



C. 85860
DT. 326
C. 3

DOCUMENTO DE TRABAJO
PROGRAMA FLACSO-SANