagen del farmacólogo cambie, es necesario en primer lugar tener una infraestructura de investigación. Esta está empezando a crearse en las universidades y también en la industria farmacéutica gracias a algunas empresas que por su visión de futuro han destinado una parte de sus beneficios a la investigación.

No obstante, ésta es insuficiente y sería conveniente que la Administración apoyara firmemente a aquellas instituciones o empresas que hagan investigación auténtica, para que de esta forma, además de aumentar las posibilidades de encontrar nuevos avances terapéuticos, se contribuya de forma decisiva a la formación de investigadores.

BIBLIOGRAFIA

1. Conclusiones del 1er Simposio estatal de biólogos 1979; 13.
2. SALVÁ JA. Papel de la farmacología y el farmacólogo en la industria farmacéutica. Ciencia e Industria farmacéutica, 1976, n. 10, 301-304.
3. LLENAS J, JEREZ E, ROCA J, CASANOVAS C, VILÁ E, GUASCH J. Situació socioprofessional dels biòlegs a la indústria. Jornades sobre la recerca biològica a Catalunya, 1982; 107.
4. MAGLIOCCA R. Il biologo nell'industria farmaceutica. Notiziario Clinico e Farmaceutico, 1985; 5: 32.
5. DIBNER MD. The pharmaceutical industry: impacts of biotechnology. Tips 1985; 6: 343-346.
6. THOMAS KW, VLIJM L. Els biòlegs en la societat europea. Ed Sec Prof Biol, Barcelona, 1980; 1-30.

DISCUSION

J.A. SALVÁ: Al considerar las distintas posibilidades que se brindan al biólogo en la industria farmacéutica, hay que tener en cuenta el carácter funcional y pragmático de esta última, en tanto que la universidad es un establecimiento donde se miran muchos más factores de todo tipo que la propia competencia del sujeto.

Cuando vayamos a la búsqueda de competencias en lugar de la búsqueda de titulaciones, iremos mucho mejor.

J.A. GARCÍA SEVILLA: A efectos comparativos y ya que hablamos de investigación en el terreno de la farmacología, tanto en la universidad como en la industria, me gustaría conocer los porcentajes en las secciones de investigación de la industria farmacéutica sobre el total de investigadores, si tiene datos.

J. LLENAS: De los biólogos que han contestado hay un 35 % en investigación y un 28 % en control de calidad. Por otra parte, no tengo datos sobre los porcentajes relativos a otras titulaciones.

C. BELLVER: Este es el objeto de mi ponencia. Quiero aclararle que en el año 1985 el porcentaje de biólogos en la industria farmacéutica es del 8 % frente al 1,5 % que era en el año setenta. Aproximadamente, una cuarta parte de los mismos se dedican a investigación y desarrollo.

J. ROCA: Aunque quizá queda un poco fuera del contexto, uno de los motivos por los cuales hay también más biólogos en la industria es porque son profesionales que por menos precio pueden ser contratados a un mismo nivel de calidad que otros profesionales con licenciaturas más remuneradas. Creo que éste también puede ser un tema a discutir en algún momento.

J. GARZÓN: Mi pregunta se basa un poco en la clasificación que se ha hecho del tipo de laboratorio y la labor investigadora que se realiza. He sacado la impresión de que la principal labor que allí se realiza es la búsqueda de la molécula activa, pero en ningún momento se ha mencionado su aplicación en los descubrimientos biológicos de tipo básico, y volvemos a estar con las posibilidades de ampliar el ámbito de investigación con las repercusiones económicas positivas que esto puede te-

ner. ¿En qué parte encaja la investigación más básica dentro de esta cadena de la producción farmacéutica? ¿No cree usted que ahí el biólogo puede tener una mayor participación?

J. LLENAS: Ya he comentado, en el tercer apartado del centro de investigación, el esquema que utilizan las grandes multinacionales que se dedican precisamente a la investigación básica en este campo. Sí, existe esta parcela, pero mucho menos que en otro tipo de laboratorios.

Precisamente en este tipo de investigación básica hay que tener en cuenta que el biólogo es una persona que se diferencia un poco de otros profesionales, quizá porque posee una falta de definición en la función social y se ha dedicado a este campo por un interés intrínseco, o un interés de conocer las cosas que suceden a su alrededor. Todo esto concuerda con que sea un tipo de persona con una mentalidad científica e interesada por encontrar cosas nuevas.

J. GARZÓN: Pienso que el hecho de que el biólogo no esté hasta cierto punto tan polarizado hacia un tipo de actividad no es negativo en sí. La mayor parte de los profesionales adquieren su experiencia después de acabar una carrera. Pienso que la formación en sí no es mala, lo que quizá sea malo es la forma con la que se acoge al biólogo después.

G. NICOLÁS: Me ha interesado sobre todo la última parte de la exposición en la que se ha hecho referencia a la Biotecnología e Ingeniería Genética. En mi departamento estamos iniciando una línea de investigación en este campo, con aplicaciones a la agricultura y, además, en la facultad de Biología, una de las especialidades que estamos intentando montar es en Biotecnología e Ingeniería Genética. Quisiera saber hasta qué punto la industria farmacéutica española estaría dispuesta a colaborar con la universidad económicamente, en especial fomentando proyectos de investigación como posibilidad de que la industria pueda absorber a estos especialistas para trabajar en ella.

J. LLENAS: Quizá sea éste el momento para crear esta infraestructura que no hemos tenido y que no tenemos, pienso yo, en la farmacología clásica.

P. CAMPRUBÍ: El Ministerio de Agricultura tiene una línea de subvención a las empresas que quieran desarrollar líneas de investigación para cosas muy concretas y en ella está perfectamente recogida la posibilidad de que organismos de investigación de la Administración —la universidad está incluida— puedan dar un soporte técnico a esos empresarios.

D. ROBERTS: En Inglaterra son farmacólogos todos los que practican la Farmacología, ya no hablamos de biólogos. Creo que sería interesante saber si se es más biólogo o más farmacólogo.

J. LLENAS: Me siento más farmacólogo; podríamos decir que por lo menos durante el 90 % del tiempo que transcurre en el ámbito del trabajo. Quizás el 10 % restante es el que hace que haya una discrepancia en algún momento en la manera de enfocar algún que otro problema, pero, básicamente, me considero farmacólogo.

Papel del biólogo en un servicio hospitalario de Farmacología Clínica

M. Arboix

Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona.

En el primer Congreso Internacional de Farmacología (Estocolmo, 1961), la Farmacología Clínica no tuvo ningún papel destacable en el programa científico. Es en los más recientes congresos (Helsinki, 1975; París, 1978; Tokio, 1981 y Londres, 1984), cuando ésta comienza a tener relieve; y es en Londres (1980) cuando tiene lugar la 1.ª Conferencia Internacional sobre Farmacología Clínica y Terapéutica.

La experiencia de estos años en la línea de delimitar el área de la Farmacología Clínica ha permitido diseñar un perfil ajustado de la disciplina. No obstante, es lógico pensar que la profundización en los estudios farmacológico-clínicos abrirá nuevos horizontes.

El carácter interdisciplinario de la Farmacología Clínica

Numerosos artículos aparecidos a lo largo de las dos últimas décadas (Carr, 1963; Dollery, 1966; OMS, 1969; Gross, 1978 y Sjöqvist, 1980) señalan el carácter esencialmente interdisciplinario de la Farmacología Clínica, indicando asimismo cuáles deben ser las funciones de una unidad de dicha especialidad.

La naturaleza interdisciplinaria de la Farmacología Clínica supone a la vez una fuerza y una inherente debilidad. Una fuerza, en el sentido de que la metodología utilizada en la investigación penetra suficientemente en varias ramas de la medicina, biología, química, física, etc., lo cual permite un aprovechamiento de los conocimientos que hasta hoy se han adquirido en estas áreas de la ciencia. Y una debilidad, en la medida en que los programas educativos en la mayoría de los países no contemplan planificadamente la especialidad, ni la interrelación entre las distintas disciplinas; también, como reconocía un editorial de la revista *Lancet* (1977 a, b) la juventud de los grupos científicos que desarrollan su actividad en la práctica e investigación médica, no ha permitido todavía coordinar adecuadamente a los diferentes tipos de profesionales en torno a un área como la Farmacología Clínica.

Se han dado numerosas definiciones de Farmacología Clínica. En mi opinión la más ajustada corresponde a la propuesta por la OMS en 1970, según la cual «la Farmacología Clínica es el área que se ocupa del estudio científico de los fármacos en el hombre». En base a esta noción, las funciones que debería desarrollar son:

1. Mejorar el cuidado del paciente, promoviendo un uso seguro y efectivo de los fármacos.

2. Incrementar el conocimiento sobre los fármacos a través de la investigación.

3. Difundir los nuevos conocimientos farmacológicos mediante la enseñanza.

4. Poner a disposición del clínico servicios de información, análisis, monitorización y orientación sobre el diseño de los ensayos clínicos de fármacos.

Así entendida, la Farmacología Clínica comprende mucho más que los estudios farmacológicos en el hombre; abarca también todo aquello que concierne al uso de los fármacos en pacientes, siendo así una disciplina clínica. Por ello, un servicio de Farmacología Clínica no se puede concebir sin la posibilidad de acceso de los farmacólogos clínicos a los pacientes y sin que el farmacólogo se encuentre totalmente involucrado en el cuidado del paciente.

Sobre este perfil que configura lo que debería ser y hacer un servicio de Farmacología Clínica, planea una cuestión de difícil respuesta, ¿qué es realmente una racional y óptima terapia farmacológica? Como es lógico, la respuesta presenta suficientes discrepancias entre las necesidades reales y las demandas de la indus-

tria farmacéutica, de muchos profesionales y finalmente de los usuarios.

Además, no es suficiente pensar que el fármaco debe ayudar a mejorar la salud, sino que debe desempeñar un importante papel en la protección, mantenimiento y restablecimiento de la salud de la población. Y como esta población vive en un contexto social, donde el aire, el agua, la alimentación, la higiene, el equilibrio psicológico, etc., constituyen elementos prioritarios, es evidente que ante determinada patología no sea posible establecer la misma terapia en el contexto de una sociedad desarrollada, industrializada, que en un país subdesarrollado; en éste las necesidades básicas no están cubiertas, e incluso existirán diferencias acentuadas dentro de un país según la zona geográfica, social, etc., donde deba realizarse la asistencia.

A partir de las premisas que deben caracterizar el trabajo de un servicio de Farmacología Clínica se están consolidando en estos últimos años bastantes grupos en toda Europa, EE.UU., Canadá, etc. En estos colectivos participan profesionales de distintas áreas, médicos, biólogos, farmacéuticos, químicos, etc., con predominio de los primeros.

El problema fundamental con el que se encuentran estos profesionales es la formación universitaria de la cual parten, pues es para todos ellos insuficiente desde la óptica de la farmacología, por lo cual posiblemente uno de los problemas a afrontar con premura es la estructuración y contenidos de los estudios de la licenciatura y posgrado.

Situación de los servicios de Farmacología Clínica hospitalaria en España

La juventud de la disciplina, las reticencias del médico a la «intervención» del farmacólogo en la elaboración de los protocolos terapéuticos, y el escaso interés que la administración muestra por el trabajo de estos profesionales explican la escasez de recursos disponibles para la formación de equipos cualificados en el desarrollo de la materia.

En la actualidad, en Europa todavía existen pocos servicios hospitalarios de Farmacología Clínica, la mayor parte de los cuales se encuentran en los hospitales ligados a las facultades de Medicina.

Fundamentalmente estos servicios cumplen un papel informativo y desarrollan algunas tareas de investigación relacionadas con las pautas terapéuticas establecidas en alguno de los servicios hospitalarios. Alguno de estos servicios ha comenzado en estos últimos años a estructurar todo aquello que caracterizaría la Farmacología Clínica, y se han obtenido resultados muy interesantes que suponen un estímulo para aquellos que comienzan.

En España, la especialidad de Farmacología Clínica ha sido reconocida en esta última década y tan sólo recientemente han comenzado a crearse los servicios en los grandes hospitales.

En Barcelona se cuenta con 4 servicios en los que el presupuesto corre básicamente a cargo del hospital, más un quinto que forma parte del Hospital Clínico de la Universidad de Barcelona. Estos servicios cuentan con un total de 3 biólogos, los cuales desarrollan fundamentalmente el trabajo de técnicos de laboratorio.

Existen numerosas razones por las cuales el biólogo es relegado a desempeñar un papel de técnico. En primer lugar, al terminar la licenciatura, el biólogo carece de conocimientos básicos en áreas como la patología general y la farmacología; esto le sitúa ante la necesidad de comenzar un aprendizaje en estas disciplinas que el médico en parte ya conoce. Por otra parte, el biólogo cuenta con unos conocimientos en biología celular, genética, bioquímica, etc., que le permiten afrontar con más facilidad las tareas de análisis del comportamiento cinético y dinámico básico de una molécula, así como el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos en un estudio. Por último, no se puede infravalorar el *handicap* que ha representado el régimen laboral a que se han visto sometidos estos profesionales en los servicios hospitalarios (becas, contratos temporales, etc.), que ha obligado en muchos casos al abandono por parte del biólogo de los servicios, habiendo mantenido sólo por un breve período de tiempo el contacto con el ambiente clínico directo. Este elemento ha frenado asimismo su promoción hacia tareas de responsabilidad y de dirección, en la medida que su capacidad y experiencia lo hiciesen posible, así como la formación de equipos multidisciplinarios estables.

En la actualidad alguno de estos impedimentos comienzan a ser superados (nueva normativa educativa de tercer ciclo, orientación de la actual y futura legislación sanitaria), lo cual obliga a plantear con claridad cuál puede ser el papel del biólogo en el equipo que constituye el servicio de Farmacología Clínica Hospitalario.

Evidentemente estas definiciones no pueden ser aisladas, sino que deben conllevar la reformulación del papel de cada uno de los miembros que deberían constituir el equipo.

El biólogo, de acuerdo con la formación que hoy por hoy recibe en el medio universitario, podrá orientar su trabajo con más facilidad que un médico hacia la histofarmacología, la monitorización, el control de calidad de los métodos utilizados en clínica para la determinación de fármacos, la bioestadística y la información.

Asimismo el biólogo-farmacólogo puede prestar un gran servicio al clínico en la línea docente, difundiendo sus conocimientos especializados y permitiendo así el acceso del personal sanitario a las bases e información farmacológica que permitan una más racional y segura asistencia al paciente.

En este marco puede intervenir en: la preparación de cursos generales; el ejercicio de una función de *relais* entre la industria farmacéutica y la práctica clínica; la colaboración en los ensayos clínicos, sobre todo en aquello que hace referencia a la orientación farmacocinética del estudio, etc.

No se trata, pues, de superponer conocimientos entre los distintos profesionales que colaboran en los equipos, sino de complementarlos; es así como el biólogo puede ser una pieza clave en esta estructura compleja que mira hacia el futuro que es el Servicio de Farmacología Clínica.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

CARR EA. Proposed aims, organization, and activities of a division of clinical pharmacology. Clin Pharmac Ther, 1963; 4: 587-595.

DOLLERY CT. Clinical Pharmacology. Lancet, 1966; 1: 359-360.

EDITORIAL. Where are all the scientists going? Lancet, 1977; 2: 1.163-1.164.

EDITORIAL. Which medicine? Lancet, 1977; 2: 1.215.

GROSS F. The thorny path of clinical pharmacology. Clin Pharmac Ther, 1978; 24: 383-394.

OMS. Clinical Pharmacology. Scope organization, training. Report of a WHO study group. World Health Organization. Technical Report Series N° 446, 1969.

SJÖQVIST F. Clinical Pharmacology. En: Turner P, ed. Clinical Pharmacology and Therapeutics. Londres, Macmillan Publishers, 1980.

DISCUSION

S. ERILL: Me temo que al hablar repetidamente de servicios de Farmacología Clínica, puede haberse establecido una opinión restrictiva sobre la contribución del biólogo al estudio de fármacos en el hombre y es por eso que, aun sin estar en desacuerdo con lo que se acaba de presentar, me gustaría pedir en concreto a la Dra. Castellarnau que iniciara la discusión comentándonos su experiencia particular en estudios de fármacos en el hombre.

C. CASTELLARNAU: Aunque actualmente estoy trabajando en un medio hospitalario, no me dedico a la farmacología clínica, pero en algunos momentos he tenido que colaborar con los médicos a este respecto. Pienso que en algunos hospitales el biólogo integrado en unidades de farmacología clínica desempeña un papel importante en la monitorización de fármacos, ya sea a través de la medición de sus concentraciones en medios biológicos o, como ha sido mi caso, evaluando sus efectos a través de una serie de pruebas biológicas. En el caso concreto, por ejemplo, de la agregación plaquetar, creo que debe haber un servicio, el de Hematología, y en otros casos el de Bioquímica, que haga una lectura de los parámetros bioquímicos que se han modificado después de la administración de un fármaco; pero es el mismo problema, no debemos superponer áreas. Creo que estos trabajos los deben realizar los servicios adecuados para ello y valorar conjuntamente los datos de los servicios correspondientes de tratamiento al enfermo y el servicio de farmacología clínica, y en este *tête à tête* llegar a las conclusiones que nos pueden permitir valorar si una terapia ha sido o no correcta.

M. ARBOIX: En un paciente, por ejemplo, en el que se decide la puesta en marcha del protocolo de terapia a utilizar, puede haber un contacto no físico —por eso he dicho que no se trataba tanto de tocar al paciente—, pero hay un contacto con la historia del paciente y un planteamiento sobre cuál es la terapia, y, luego, la valoración posterior de esa terapia que se ha realizado conjuntamente con el médico que la está llevando. Pero es él quien tiene que ver las mejoras de la patología existente.

C. BAUTISTA: A mi modo de ver, las acciones del farmacólogo, clínico o no clínico, están muy

claramente definidas: el conocimiento y acción del fármaco en el organismo. Sería también muy buena y deseable esta relación más directa con las funciones del médico, y creo que el tercer ciclo integrado en farmacología sería positivo respecto a una formación, pero no respecto a un ejercicio de titularidad. No sé si alguien podría decirme en qué responsabilidad incurriría un farmacólogo que no está titulado en medicina si se produce un error diagnóstico o terapéutico en el que ha tenido participación.

M. ARBOIX: Desde mi posición personal, sin ninguna duda tendría que hacerme responsable y aceptaría que la legislación me hiciera responsable de algo que se ha decidido conjuntamente con el médico que trate al paciente. Si el médico por su cuenta ha decidido una terapia y algún día nos consulta es él el responsable, pero si se ha decidido conjuntamente en el protocolo, no me importaría que la legislación me hiciera responsable.

M. GARCÍA MORILLAS: La definición de farmacología clínica es tan amplia que, naturalmente, trae de la mano que tengan que intervenir muchos profesionales con conocimientos en muchas áreas. Yo soy defensor ferviente de la integración de otras titulaciones dentro de un equipo de trabajo, pero me gustaría aclarar que la monitorización de fármacos no consiste solamente en hacer un análisis de laboratorio; no se trata sólo de determinar el nivel circulante de digoxina o gentamicina. Ese nivel debe ir convenientemente informado, y esa información no es completa, a mi modo de ver, si no la hace un médico con conocimiento de la clínica.

J. GARCÍA SEVILLA: Quisiera observar que la farmacología clínica está superespecializada y que no es correcto ver la farmacología como un coto privado de los médicos. Y, como ejemplo, yo, que tengo formación médica previa, me considero exclusivamente un biólogo en términos generales, que utiliza los fármacos para entender mejor los procesos biológicos.

Papel del biólogo en los institutos independientes de investigación farmacológica y toxicológica

N. Basi

Centro de Investigación y Desarrollo Aplicado. Santa Perpetua de la Moguda (Barcelona).

El hecho de que no exista actualmente en España operando un instituto independiente de investigación farmacológica y toxicológica me obliga a que el enfoque del tema esté basado en mi experiencia personal, en uno de estos institutos durante 2 años y a un ligero conocimiento del sector, por haber mantenido contactos con alguna de estas empresas radicada en el extranjero.

Como punto de partida indicaré que mis inicios como bióloga colaboradora en un departamento de Farmacología se debieron al azar. Con ello quiero decir que durante mi época estudiantil nunca me había planteado esta orientación profesional. En la Facultad de Biología, durante los años 1971-1976, nadie se planteaba como posible salida profesional de un biólogo su participación en el campo de la biomedicina.

Empecé mi labor en Investigación Técnica y Aplicada, ITA, S.A., centro constituido por 5 laboratorios españoles que realizaba investigación farmacéutica propia, pero que posteriormente simultaneó con trabajos para terceros.

La finalidad del centro era aunar esfuerzos y crear y desarrollar nuevos productos farmacéuticos. Estaba estructurado en dos grandes departamentos: química y biología. El primero encargado en realizar la síntesis y el segundo en llevar a cabo el desarrollo de los productos.

El Departamento de Biología estaba constituido por las secciones de Farmacología, Toxicología, Bioquímica y Estabulario con cría de animales.

Más del 80 % de los licenciados del departamento de Biología eran biólogos, según el siguiente desglose por secciones:

Director del Departamento:	Biólogo
Toxicología:	3 Biólogos
	1 Farmacéutico
Farmacología:	6 Biólogos
	1 Farmacéutico
Bioquímica:	2 Biólogos
	1 Químico
Estabulario:	1 Biólogo

En los años 1978-1979, ITA estaba considerada entre los cinco primeros institutos privados dedicados a investigación farmacéutica del país, teniendo en cuenta el número de productos desarrollados, número de publicaciones en revistas acreditadas y presentaciones a congresos.

ITA fue el precursor en España de los centros que realizan trabajos para terceros, aunque tenía el gran inconveniente de no ser un instituto independiente. Posteriormente, tras la desaparición de ITA, se creó con capital alemán en las mismas instalaciones un centro independiente de investigación por contrato (IPHAR IBERICA, S.A.).

Estos centros se pueden definir como empresas independientes que prestan servicios y asesoramiento técnico destinados al desarrollo y evaluación de fármacos. Esto incluye estudios de Farmacología, Toxicología, Química Analítica, Metabolismo, Bioquímica, Microbiología, Galénica, Farmacología Clínica, así como labores de gestión como son obtención de registros, tramitación de permisos, negociación de licencias, etc. Es decir, comprenden todas las fases de desarrollo de una substancia.

Obviamente hay institutos más especializados en una u otra área o incluso que no abarcan todo el espectro. Existen empresas de estas características en la mayoría de países del mundo. En Europa, las más conocidas están en Inglaterra.

En EE.UU. existen más de 1.800 compañías (fig. 1) realizando investigación aplicada por contrato. Hay algunas pequeñas que trabajan en campos muy concretos y tienen un radio de acción local. Las mayores prestan sus servicios indistintamente para la industria y la Administración y trabajan en muchos otros sectores, además del biomédico.

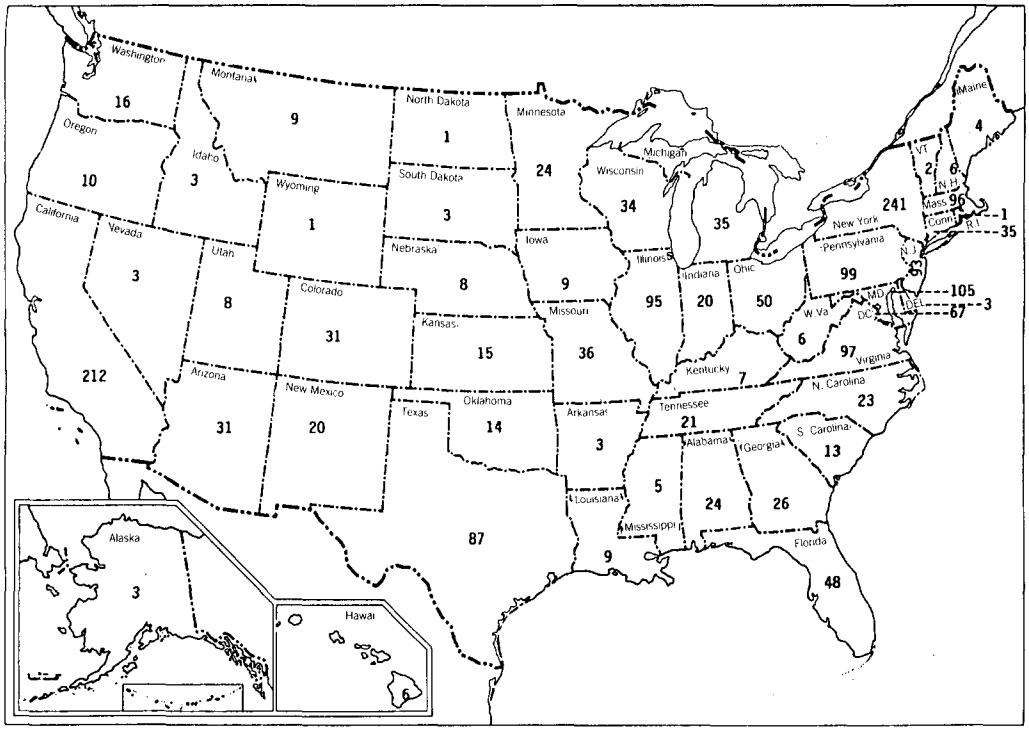

Figura 1. Distribución geográfica de las compañías que realizan investigación privada por contrato (en áreas biomédicas u otras) en los EE.UU.

El objetivo de estos institutos es colaborar con los laboratorios farmacéuticos, ya sean medianos —es decir que su infraestructura sólo les permite realizar un número limitado de técnicas que resultan insuficientes—, o grandes, los cuales deben desarrollar de forma simultánea varias series de moléculas, lo que motiva una saturación de la entidad, obligándoles a utilizar los servicios externos, ya que el factor tiempo desempeña un papel primordial en el desarrollo de un fármaco.

También es importante la función que pueden realizar como medio de comprobación objetiva de los resultados obtenidos en el laboratorio de origen.

Estos institutos deben poseer las siguientes características: *a)* instalaciones adecuadas; *b)* amplia metodología; *c)* personal cualificado; *d)* confidencialidad absoluta; *e)* cumplimiento de la legislación del país donde se quiere registrar, y *f)* cumplimiento de normas estándar de calidad.

Esta última es una de las características fundamentales de estos centros, ya que todos ellos trabajan bajo unas estrictas normas de calidad como pueden ser las de Good Laboratory Practice dictadas por la FDA americana o la OCDE europea.

Los tipos de ensayos que generalmente se realizan son los siguientes:

1. Toxicología:
   - Estudios de toxicidad por administración única y repetida
   - Toxicología de la reproducción (fertilidad, teratogenia)
   - Mutagénesis
   - Carcinogénesis
   - Toxicidades especiales (irritación, sensibilización, etc.)
2. Farmacología
   - Valoración de la actividad farmacológica
     - *Screening*
     - Profundizamiento
   - Mecanismo de acción
   - Efectos colaterales y secundarios
   - Interacción de fármacos
   - Evaluación de *dossiers*

3. Bioquímica
   - Farmacocinética
   - Metabolismo
   - Biodisponibilidad
   - Radioinmunoanálisis
4. Microbiología
   - Control de calidad de especialidades farmacéuticas
   - Desarrollo de fármacos antimicrobianos

A estos 4 departamentos, que constituyen generalmente la estructura básica del instituto, hay que añadirles dos departamentos fundamentales:

5. Estabulario
   Generalmente sin cría de animales. Consta de instalaciones adecuadas para albergar roedores, perros, monos, etc.
6. Unidad de Control de Calidad (Quality Assurance Unit, Q.A.U.)
   La misión de este departamento consiste en controlar y supervisar todas las fases del estudio. Ello incluye:
   - Aprobar el protocolo experimental
   - Supervisar el cumplimiento del protocolo durante el desarrollo experimental, exigiendo que se cumplan los procedimientos estándar de trabajo propios de cada instituto
   - Controlar que el informe contenga todos los datos experimentales, que éstos se hayan elaborado y analizado correctamente, así como que se archive adecuadamente todo el material concerniente al estudio.

Respecto al tipo de ensayo que con mayor frecuencia se solicitan a estos institutos, podríamos destacar:

— Estudios de toxicidad en rata, perro y mono.
— Ensayos cortos de mutagénesis.
— Farmacocinética en rata y perro.
— Estudios de valoración de la actividad farmacológica en el caso de que no se posea la técnica a punto en el laboratorio de origen, o bien ensayos que requieran el manejo de un número elevado de animales durante un tiempo largo.

Con mucha frecuencia se solicita lo que podríamos denominar evaluación de un *dossier,* que consiste en evaluar los ensayos realizados con un producto y asesorar al cliente respecto a qué trabajos precisa llevar a cabo para poder registrarlo en un país determinado.

Este trabajo que se ejerce de cierta asesoría, así como el hecho de que se tenga acceso a un gran número de productos, no permite una gran especialización en un campo concreto, pero en cambio proporciona una amplia visión de la farmacología en su conjunto.

En IPHAR, el personal técnico responsable que realizaba trabajo experimental estaba constituido por biólogos (62,5 %), farmacéuticos (25 %) y médicos (12,5 %). Estas cifras se refieren únicamente al personal español, ya que los extranjeros pertenecían a países anglosajones en los que los sistemas de titulación son distintos.

Revisando los *curricula* del personal perteneciente a centros extranjeros se observa que la mayor parte posee como formación básica un BS (Bachelor Sciences) en biología, zoología, química, etc. Luego frecuentemente adquiere un MS (Master) y un PhD (Doctorado). Además, realiza cursos posdoctorales de especialización, algunos de hasta 2 años de duración, en farmacología, toxicología, bioquímica, bacteriología, etc., e incluso en áreas más puntuales como biología celular, citogenética, inmunotoxicología, etcétera.

Una nota a destacar es que se exigen cursos de especialización para todo el personal, incluso no licenciado, que trabaja en el centro.

Unicamente aparece siempre ocupado por un veterinario o un médico el puesto de patólogo.

En base a lo expuesto se puede afirmar que el biólogo puede desarrollar las funciones de toxicólogo, farmacólogo, bioquímico, microbiólogo, director del Departamento de Control de Calidad y director del Estabulario, así como ser responsable de gestiones de legislación, licencias, registros, etc., ya que debido a que posee una formación básica amplia, lo único que precisa es poder acceder a una especialización adecuada.

Esta especialización de carácter eminentemente práctico es el hueco que se precisa cubrir en nuestro país para poder afianzar la posición del biólogo en Centros de Investigación Farmacológica.

DISCUSION

J. ROCA: Quisiera preguntar qué sistemas de homologación se seguían en estas empresas para que los biólogos accedieran a estos lugares con una responsabilidad más definida. ¿Dependía simplemente del tiempo en la misma?

N. BASI: Esta pregunta obliga a referirse al problema de que no hay cursos de especialización. Entonces, la experiencia de la mayoría de los que conozco y la mía personal, ha sido que el progreso se consigue a través de trabajar un cierto tiempo y de haber tenido o encontrado a alguien que te enseñara, aparte de algún curso que hayamos podido hacer en farmacología.

F. MORALES-OLIVAS: A estas alturas de la reunión, creo que ninguno de los que estamos aquí dudamos que el biólogo tiene un papel importante dentro de la farmacología. Pero a mí me da la sensación de que lo que se nos está dibujando de forma diferente de como estaba cuando llegamos es el propio concepto de la farmacología. Es decir, vista desde el departamento universitario de una facultad de Medicina o de Farmacia es una cosa; vista desde el departamento de investigación de la industria farmacéutica es hasta cierto punto otra cosa, y acabamos de ver que la farmacología contemplada desde un centro independiente de investigación es más amplia y engloba profesionales o competencias que en la universidad están probablemente asignados a departamentos distintos. Quizás, en última instancia, habría que plantear la creación de una nueva licenciatura o de una nueva titulación en farmacología.

C. BELLVER: Según fuentes del Ministerio de Industria, en el año 1983 la industria farmacéutica gastó en investigación y desarrollo aproximadamente 5.000 millones de pesetas. En colaboraciones con otros centros, ya sean extranjeros o españoles, la cifra era del 7,7 %, es decir, que restando la cantidad que se invierte en personal, puede rondar los 200 millones de pesetas. Con 200 millones de pesetas que aporta la industria privada, es muy difícil que centros como ITA, posteriormente IPHAR IBERICA, hagan una labor competitiva.

N. BASI: El caso de ITA es aparte. He mencionado a ITA porque fue un precursor en España de la realización de trabajos a terceros, pero no podía progresar como centro independiente por el hecho de que estaba formado por 5 laboratorios españoles. Se hacían algunos trabajos porque había gente que creía en la confidencialidad de aquello, pero lo lógico —y es como funcionan en todas partes— es que sean centros que no dependan directamente de ningún laboratorio farmacéutico. Las causas por las cuales ITA fracasó no tienen nada que ver con eso. Respecto a los datos que usted ha mencionado los conozco bastante bien, y creo que es evidente que cada vez hay una mayor tendencia, por parte de los laboratorios, a solicitar parte de sus trabajos como servicios externos.

D. ROBERTS: Yo fui cliente de ITA también, pero no creo que sea tanto la falta de medios como la falta de fármacos. Los institutos independientes también tienen problemas en Inglaterra porque no hay fármacos nuevos suficientes para mantener trabajando a tanta gente.

C. CASTELLARNAU: Sólo quiero decir que no estoy de acuerdo con una cosa que se ha dicho al principio: que en sus años de estudiante el biólogo jamás se había planteado el ser farmacólogo y yo creo que sí, porque una de las pocas salidas que te planteabas al ser estudiante de Biología, si es que tenías idea de dedicarte a la investigación, podía ser la industria farmacéutica o la farmacología.

N. BASI: Desde mi punto de vista personal, la única área dentro de la biomedicina que se te insinuaba era la parte de microbiología, pero nunca el área de farmacología. A nivel de mi promoción mucha gente apenas sabía lo que era la farmacología, casi ni les era familiar el nombre.

Contribución del biólogo al diseño de fármacos. El caso especial de la ingeniería genética

R. González-Duarte

Departamento de Genética. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

La aplicación de las técnicas del DNA recombinante, o ingeniería genética, ha permitido realizar en los últimos años avances muy considerables en el conocimiento científico y especialmente en las áreas relacionadas con la biología, la biomedicina y la genética molecular. En el aspecto aplicado esta metodología está permitiendo abordar cuestiones relevantes íntimamente ligadas a la calidad de vida, tales como la mejora de la cantidad y calidad de la producción vegetal, la transferencia de genes funcionales a organismos defectivos, la síntesis de vacunas hasta ahora inexistentes, la producción de compuestos de valor terapéutico y el diagnóstico prenatal de enfermedades hereditarias. La potencialidad de esta tecnología radica esencialmente en que permite obtener muchas copias de DNA idénticas a una molécula original (clonación de genes) o de sus productos de expresión. Esto se logra enlazando el DNA que se desea amplificar a otra molécula de DNA (vector) capaz de asegurar la introducción, mantenimiento y reproducción en el interior de células foráneas especialmente preparadas para recibir el nuevo material hereditario. Así, se puede obtener una cantidad suficiente de DNA para abordar estudios estructurales o funcionales. Además, mediante la manipulación *in vitro* del DNA se obtienen nuevas combinaciones de genes aptas para abordar cuestiones relativas a la expresión génica y para obtener moléculas «híbridas» que han incorporado nuevas propiedades funcionales.

Ingeniería genética y medicina

Una de las contribuciones más importantes de la ingeniería genética directamente relacionada con la medicina ha consistido en revelar las causas moleculares de algunas enfermedades hereditarias, facilitándose así un diagnóstico difícil o imposible de alcanzar con las técnicas bioquímicas convencionales. El estudio del DNA revela la causa original de la deficiencia, permitiendo la comparación directa entre el gen normal y el defectivo con independencia de su expresión y, por tanto, del análisis del producto. Para ello es necesario disponer de un fragmento de DNA o sonda, complementario a la secuencia que se ha de analizar. Sin embargo, existen aún hoy muchos casos de enfermedades hereditarias descritas clínicamente pero no asociadas a un gen determinado, de las cuales se desconoce además el producto génico y la naturaleza de la alteración. En algunos de estos casos, y cada día aumenta la frecuencia de éstos, la ingeniería genética permite realizar un análisis indirecto mediante el estudio de fragmentos de DNA que presentan un polimorfismo respecto a su longitud (RFLP) situados muy próximos al gen en cuestión. Debido a su proximidad o elevado grado de ligamiento, la enfermedad controlada por el gen «desconocido» se hereda de acuerdo con una de las variantes polimórficas presente en una familia determinada. El análisis del linaje familiar permite asociar el gen defectivo a un fragmento de restricción y, por tanto, a un cromosoma determinado y así, la presencia o la ausencia del fragmento «marcador» será la clave para realizar un diagnóstico prenatal. Algunas enfermedades hereditarias diagnosticables por este método son, entre otras, las α y β-talasemias, la enfermedad de Huntington, la retinitis pigmentaria, la fibrosis quística, las hemofilias y la miopatía de Duchenne (fig. 1).

Aportaciones de la ingeniería genética a la terapéutica

Entre las aplicaciones de la tecnología del DNA recombinante destaca por su valor terapéutico, comercial y clínico, la síntesis de compuestos químicos esenciales para el desarrollo de la vida del organismo y cuya ausencia total o parcial

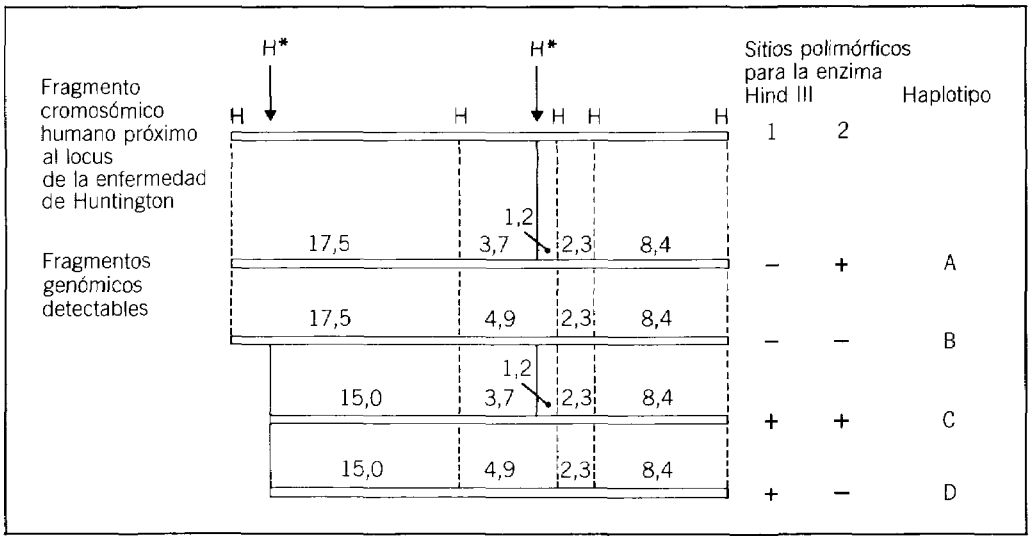

Figura 1. Localización de las dianas de restricción de la enzima HindIII (H) de un fragmento cromosómico humano de 17,6 kb utilizado para el diagnóstico de la enfermedad de Huntington. Las dianas polimórficas están señaladas con un asterisco (*). El alelo más frecuente del sitio 1 produce un fragmento de 17,5 kb y el del sitio 2 determina dos fragmentos de 3,7 y 1,2 kb respectivamente. Se han definido 4 haplotipos denominados A, B, C y D, según la presencia (+) o ausencia (—) de las dianas de restricción. El análisis de estos polimorfismos en dos estirpes humanas ha permitido asociar la enfermedad de Huntington, en un caso con el haplotipo A y en otro con el haplotipo C.

conlleva alteraciones graves. En este caso se utilizan los microorganismos o células eucariotas para sintetizar y almacenar productos como la insulina, la hormona del crecimiento o los interferones humanos. La síntesis de la insulina humana por bacterias, uno de los primeros logros de la ingeniería genética en este campo, permite hoy suministrar a los diabéticos la misma hormona que sintetizan los individuos normales. Se evitan así los problemas de hipersensibilidad asociados a la presencia de una molécula que el sistema inmunológico reconoce como foránea, caso de suministrar insulinas de ternera o de cerdo, y se optimiza la funcionalidad del producto. Una de las primeras estrategias experimentales para la síntesis de la insulina consistió en sintetizar *in vitro* y por separado el DNA correspondiente a la cadena A y B de la insulina funcional, que se obtienen *in vivo* a partir de un producto precursor más complejo. Se introdujeron estas secuencias de DNA en plásmidos de *E. coli* y al lado de un fragmento del operón lactosa que contenía las secuencias necesarias para que su expresión pudiera ser regulada, es decir, inducida en presencia de lactosa en el medio de cultivo. Se sintetiza así una molécula «híbrida» que contiene los primeros aminoácidos de la β-galactosidasa, el primer gen estructural del operón lactosa, y después los aminoácidos correspondientes a la cadena A o B. La acumulación de grandes cantidades de estos productos en el interior de las células favorece enormemente su purificación. La insulina activa se sintetiza enlazando las cadenas A con las cadenas B después de seguir el tratamiento químico adecuado (fig. 2). Esta insulina, comercializada hoy por una industria farmacéutica americana, es indistinguible de la humana y, por tanto, es la más adecuada para paliar los efectos de la diabetes.

Otras aportaciones de la ingeniería genética a la medicina

Finalmente, la combinación de la tecnología de la ingeniería genética con la de obtención de hibridomas ha permitido construir anticuerpos «quimera» que combinan la elevada especificidad de enlace a un determinante antigénico, y que proceden del ratón o la rata, con las características estructurales de las inmunoglobulinas humanas. A pesar de que se han invertido gran-

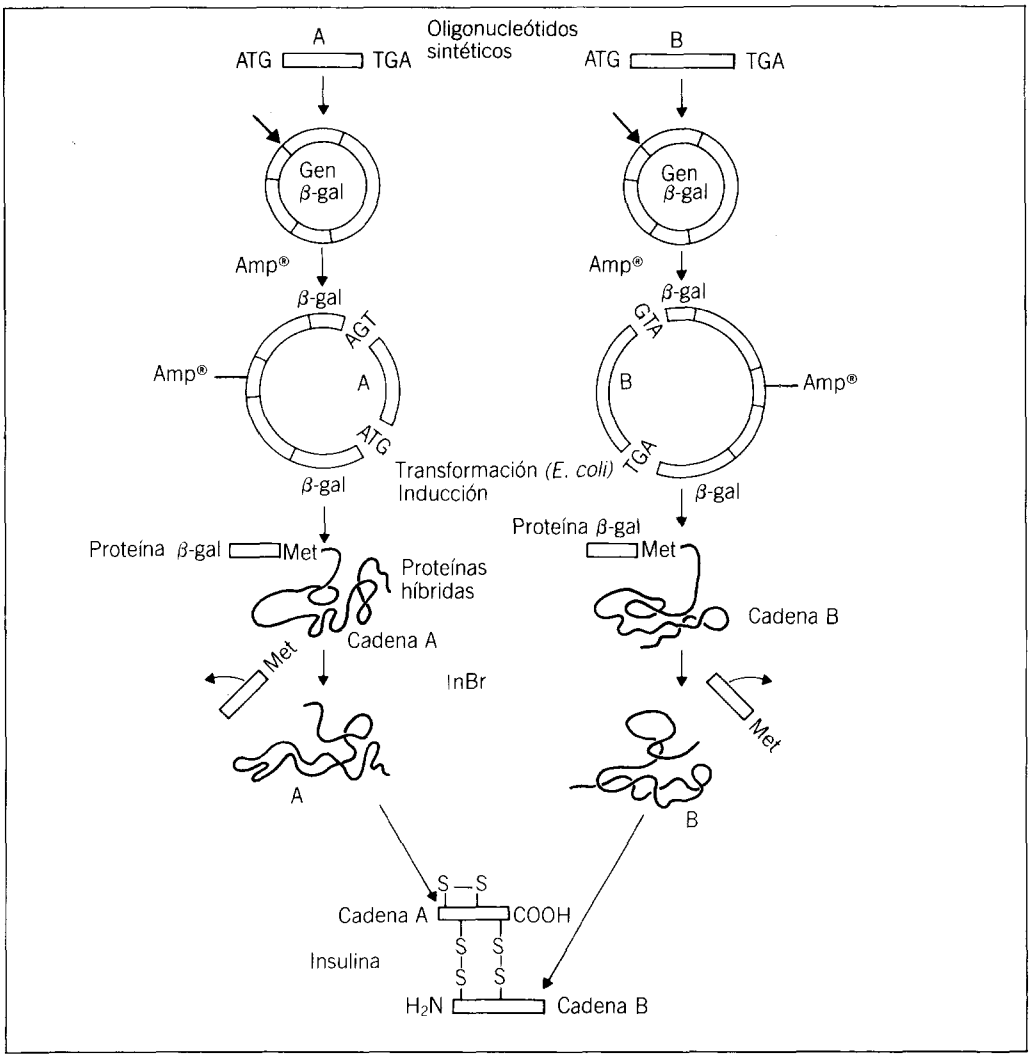

Figura 2. Esquema de uno de los procesos utilizados para la síntesis de insulina humana. Los fragmentos de DNA A y B se sintetizaron químicamente según el método de Khorana. El enlace de A o B a un plásmido bacteriano permite la replicación del DNA recombinante en el interior de E. coli. *Para la expresión de estos fragmentos se utilizaron las secuencias reguladoras del operón lactosa de* E. coli. *Se acumulan grandes cantidades de cadenas A y B en el interior de las células bacterianas. El enlace de los fragmentos A con B produce insulina funcional.*

des esfuerzos, la obtención de anticuerpos monoclonales humanos presenta, aún hoy, problemas técnicos insalvables. Por otra parte, la utilización de anticuerpos monoclonales de roedores en humanos a menudo va acompañada de problemas médicos inherentes al reconocimiento, por parte del sistema inmunológico, de una molécula extraña al organismo.

En otros casos se han obtenido anticuerpos «híbridos» que poseen nuevas propiedades funcionales introduciendo genes de las inmunoglobulinas previamente manipulados, en células mielómicas. Estas nuevas propiedades son, en general, actividades enzimáticas o síntesis de toxinas que permiten, en el primer caso, la localización y cuantificación de un antígeno y en el

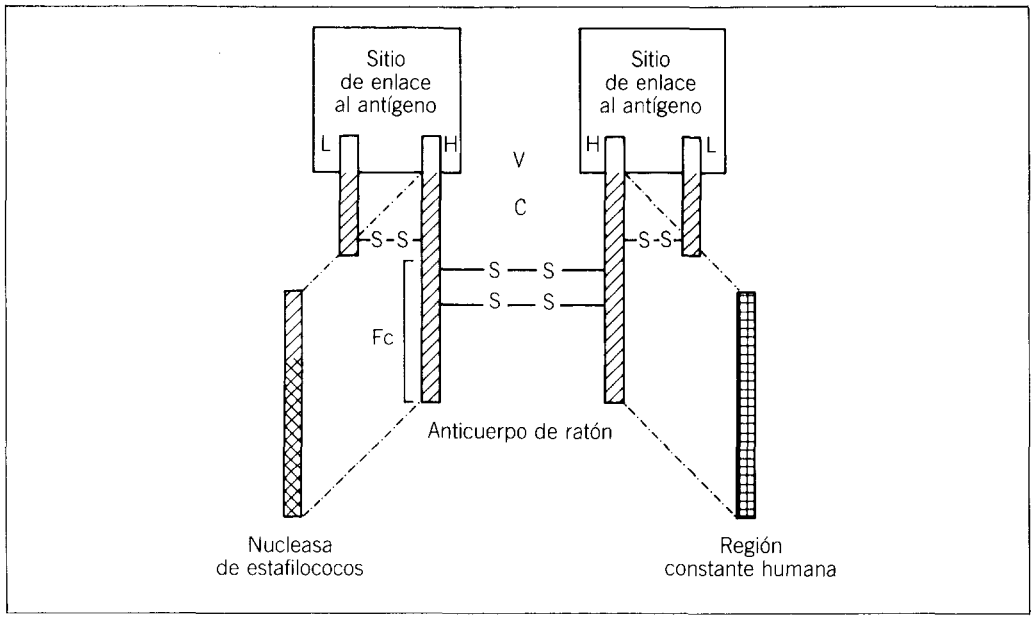

Figura 3. Diagrama de una molécula de anticuerpo de ratón formada por dos cadenas ligeras (L) y dos pesadas (H). Cada cadena presenta una región variable (V) y una constante (C). La región constante especifica el tipo de cadena pesada y le confiere características funcionales específicas. Se ilustra además la substitución del dominio C de la cadena pesada por la región equivalente de una cadena pesada humana o por una nueva actividad enzimática.

segundo la destrucción de la célula portadora del mismo. Las aplicaciones potenciales, en la actualidad en vías de desarrollo, derivadas de la combinación de ambas tecnologías son enormes, tanto en biología como en medicina: entre otros, en los procesos de purificación de productos de expresión de genes clonados, en reacciones de inmunoanálisis y para la localización de antígenos o de productos quimioterapéuticos en células tumorales (fig. 3).

Las técnicas desarrolladas recientemente para la obtención de células somáticas híbridas en combinación con la ingeniería genética han permitido avanzar enormemente en el mapaje de los cromosomas humanos. La localización cromosómica de los genes es un dato esencial en relación a su posterior análisis molecular. En los últimos años, utilizando estas técnicas, se han mapado más de 900 genes en los cromosomas humanos; de éstos, se han clonado unos 250 y se dispone de más de 800 sondas específicas. No es exagerado afirmar que la aplicación de la tecnología de la ingeniería genética en medicina representará uno de los avances más importantes de este siglo, tanto en el diagnóstico como en la terapéutica y constituye uno de los casos más evidentes de la aportación positiva de la ciencia a la calidad de vida.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

GUSELLA JF, WEXLER NS, CONNEALLY PM et al. A polimorphic DNA marker genetically linked to Huntington's disease. Nature, 1983; 306: 234-238.

HODGKINSON S, SCAMBLER P. Recombinant DNA techniques in diagnostic and preventive medicine. Bioessays, 1984; 1: 12-15.

HUMPHRIES S, BARNI W. Gene analysis and its role in predicting susceptibility to disease. Bioessays, 1985; 3: 104-108.

LITTLE PFR. DNA analysis and the antenatal diagnosis of hemoglobinopathies. En: Williamson R, ed. Genetic engineering 1. Academic Press 1981; 61-100.

MOTULSKY A. Impact of genetic manipulation on society and medicine. Science, 1983; 219: 135-140.

NEUBERGER MS, WILLIAMS GT, FOX RO. Recombinant antibodies possessing novel effector functions. Nature, 1984; 312: 604-608.

WILLIAMSON B. Gene therapy. Nature, 1982; 298: 416-418.

DISCUSION

J. GARZÓN: Quisiera hacer algún comentario sobre la posible proyección de la ingeniería genética dentro del área de la farmacología o de la génesis de nuevos fármacos. Yo distingo que este tipo de estudios tiene dos fases bien claras, una que incluye investigación básica, ideas, desarrollo, y una segunda que es la mera técnica repetitiva, la cual pienso que será la que tendrá repercusión en la industria. La participación de un biólogo o de una persona pensante es requerida en la primera fase, pero la segunda ¿hasta qué punto no pasa a ser masificada y puede ser hecha meramente por cualquier técnico? ¿Dónde está la participación del biólogo dentro del desarrollo de un fármaco o dentro de la industria que utiliza estas técnicas para su explotación?

R. GONZÁLEZ: Evidentemente, en esta segunda parte el papel del biólogo es secundario y sería triste repetir exactamente un procedimiento que puede realizar un técnico siguiendo un protocolo. Yo creo que el papel del biólogo tiene mucho más sentido en la investigación básica en este aspecto de desarrollar nuevas estrategias terapéuticas, en la obtención de moléculas que puedan tener un interés.

R. FLOS: En esta primera fase que se hablaba, yo creo que se puede hablar de la primacía del biólogo. Es decir, no solamente por su formación, sino incluso por su mentalidad. En esta primera fase el biólogo es primordial, pero creo que no hay que olvidar la segunda fase. Estoy de acuerdo en que para determinados biólogos puede ser muy triste repetir siempre una misma técnica. Sin embargo, éste es un trabajo. Es decir, yo creo que el biólogo hoy no puede rechazar determinados trabajos porque sean digamos aburridos. El campo del biólogo es muy amplio, pero no todos los biólogos van a ser innovadores en un campo tan fascinante como la ingeniería genética.

G. NICOLÁS: A mi modo de ver, el campo de la biotecnología o ingeniería genética es uno de los campos en que los biólogos no podemos dejar escapar la ocasión, ya que está demostrado que la formación del biólogo en España es suficientemente buena como para permitir que surjan grandes figuras en este campo. España es un país que siempre se ha dejado influenciar o donde se ha empezado a poner algo de moda tras la estela de una gran figura que hemos tenido en algún campo. Se puso de moda la bioquímica cuando le dieron el Premio Nobel a Severo Ochoa, y se está poniendo de moda el golf con Severiano Ballesteros, como se puso de moda el tenis con Santana. Tenemos ahora mismo un grupo de investigadores en EE.UU. y creo que no se debería desaprovechar esta ocasión. El camino que están abriendo en el mundo Mariano Barbacid y Eugenio Santos debe hacernos ver que el biólogo español tiene una formación buena como para empezar a trabajar y hacer cosas tremedamente importantes en este campo.

R. GONZÁLEZ: Quizá sea oportuno considerar pragmáticamente lo que realmente es posible hacer en este país. Yo admiro realmente al equipo de Barbacid y Santos, he leído sus trabajos, pero el problema es que este país no está preparado para recibir a esta gente.

En cambio, a mi modo de ver hay otros campos donde, desde un punto de vista realista, el biólogo podría encajar muy bien y que a la larga tienen que desarrollarse en España. Y para mí uno de éstos es, claramente, el diagnóstico prenatal que hoy día preocupa a muchísima gente. Hay enfermedades cuya frecuencia en la población es del orden de uno a dos por 1.000 o uno en 6.000 y esto representa un número realmente elevado. En los hospitales tendrían que iniciarse ya unas secciones dirigidas a un diagnóstico prenatal serio, no sólo destinado a mongolismos o mirando translocaciones de Filadefia, sino estudiando las alteraciones a nivel del DNA. Esto es relativamente sencillo porque se trata de purificar un DNA a partir de una célula del cultivo. Yo creo que cualquier hospital de este país puede hacerlo, y esto no se hace.

C. BELLVER: Quisiera hacer un comentario referente a la industria farmacéutica, que no acaba de entrar en este campo de la biotecnología. Pienso que principalmente es debido a que no dé sus frutos a un corto plazo. En veterinaria sí se están haciendo cosas, y de hecho hay colaboraciones entre empresas, laboratorios de veterinaria y el CBM.

Situación actual de los biólogos en los equipos de Farmacología en España

C. Bellver

Departamento de Farmacología. Laboratorio Morrith, S.A. Madrid.

Durante el desarrollo de esta mesa redonda, se nos ha ido comentando el papel que desarrolla el biólogo en los distintos equipos de Farmacología existentes en España.

El porqué del biólogo como profesional capacitado para el ejercicio de la Farmacología ha quedado bien reflejado por los anteriores ponentes, y espero poder completar esta visión de conjunto comentándoles la situación actual de este grupo de profesionales.

Voy a comenzar esta exposición haciendo un rápido recorrido por las facultades y otros centros estatales, para dedicar un mayor tiempo a la industria farmacéutica, de la que espero aportar datos estadísticos de cierto interés, por ser en este ámbito donde realizo mi labor como farmacólogo.

Dos hechos fundamentales me gustaría resaltar en mi exposición. Por un lado, el carácter necesariamente multidisciplinario de la farmacología experimental, y por otro, el elevado número de biólogos que nos dedicamos a esta profesión en comparación con otras licenciaturas que por tradición —se piensa erróneamente— son la base de la Farmacología que se realiza en este país.

Los departamentos de Farmacología de las facultades de Medicina son los que están llevando la pauta en este campo de la investigación. Prueba de ello es que aproximadamente el 50 % de las publicaciones y comunicaciones orales a congresos están realizadas por estos grupos de trabajo.

Si bien hay que tener en cuenta que el médico, a diferencia de otros licenciados, cuenta con dos salidas, la experimental y la clínica. No voy a entrar en detalles en este tema y me referiré en exclusividad a la Farmacología no clínica.

Son, además, pioneros en este campo y ahí están sus dos escuelas profesionales de Farmacología, Madrid y Barcelona, dependientes de ellos. Estos equipos son los que cuentan con mayores presupuestos, debido principalmente a las colaboraciones que realizan con otros centros de carácter privado, pudiendo dedicar un mayor porcentaje a la formación de sus titulados. Sin embargo, son muy pocos los que acceden a la industria, estimándose que no sobrepasa el 10 % de los farmacólogos.

Las facultades de Farmacia son las que aportan un mayor número de farmacólogos a la industria, calculándose en un 46 % del total empleado. El aporte científico de estos departamentos, valorado con el mismo criterio que en el caso anterior, es de aproximadamente un 15 %. En tercer lugar cito a los departamentos de Farmacología de las facultades de Veterinaria, que al ser menos numerosas aportan un menor porcentaje de profesionales, disminuyendo lógicamente su representación científica (5 % de las publicaciones y comunicaciones a congresos).

Estas 3 licenciaturas tienen la disciplina de Farmacología en su plan de estudios, hecho que implica normalmente la existencia de un departamento o grupo de trabajo, y son, en teoría, las que aportan un mayor número de profesionales a los equipos de Farmacología existentes en España.

Según estos datos, los farmacólogos se repartirían en un 45 % de médicos, un 35 % de farmacéuticos, un 15 % de veterinarios y un 5 % para otros en los que estarían incluidos los biólogos. Pero la realidad no es ésta. El hecho es que si salimos de los departamentos de estas facultades y valoramos otros centros estatales como el CSIC o en institutos de investigación, etc., el porcentaje de médicos y veterinarios desciende considerablemente, haciéndose competitivas las cifras de biólogos. Esto se repite, como veremos más adelante, al comentar la situación en la industria farmacéutica.

En las facultades de Biología, sin tener en su temario la Farmacología como asignatura, se estudia ésta, principalmente farmacodinamia y farmacocinética, a través de los departamentos de fisiología. Si bien el aporte científico valorado como en los casos anteriores es reducido, se puede considerar, sin embargo, de elevado el número de biólogos que ejercen como farmacólogos en la industria farmacéutica, estimado en un 35 %. Por último, debo confesar que no poseo estadísticas fiables que nos puedan proporcionar el porcentaje de biólogos en relación con otras licenciaturas, que desarrollan su labor en centros estatales.

Para comentar la situación actual de los biólogos en la industria farmacéutica no he querido basarme exclusivamente en la opinión que la experiencia personal me puede dar sino que he juzgado necesario, para obtener un conocimiento más objetivo y exacto, la utilización de las encuestas.

No existe apenas información relativa a la situación de los licenciados superiores en la industria farmacéutica y, menos aún, de los distintos departamentos que la forman. Por ello, la Asociación de Biólogos y su Colegio Profesional han puesto en marcha en el año 1985 una serie de encuestas encaminadas a obtener esta información. Estos datos, todavía provisionales, junto con los aportados por Farmaindustria y el Ministerio de Industria, son los que me han servido para la elaboración de los cuadros que vamos a comentar.

Un estudio estadístico realizado por Farmaindustria en el año 1971 sobre la estructura del personal en la industria farmacéutica, en base a los datos correspondientes al 31 de diciembre de 1970 fue, por su amplitud, uno de los más completos sobre el tema, ya que se basó en una encuesta nacional contestada por 382 laboratorios, que se estimó podrían representar una proporción superior al 97 % del personal del sector.

Posteriormente, en el año 1976 realizó otra comparable con la anterior, pero limitada a sus asociados, participando 71 laboratorios de entre los 12 grupos de clasificación que sigue Farmaindustria.

En el año 1985, el Colegio y la Asociación de Biólogos están realizando encuestas a los 130 primeros laboratorios del país, recibiendo hasta el momento un total de 50 respuestas, es decir, el 38,5 % de la población. No se han considerado los restantes laboratorios por la escasa información que pueden aportar, ya sea a nivel científico, económico, o relativa al personal. Esta clasificación fue tomada del IMS del 2.º trimestre de 1985, según sus valores en ventas.

Estas tres series de datos nos sirven para comparar la evolución de las distintas licenciaturas en los 15 últimos años. En la tabla I destaca el incremento de biólogos que han pasado del 1,5 % en 1970 hasta alcanzar el 11 % en la actualidad. Lógicamente, estos porcentajes no se reparten por igual entre las empresas del sector.

Como vemos en la tabla II, a excepción de farmacia y químicas que mantienen un porcentaje determinado indistintamente del potencial económico de la empresa, los biólogos disminuyen considerablemente. Este hecho es debido a que su ocupación principal está ubicada en la investigación que realizan estas empresas. Así, entre las primeras 50 empresas del sector, están la mayoría que dedican un porcentaje de sus ingresos a investigación, y el número de biólogos empleados es de 160 (13 %) en comparación con las empresas restantes que alcanza el 7 %.

Por otra parte, puede demostrarse que la dedicación principal del biólogo dentro de la investigación es la Farmacología. Para ello, me he basado en datos obtenidos por el Ministerio de Industria en 1983, cuya veracidad se está comprobando actualmente por auditorías, y la encuesta realizada por la Asociación y el Colegio de Biólogos, antes comentada.

Según fuentes del Ministerio de Industria los laboratorios farmacéuticos dedicaron en 1983 4.918 millones de pesetas en financiar activida-

TABLA I
EVOLUCION EN EL PORCENTAJE DE TECNICOS EN LA INDUSTRIA FARMACEUTICA SEGUN LICENCIATURAS

Licenciatura	*Años* 1970*	1976**	1985***
Farmacia	39,6	32,7	46,0
Medicina	17,2	18,0	13,0
Químicas	17,2	23,1	27,0
Veterinaria	4,2	3,1	2,0
Biológicas	*1,5*	*4,2*	*11,0*
Otras	1,4	2,2	1,0

Fuentes: Farmaindustria 1970 y 1976; Albe - COB (1985). Datos provisionales.
Período: 1970 a 1985.

* Realizada a 382 laboratorios; muestreo: 97 %.
** Realizada a 71 laboratorios entre los distintos grupos de Farmaindustria.
*** Realizada a los 130 primeros laboratorios según clasificación del IMS (mayo-1985). Respuesta recibida: 50; muestreo: 38,5 %

TABLA II
PORCENTAJE DE TECNICOS EN LA INDUSTRIA FARMACEUTICA SEGUN SU LICENCIATURA (***)

Licenciatura	*Ventas en millones de pesetas (*)*				
	(10) (**)	*(13)*	*(37)*	*(33)*	*(37)*
	3.000-5.000	*2.000-3.000*	*1.000-2.000*	*500-1.000*	*200-500*
Farmacia	35,9	42,9	42,9	51,0	57,8
Medicina	19,1	15,2	12,2	10,2	8,0
Químicas	25,2	25,3	29,1	28,2	28,4
Veterinaria	3,7	2,1	3,1	1,2	—
Biológicas	*14,4*	*12,4*	*11,4*	*9,0*	*5,8*
Otras	1,6	2,1	1,8	0,3	—
Número total de licenciados	298	329	580	255	211 (1.673)
Media licenciados por laboratorio	30	25	15	8	5

Fuente: Encuesta Albe - COB (1985). Datos provisionales.
Laboratorios encuestados: 130.
Respuestas recibidas: 50; muestreo: 38,5 %.

* Según IMS de mayo de 1985.
** Número de laboratorios con ese volumen de ventas.
*** Se han considerado los siguientes departamentos: Investigación, Control, Fábrica, Registros, Información y Dirección Técnica.

des de investigación, cifra equivalente al 2,1 % de su total de ventas. Del gasto total en investigación, un 79 % fue realizado por empresas con capital mayoritario de origen español.

Este esfuerzo investigador, indudablemente pequeño, esconde en su cifra media disparidades importantes entre los laboratorios. Así, 34 laboratorios declaran algún tipo de actividad investigadora, de los que 26 son españoles, dos al 50 % y 6 extranjeros. Una veintena de ellos investigan sistemáticamente, aunque no en todos la división de investigación tiene la misma importancia ni los objetivos que pretenden con ellos son igualmente ambiciosos.

De estos 20 laboratorios, trece gastan en investigación 1.118 millones de pesetas, lo que supone un 5,9 % de sus ventas, estando la mitad de ellos en condiciones de dar un salto cualitativo rápido hacia objetivos más ambiciosos. Los 7 laboratorios restantes son la vanguardia investigadora del sector, gastando en 1983 un total de 2.168 millones. La relación entre los gastos de investigación y su cifra de ventas ascendió al 7,8 %.

Esta cifra es aún baja si la comparamos con las compañías mundiales que invierten en investigación entre el 10 y 13 % de sus ventas. Según estas fuentes consultadas, esta veintena de laboratorios realizan actividad investigadora en farmacología y serán sobre los que me basaré en el resto de la exposición. En la tabla III se muestra el porcentaje de licenciados superiores dedicados a Investigación y Desarrollo (I + D) y a investigación. El muestreo realizado es del 70 % de la población, es decir, a 14 sobre los 20 existentes.

Estos laboratorios tienen empleados a 452 licenciados superiores en I + D, de los que el 18 % son biólogos, cifra superior al porcentaje de médicos y no muy lejana del de químicos.

Si los comparamos con los biólogos que se dedican exclusivamente a funciones investigadoras, este porcentaje alcanza el 26 % sobre un total de 238 licenciados. En este caso, los biólogos estamos en cifras similares a químicos y farmacéuticos. Lógicamente, el porcentaje de farmacéuticos desciende, debido a que su actividad se reparte entre todos los sectores de la empresa, siendo la participación menos elevada en investigación.

Como se menciona más arriba, la dedicación principal del biólogo dentro del departamento de investigación es la de farmacólogo. En la tabla IV se observa que sobre un total de 82 farmacólogos distribuidos entre los 20 laboratorios que realizan investigación farmacológica, el 35 % son biólogos.

Esta cifra, junto con la de farmacéuticos (46 %), representa casi la totalidad de los técnicos que trabajan en los departamentos de farmacología de la industria farmacéutica.

TABLA III
PORCENTAJE DE LICENCIADOS SUPERIORES DEDICADOS A INVESTIGACION + DESARROLLO

Licenciados superiores dedicados a I + D = 452 (*)	
Farmacéuticos:	41
Químicos:	26
Biólogos:	*18*
Médicos:	11
Veterinarios:	4
Licenciados superiores dedicados a investigación = 238	
Farmacéuticos:	32
Químicos:	33
Biólogos:	*26*
Médicos:	8
Veterinarios:	1

Fuente: Encuesta Albe-COB (1985). Datos provisionales. Ministerio de Industria (1983). Laboratorios encuestados: 20 (con Dpto. de Farmacología).
Respuestas recibidas: 14, muestreo: 70 %
* Se han considerado los Departamentos de: Investigación, Control, Fabricación, Médico, Registros, Información y Dirección Técnica.

TABLA IV
PORCENTAJE DE TECNICOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE FARMACOLOGIA SEGUN SU LICENCIATURA

Total de licenciados superiores: 82	
Farmacéuticos:	46
Químicos:	6
Biólogos:	*35*
Médicos:	10
Veterinarios:	3
Total de personal empleado ≃ 170	
Número de técnicos por departamento (Farmacología) ***	
Grupo A (7 laboratorios)	5 a 6
Grupo B (13 laboratorios)	2 a 4

Fuente: Encuesta Albe - COB (1985). Datos provisionales; Ministerio de Industria (1983).
Laboratorios encuestados: 34*
Laboratorios con Departamento de Farmacología: 20**.
Respuestas recibidas: 14, muestreo: 70 %.
* Se han considerado aquellas empresas con gastos en I + D superiores a 50 millones de pesetas.
** Empresas que realizan una investigación farmacológica.
*** Según el Miner (1983), se dividen en dos grupos en función del capital invertido en I + D.

Si dividimos estos 20 laboratorios en dos grupos, *según el porcentaje que dediquen a investigación* sobre su total de ventas, el número de técnicos en Farmacología sería de cinco a seis para las empresas más fuertes, y de dos a cuatro para el resto de ellos.

Como decía en la introducción, somos muchos los biólogos que profesionalmente nos dedicamos a la bonita tarea de hacer Farmacología, y espero que las conclusiones de esta mesa redonda sirvan para mejorar nuestra situación y preparación como ya ha servido para conocer y valorar la situación del biólogo en los equipos de Farmacología existentes en España.

DISCUSION

R. FLOS: Aquí se han presentado unos datos indicando que hay un 17 % de biólogos frente a un 40 % de farmacéuticos. Para comprender realmente el alcance que puede tener esta diferencia sería interesante saber si *a estas plazas podía optar indistintamente* un farmacéutico o un biólogo, o bien eran plazas específicas, unas para farmacéuticos y otras para biólogos. Por otra parte, sería deseable conocer también el número de licenciados en cada uno de estos campos, para comprender mejor el significado de estos resultados.

C. BELLVER: De hecho, no puedo contestar en este momento a ninguna de las dos preguntas, pero sí debo manifestar que estoy convencido de que a no ser que se trate de puestos especializados, en la industria no tiende a ejercerse *discriminación en función del título.*

J.V. BENEIT: Una de las cosas más importantes que se han podido decir aquí, en cuanto a operatividad, es que hay que modificar estas escuelas profesionales antiguas y obsoletas ajustándolas a la LRU, estatutos, etc. De esta reforma depende en buena parte el futuro de la farmacología en España.

Enseñanza de Farmacología en el *curriculum* de Biología. La experiencia europea y americana

P. Areso

Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad del País Vasco. Vizcaya.

La Biología ha sufrido un fuerte desarrollo en los últimos años, gracias a las nuevas tecnologías que han posibilitado la ampliación de los campos en los cuales puede especializarse un biólogo. Por otra parte, y dado que en la actualidad los nuevos grupos de trabajo se dirigen hacia una combinación equilibrada de personal procedente de distintas áreas de conocimiento, los biólogos han participado y participan en áreas diferentes a las de la Biología clásica y, en particular, en el área médica y sanitaria. Por tanto, sería altamente interesante determinar la función social del biólogo y el reconocimiento de su propia actividad profesional.

El reto de la formación de biólogos

Recientemente se realizó en el Reino Unido un estudio del personal dedicado a la investigación médica incluyendo el área de Farmacología[1]. Los datos mostraron un alto porcentaje (74 %) de profesionales no médicos que trabajan para la investigación médica. Dentro de este elevado porcentaje se puede presuponer, aunque no existen datos concretos en este sentido, una fuerte proporción de personal graduado en Biología.

Con todo ello, se pone de relieve la necesidad de recurrir a nuevos enfoques aplicables a la planificación de la formación de biólogos, dotándolos de las aptitudes necesarias para resolver su posible papel en muchas áreas de conocimiento no tradicionales, y como consecuencia se hace preciso modificar y flexibilizar el *curriculum* con el objeto de lograr una mejora en cuanto a su nivel de profesionalización. De esta forma, las lagunas con las cuales los actuales biólogos se enfrentan al ejercer su profesión podrían reducirse.

Esta problemática, y su resolución con un plan de estudios adecuado, es de responsabilidad exclusiva de los esquemas educativos desarrollados por cada país, presentándose una gran diversidad de *curricula* de Biología entre las distintas Universidades Europeas y de éstas con las Americanas.

Para intentar minimizar esta variabilidad en la obtención de la licenciatura en Biología, en cuanto a planes de estudios se refiere, la Asociación Comunitaria Europea de Biólogos (ECBA), que posteriormente mantuvo contactos con el Instituto Americano de Ciencias Biológicas (AIBS), propuso unas líneas directrices para un adecuado programa de estudios[2]. Este programa concede un amplio alcance e interdependencia con otras ciencias, ya que los biólogos pueden estar intelectualmente en posesión de un conocimiento global e integrado dentro de muchos campos. Se puede concluir diciendo que en esta reunión se clarificaron los esquemas generales de la finalidad de los estudios de Biología, pero que aún persiste una gran diversificación en cuanto a *curricula* se refiere, ya que cada país ha resuelto su problemática educativa de formas muy diversas.

En líneas generales, un estudiante puede adquirir conocimientos en un área determinada principalmente a dos niveles. Primeramente con el desarrollo adecuado de una licenciatura y posteriormente con la posibilidad de continuar su formación ampliando sus estudios a un tercer ciclo que conducirá a la obtención del grado de doctor.

Centrándonos más en el tema que nos ocupa queremos expresar desde aquí la importancia de la inclusión de Farmacología en los estudios de Biología, dada la posibilidad que posteriormente tienen los graduados de incorporarse a este campo.

Para corroborar esta necesidad diremos que, en el estudio anteriormente comentado del personal dedicado a la investigación médica en el

Reino Unido[1] y en particular los dedicados a la investigación farmacológica, existe un 88 % de personal no graduado en Medicina. De ello se desprende que la Farmacología a este nivel ha dejado de ser una ciencia exclusivamente de ámbito médico.

Dentro de la revisión realizada de los *curricula* de Biología, en los distintos países europeos: Alemania, Francia, Italia y Reino Unido; EE.UU. y Canadá, podemos decir que el espectro de posibilidades es mucho más amplio que en España. Los campos de especialización en Biología son muy numerosos y el esquema seguido para la obtención del grado de Doctor es muy completo[3], existiendo la posibilidad de doctorarse en Farmacología.

El modelo americano

Abordando a partir de ahora una descripción de los *curricula* desarrollados por los diferentes países para obtener la licenciatura en Ciencias Biológicas, podemos decir que en el caso de los EE.UU., y a diferencia de otros países, no existe un Ministerio de Educación a nivel nacional que dicte normas unitarias. La educación, por tanto, es descentralizada y su dirección recae bajo la responsabilidad de las propias universidades públicas o privadas.

El nivel de graduación académica de un licenciado en Ciencias Biológicas español es equiparable a un Master de las universidades americanas. Para la obtención de un Master en Biología en aquel país es necesario estar en posesión del título de *bachelor*, el cual es certificado después de 4 años de estudio. Aparte de este requerimiento es necesario cumplimentar una serie de cursos, la superación de ciertas pruebas y la realización de una tesis.

En el caso de optar al grado de Doctor, previa posesión de un Master, en EE.UU. se requiere al menos un mínimo de dos años a tiempo completo, aunque en muchos casos este período es ampliable a cinco. Los candidatos deben, aparte de la asistencia a una serie de cursos organizados por su propio departamento, cumplimentar un proyecto de investigación, así como desarrollar una disertación sobre él. A este nivel, un graduado en posesión de un Master en Ciencias Biológicas puede realizar un Doctorado en Farmacología, al cual también pueden optar licenciados con diferentes graduaciones universitarias afines a la Farmacología.

Dado que en los estudios previos a los del doctorado no existe una base bien fundamentada de Farmacología, para el buen desarrollo de éste se organizan, tanto en los EE.UU. como en Canadá, cursos sobre este tema[4]. Estos cursos versan sobre metodologías farmacológicas, mayoritariamente aquellas utilizadas en el laboratorio.

Formación en Biología en Europa

A nivel europeo podemos señalar que la Farmacología ha dejado de estar exclusivamente incluida en los *curricula* de Medicina, Farmacia y Veterinaria, y que existe la posibilidad de elegirla como asignatura opcional dentro de la graduación de Biología, ya que las posibles especializaciones son muy numerosas y existe una rama médica.

En el caso, por ejemplo, del Reino Unido y dentro de los estudios para optar al grado de Licenciado en Biología existe la posibilidad de diversificarse en 12 especialidades. Esta graduación se realiza en un intervalo de 3 o 4 años, dependiendo este período tanto de la especialidad elegida como de la universidad donde se desarrolle. El primero o dos primeros años de esta graduación poseen en su *curriculum* un compendio de asignaturas básicas y es a partir de los cursos intermedios donde se especializan más los temas. Es a este nivel donde existe la posibilidad de escoger la Farmacología dentro de ciertas ramas. Estas especialidades son nombradas genéricamente como: Ciencias Biológicas, Ciencias Biológicas Aplicadas o Biología Aplicada[5].

Posteriormente los licenciados en Ciencias Biológicas pueden acceder a un doctorado en Farmacología para lo cual existen cursos facilitando la ampliación de conocimientos en este campo[6].

En el resto de los países europeos es posible realizar estudios de Farmacología dentro de la rama médica de la carrera de Biología y como ocurre, por ejemplo, en la RFA se pueden elegir asignaturas, de forma libre, de otras licenciaturas[7].

Por otra parte, existe la posibilidad de optar a una graduación en Farmacología. En el caso del Reino Unido existen 22 universidades donde se imparten estos estudios[6, 8]. Estos cursos de especialización requieren de 2 a 4 años de estudio y para su obtención es necesario estar en posesión de la licenciatura de Biología, aunque también pueden optar estudiantes procedentes de otras graduaciones. En el primer año se desarrollan temas relacionados con las ciencias puras, tales como Química, Fisiología, Biología y Bioquímica. Algunos de estos cursos in-

cluyen la Farmacología desde el primer año. Posteriormente se sigue profundizando en temas de ciencias básicas pero mayoritariamente en aspectos relevantes a la Farmacología tales como la Bioquímica y Farmacología Molecular, Medicina Química, Neuroquímica, Endocrinología, Desarrollos Farmacológicos y en algunos casos Toxicología.

Por lo que respecta al Reino de España, los estudiantes que opten a una licenciatura en Biología se encuentran ante la imposibilidad de estudiar Farmacología, ya que según lo dictado por el Ministerio de Educación y Ciencia no existe Farmacología dentro del *curriculum* de Biología en ninguna de las especialidades posibles. La única opción, aunque en general en un campo muy específico, es realizar un curso de doctorado de los cuatro necesarios para optar al grado de Doctor, dada la imposibilidad de realizar más de un curso que no esté organizado por la propia Facultad de Biología, y esta Facultad no desarrolla cursos de Doctorado en el campo de la Farmacología.

Con la nueva normativa para la obtención y expedición del título de Doctor dictado por Real Decreto en el Boletín Oficial del Estado con fecha del 16 de febrero de 1985, y tomando como modelo el esquema americano, se dejan entrever mejor las posibilidades de adquirir este conocimiento primordial, ya que los propios departamentos se encargarán de suministrar una enseñanza adecuada por medio del desarrollo de cursos específicos.

Podemos concluir diciendo que en otros países el estudiante de Biología puede adquirir conocimientos en Farmacología, tanto en los cursos de graduación como con un desarrollo organizado de su doctorado y que el resultado de esta nueva preparación ha hecho que el biólogo se pueda afianzar en la Farmacología. Por lo cual, parece muy interesante que se lleve a cabo una remodelación en los estudios académicos de la carrera de Biología, ya que aunque se realice ésta a nivel de los cursos de Doctorado, hay muchos biólogos que no requieren el título de Doctor para el ejercicio de su profesión y que por tanto finalizan sus estudios académicos con la licenciatura.

BIBLIOGRAFIA

1. SADLER J, PORTER R, B EVERED D. Careers of non-medical graduates in british medical research. Nature, 1981; 293: 423-426.
2. Toward a common biology curriculum. J Biol Education, 1977; 11: 318-319.
3. British degrees in biology, report on a British Council Study Tour and Seminar attended by senior university biologist from 13 European countries. Consulado Británico, 1978.
4. BRIEN JF, RACZ WJ. A methodology course for graduate students in pharmacology. Trends Pharmacol Sci, 1984; 5: 171-173.
5. BARKER DC. En : Biological sciences. Hobsons Limited, 1984.
6. Graduate studies 1985/86. The guide to postgraduate study in the UK. Hobsons Limited, 1985.
7. Johann Wolfgang Goethe - Universitat. Vorlesungsverzeichnis Für Das Wintersemester, 1985/86.
8. Pharmacology as a career. The British. Pharmacological Society, 1983; 1-14.

DISCUSION

R. CEPEDA: Ha dicho que en algunos países existe la posibilidad de cursar la asignatura de Farmacología en la licenciatura de Biológicas. Yo creo que en España también, porque yo tengo idea, por lo menos cuando hice mi licenciatura, de que se podían cursar otras asignaturas de licenciaturas que fueran próximas, solicitando permiso al Decano.

P. ARESO: Quizá pueda darse ese hecho, pero la Farmacología no existe como asignatura optativa y propiamente organizada por la Facultad de Biología.

C. BAUTISTA . Más que pregunta es una contestación a este planteamiento. En cuanto a cursar esas materias de Farmacología que pudiesen impartirse en otras facultades, no existe esa aprobación. Unicamente para cursos de doctorado, entonces sí se solicita el cursar alguna asignatura de otra facultad, previo informe de la Comisión de Docencia, etc. Cuando una persona quiere cursar una asignatura como Farmacología en la Facultad de Medicina puede solicitarlo, pero sólo puede hacerlo sin que tenga validez académica.

P. ARESO: Puedo decir al respecto que dado que los esquemas educativos están descentralizados mayoritariamente en todos los países y que cada Facultad tiene la posibilidad de organizar libremente la estructuración de sus estudios, yo opté por hacer una revisión de *curricula* sólo de algunas facultades. En el caso de Italia no encontré a la Farmacología como asignatura optativa en la revisión de Facultades de Biología que realicé.

M. ARBOIX: Con respecto a la situación italiana puedo confirmar que, en principio, en Italia las asignaturas no se dividen por cursos, sino que el estudiante tiene una globalidad de materias que debe realizar. Sólo hay incompatibilidades entre una materia y otras, pero puede realizarlas cuando quiera.

Hay la especialidad en Ciencias Médicas reconocida por el gobierno italiano. Dentro de la carrera de Biología se debe cursar, si se opta por esta especialidad: Patología, Anatomía patológica y Farmacología, obligatoriamente. Luego hay Bioquímica Clínica y alguna otra más que no recuerdo, pero éstas son de obligado cumplimiento para la especialización.

Posibilidades de formación en Farmacología en los estudios de Biología en España

V. Clos

Departamento de Farmacología. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona.

Antes de plantearnos las posibilidades de formación en Farmacología en los estudios de Biología en España, es necesario conocer previamente qué disciplinas o qué conocimientos son esenciales para una buena formación en Farmacología, y de esta forma ver las posibilidades de que disponemos actualmente o bien las posibles alternativas con el fin de incorporar la Farmacología dentro de los estudios de Biología.

La Farmacología abarca el estudio de la historia, el origen, las propiedades físico químicas, las asociaciones de fármacos, los efectos fisiológicos y bioquímicos, así como la distribución, biotransformación y excreción de los fármacos con fines terapéuticos o no. Puesto que la palabra fármaco puede definirse como cualquier agente químico que afecta los procesos vivientes, ello implica que la Farmacología abarque un campo sumamente amplio. Por otra parte, tendríamos que hacer una distinción entre lo que se denomina «Farmacología pura», que requiere muchos conocimientos y de todo tipo, y aquella Farmacología que necesita el médico o el veterinario que no exige tantos conocimientos básicos y que rinde resultados mucho más prácticos que aquellos que se obtienen con la «Farmacología pura». Indudablemente para obtener una buena preparación en el campo de la Farmacología es esencial adquirir previamente conocimientos sobre Fisiología, Fisiopatología, Física, Química, Bioquímica, Bacteriología e Inmunología, con el fin de comprender como actúan las estructuras químicas sobre los trastornos fisiológicos que se estudian.

Biólogos y Farmacología

Actualmente para el estudiante en Biología no existe ninguna posibilidad de formación en el área de la Farmacología; si bien es una de las salidas profesionales de que dispone una vez finalizada la licenciatura. Existe un gran número de biólogos que en la actualidad se hallan integrados en el campo de la Farmacología, ya sea en distintas industrias farmacéuticas, ya sea en departamentos de farmacología universitarios donde llegan a tener responsabilidades docentes y de investigación. También la Farmacología experimental representa para el biólogo un área de elección para realizar tareas de investigación tales como la tesis doctoral. Por todo ello creemos que es de sumo interés estudiar las posibles vías de formación en este campo, con el fin de ofrecer al estudiante una orientación más acorde con las exigencias profesionales con las que tendrá que enfrentarse.

Actualmente el biólogo dispone de una única posibilidad de formación en el área de la Farmacología una vez finalizada la licenciatura. Se trata del curso de Farmacólogo Profesional, fundado en 1962 y organizado de forma compartida por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona (este curso puede también realizarse en Madrid). Tiene una duración de 2 años y en él se estudian ampliamente distintos aspectos de la Farmacología experimental tanto desde un punto de vista teórico como práctico. El título que se obtiene al finalizar dicha especialización es oficial y otorgado por la Universidad de Barcelona. No obstante, debido a que sólo se realiza en dos ciudades españolas y tiene un número reducido de plazas, es muy difícil el acceso a dicha especialización. Salvo esta posibilidad, la integración del biólogo en el área de la Farmacología se ha basado en el autodidactismo, única alternativa de la que dispone en el presente.

Al hacer un análisis detallado de las posibles especializaciones que nos ofrece la licenciatu-

ra de Biología, podemos observar que el estudiante posee tres alternativas, Zoología, Botánica y la mal llamada Fundamental. Es quizá dentro de esta última especialización donde tendríamos posibilidad de incluir la Farmacología como una opción más para el biólogo.

Mientras que las especializaciones en Botánica y Zoología presentan un perfil claramente definido, la de Fundamental ofrece distintas alternativas pero sin ninguna orientación definida a excepción de la genética; ello implica que el estudiante que elige esta vía adquiera muchos conocimientos sin estar dirigidos a un área concreta de especialización. Si bien ésta es una tendencia general, existen algunas excepciones tales como la de la Universidad Autónoma de Barcelona entre otras, donde tanto el biólogo como el químico pueden acceder a la especialización en bioquímica de forma independiente a la rama de Fundamental. Creemos necesario hacer la observación de que el crear nuevas especializaciones es una tendencia a adecuar los distintos conocimientos y disciplinas a un futuro profesional más relacionado con el mundo real, donde la especialización es una imposición progresiva de nuestra sociedad. Hemos de tener en cuenta que en el resto de países europeos, la especialización es el denominador común en todos ellos, y con la integración de España en la CEE hemos de plantearnos una reestructuración de nuestros planes de estudio y adecuarlos a la sociedad europea con el fin de poder competir con sus mejores profesionales.

Posibilidades de formación en Farmacología

Al inicio hemos hablado de los conocimientos o disciplinas que son básicamente necesarias para una buena formación en Farmacología; si paralelamente analizamos las distintas asignaturas que forman parte de la licenciatura en Biología, podremos hacernos una idea de las posibilidades que a corto plazo disponemos para ofrecer una formación en Farmacología dentro de esta licenciatura.

Durante los tres primeros cursos comunes a las tres especializaciones se imparten entre otras: Biología, Química, Bioquímica, Física, Microbiología..., disciplinas que hemos considerado básicas al hablar del concepto de Farmacología. Además, durante los dos años de especialización en la rama de Fundamental, existe como asignatura obligatoria la Fisiología comparada, lo que implica que con una pequeña reestructuración tal como la adición a modo de asignatura optativa de la Fisiología además de la Farmacología, podría ofrecer al biólogo en un corto espacio de tiempo, la posibilidad de esta nueva especialización, con la adquisición de una serie de conocimientos que le son necesarios para integrarse en un departamento de Farmacología, ya sea en la industria farmacéutica o bien en la universidad.

Quizá deberíamos puntualizar que al hablar de la posibilidad de formación en Farmacología dentro de la Biología, nos hemos referido en general a la Farmacología pura o experimental, ya que es donde creemos que el biólogo puede tener un papel más importante debido a la formación que recibe. Con ello no queremos excluir el importante papel que el biólogo puede desarrollar dentro de la Farmacología clínica, donde el análisis y la monitorización de fármacos desempeñan un papel de gran relevancia en la actualidad.

Pero quizás el enfoque más interesante que podría darse al campo de la Farmacología sería el de proporcionarle un lugar central dentro de las ciencias biomédicas; es decir, que la especialización en Farmacología fuera una opción a la que pudiera accederse a través de distintas licenciaturas, ya fuera a partir de la Biología, Química, Farmacia o bien Medicina o Veterinaria, y que tuviera unas características similares a las de la Farmacología pura. Con ello queremos puntualizar que si bien existe la asignatura de Farmacología en las carreras de Medicina y Veterinaria como tal, ésta debería mantener su orientación actual, mientras que a través de la especialización en Farmacología, la formación estuviera más orientada hacia las múltiples posibilidades que ofrece el estudio de los fármacos, ya sea con fines terapéuticos o no. Hemos de tener en cuenta que en muchos casos el uso de los fármacos como utensilios de experimentación ha permitido llegar a conocer mecanismos fisiológicos y bioquímicos propios del organismo. Esta sería una opción más racional para un mejor desarrollo de la Farmacología, ya que permitiría una preparación más amplia y profunda en este campo. Para ello sería necesario establecer un programa complementario de asignaturas que podrían mínimamente satisfacer el amplio abanico de posibilidades que nos ofrece actualmente la Farmacología, ya sea en el campo del diseño de fármacos con todos sus conocimientos teóricos y prácticos, sobre todo dentro del área de la informática, y de la farmacocinética, área que en los últimos años ha adquirido una gran importancia, o bien en las

distintas áreas de especialización que van surgiendo a medida que avanzan las investigaciones en el campo de la Farmacología.

Esta es una posibilidad a largo plazo y también un fin o una meta que tendría que proponerse la Farmacología. Dar a conocer las distintas áreas de trabajo dentro de este campo y formar a los futuros farmacólogos bajo un concepto más amplio del que para muchos representa actualmente la Farmacología.

DISCUSION

S. ERILL: Creo que hay que agradecer a la ponente que haya comenzado hablando de las disciplinas básicas que son necesarias para una buena formación en Farmacología, porque me temo que existe un error potencial, error en el que se ha caído incluso alguna vez durante el día de hoy, que es considerar a la Farmacología como simplemente una asignatura del *curriculum* de una licenciatura. Gracias, pues, por hablar de esta formación multidisciplinar en Farmacología, que quizá nos permita iniciar una discusión conjunta de ésta y la ponencia anterior.

D. ROBERTS: Parece que con unas semanas o como mucho unos meses posteriores a una licenciatura en Biología o en Farmacia con experimentos clásicos con animales ya hacemos Farmacología. Yo creo que la Farmacología es mucho más que digamos unos veinte y tantos modelos clásicos en Farmacología, porque la cosa más importante no es el modelo, sino qué se hace con el modelo que se ha montado. Creo que quizás aquí, por lo menos en mi experiencia en España, hay quizá demasiada preocupación en cómo montar al animal encima de la mesa o dentro del aparato y no en cómo estudiar las propiedades farmacológicas de un producto o de un modelo experimental.

R. FLOS: Hemos hablado aquí varias veces de las ventajas que reportaría la posibilidad de doctorarse en Farmacología. Esta especialización debería hacerse en el segundo ciclo, es decir, después de una formación básica en la cual el biólogo se familiariza con toda una serie de instrumentos que luego necesitará, o bien cabría aconsejar una reducción en el número de cursos de lo que sería una licenciatura general, y enconces abogar por la existencia de escuelas de especialización, que es una cosa muy distinta al doctorado. Ello no excluye tampoco la realización posterior de un doctorado.

V. CLOS: Yo creo que a lo largo de todo el día ha quedado muy claro que una de las posibilidades que se ofrecen al biólogo al terminar su licenciatura viene representada por el campo de la Farmacología. Debido a ello, creo que sería esencial, o cuanto menos muy importante, poder introducir una formación en Farmacología dentro del *curriculum* de Biología. Creo que la posibilidad de poder integrar la Farmacología en un segundo ciclo es una posibilidad que tendríamos que plantearnos muy seriamente, porque en la ausencia de la misma radica uno de los problemas que como hemos visto se le plantea al biólogo cuando entra en la industria farmacéutica o bien, con menos frecuencia, en un departamento de Farmacología universitario.

M. ARBOIX: Quizá no deberíamos perder de vista que en la mayoría de países del mercado común europeo tiende a potenciarse la parte general de los estudios universitarios. Casi todas las especialidades, tanto en Medicina como en Veterinaria, realizan unos estudios muy amplios que luego permiten posteriormente la especialización, e incluso reducen los años. El planteamiento es fundamentalmente una enseñanza básica, potente, que permita después afrontar las distintas especialidades. En este sentido, me inclino fundamentalmente a que el biólogo tenga una primera etapa de una enseñanza básica profunda, posiblemente tocando algunos temas que hoy se pasan muy de perfil y que realmente se tendrían que profundizar sin ninguna duda. La segunda etapa debería quizá ser una etapa de orientación en la que el biólogo pudiera ver las distintas especialidades que existen de una forma muy orientativa y muy general. O sea, que tal vez sería posible contemplar una Famacología muy general que permitiera al biólogo conocer qué materia es aquélla. Posteriormente, una tercera etapa debería ofrecer la especialización que puede conseguirse a partir de las escuelas profesionales y el doctorado.

J.A. SALVÁ: Quizá no deberíamos olvidar que la base de la Farmacología es la Fisiología y eso puede parecer una tontería pero es una realidad. Tengan en cuenta además que gran parte

de la fisiología la han hecho farmacólogos, claro. Lo que es muy importante en un *curriculum* de biología es que exista una Fisiología muy bien articulada, incluso una Fisiopatología.

G. NICOLÁS: Yo concuerdo con lo que se dijo antes, que lo primero que tiene que adquirir un biólogo es lo que le da carácter puramente de biólogo básico, que podría ser lo que ahora se entiende por primer ciclo. También, por supuesto, habría que ofrecer a ese biólogo general las posibilidades de que si él quiere bajar del tren ahí, que tenga alguna estación adonde ir, cosa que falló en la antigua legislación del primer ciclo. Luego empezaría un segundo escalón al que yo llamaría de primer nivel de especialización. Una sugerencia para mí muy atractiva es la posibilidad de que desde distintos primeros ciclos se pudiera acceder a un segundo ciclo común, con lo cual rompería el esquema actual de estudios de carreras o licenciaturas. Después del segundo ciclo también habría que ofrecer la posibilidad de abandonar ahí o pasar a un segundo nivel de especialización, llegando a profundizar más en el campo que se quisiera. Este nivel de especialización terminaría con la presentación de un trabajo experimental que sería la tesis doctoral.

G. SALIDO: Se ha dicho —y estoy totalmente de acuerdo con ello— que para llegar a Farmacología es importante la Fisiología, y dado que me dedico a la enseñanza de esta disciplina tengo algo que decir; y es, que la Fisiología no se puede explicar más que en términos físicos o químicos. En mi corta experiencia docente y fisiológica he encontrado lagunas muy amplias en Física y en Química en los estudiantes de Biología. Ello me obliga a insistir en la necesidad de potenciar estas disciplinas básicas. Por otro lado, quizá convenga señalar que el desarrollo que ha tenido la Fisiología en las facultades de Biología ha sido a mi juicio anómalo, porque creo que no ha seguido un criterio lógico. El desarrollo de asignaturas como Fisiología Comparada, Fisiología Especial, etc., ha servido para que determinadas personas tuvieran unas determinadas asignaturas y, por tanto, unos determinados alumnos. Esto, que creo no escandaliza a nadie, ha hecho que haya una cierta disparidad en la enseñanza de la Fisiología dentro de la licenciatura de Ciencias Biológicas.

J. GARZÓN: Yo quisiera dar la opinión de una persona que se ha dedicado plenamente a la investigación básica durante toda su carrera, respecto a lo que se ha comentado de qué es lo que debería incluir la educación de un biólogo para que pudiera ser un buen farmacólogo. Sigo pensando que, en principio, una formación básica es lo verdaderamente fundamental. Luego, aquella área escogida es la que va a definir qué es lo que va a importar, qué materias, y sobre qué otras son las que va a tener uno que desarrollar *a posteriori*. El título de este programa es «Contribución del Biólogo a la Farmacología en España». Cuando me inicié en la Farmacología obviamente un biólogo, por así decirlo, no tenía auténtico derecho a participar en algo establecido como es la Farmacología. Mi integración en un equipo de investigación farmacológica tuvo que depender de la actitud de la persona que dirigía el departamento. Puede suceder que uno pueda participar y formarse, pero cuando ya tiene su formación e intenta consolidar su *status* puede ocurrir que entonces siga siendo un biólogo y encuentre problemas. Yo me integré en un instituto de química médica en el que había un departamento de Farmacología. Hoy en día este departamento está integrado en un instituto de Biología, que es el Instituto Cajal, y creo que me ha sido favorable el carácter multidisciplinario del mismo. En cualquier caso, el acceso a este tipo de actividades debería hacerse por derecho, no en espera de que el receptor sea positivo. Por tanto, mi opinión personal es que aquí hay que aunar los cambios que se pretenden introducir a nivel de Universidad, pero asimismo se ha de incidir en la sociedad para que esos cambios sean aceptados.

J.A. SALVÁ: En la experiencia que tengo yo en la Autónoma y la Central de Barcelona, el biólogo siempre ha sido bien recibido en los departamentos de Farmacología, pero a veces el biólogo tiene un cierto temor. Creo que el biólogo debe perder un poco el temor de que su titulación le limita de algún modo. Vuelvo a decir lo que he dicho ya muchas veces, que lo importante no son las titulaciones, sino las aptitudes, que las puede tener igual el biólogo, que el veterinario, que el farmacéutico, que el médico, si su formación es adecuada.

M. GARCÍA MORILLAS: Este comentario obliga a insistir en la necesidad de que el biólogo conozca la Farmacología a lo largo de su licenciatura. Si el biólogo en su *curriculum* no ha recibido ninguna información de Farmacología, probablemente no se le ocurra interesarse por esta disciplina de Farmacología.

J.A. GARCÍA SEVILLA: Creo que los biólogos real-

mente se adueñarán de la parte que les corresponde en la Farmacología cuando ellos se acerquen a ésta y no al revés, cuando los biólogos hagan importantes contribuciones farmacológicas y cuando dejemos de llamarnos biólogos, médicos, veterinarios, y nos llamemos todos farmacólogos. Lo que vengo a decir, es que el biólogo tendría que acercarse a la disciplina y la única forma sería introducirla en el *curriculum* de la licenciatura de Biología, porque es la única posibilidad de que al estudiante se le despierte la posibilidad de pensar en esa disciplina.

F. MORALES OLIVAS: Un poco al hilo de la intervención anterior y estando prácticamente de acuerdo con ella en el cien por cien, me preocupa lo que puede ocurrir si un buen día nos levantamos y el Boletín Oficial del Reino incluye un real decreto por el cual en el «x» curso de la licenciatura de biológicas se deben impartir «y» horas de Farmacología. Me preocupa porque eso puede constituir una salida profesional para una serie de personas que dedicadas a la Farmacología no han encontrado un lugar estable donde desarrollar su actividad, y me temo que esas personas podrían proceder mayoritariamente del mundo académico de las Facultades de Medicina o de Farmacia. El problema no es sólo incluir la licenciatura, sino qué contenido va a tener esa licenciatura y qué objetivos va a tener la enseñanza de la Farmacología en la licenciatura de Biológicas.

S. ERILL: Ciertamente hay motivos de preocupación, pero también creo que es saludable que los haya. Parece que a lo largo de la sesión de hoy ha resultado evidente que hay una contribución importante de los biólogos a la Farmacología y que esta contribución es superable, y lo digo tanto en el sentido de cantidad como probablemente también en el de calidad. Puede aumentar en muchos de los aspectos que se han mencionado, en muchas de las aplicaciones de la Farmacología, y de ello con seguridad se han de derivar ventajas, tanto para la Farmacología como para los licenciados en Biológicas.

P. CAMPRUBÍ: En mi papel de decano del Colegio de Biólogos me toca de alguna manera despedir la reunión. Pero antes, y no es pura cortesía, hay que agradecer a la Fundación Dr. Antonio Esteve su colaboración en organizar esta mesa redonda, y después de como se han desarrollado las ponencias quisiera también agradecer a los participantes del mundo académico y a los farmacólogos que tienen una formación académica distinta a la nuestra, su colaboración y la ayuda que nos están prestando en la tarea de profundizar nuestros conocimientos sobre cuál es el papel de los biólogos en la Farmacología, en el momento actual y en el futuro.

FUNDACION DR. ANTONIO ESTEVE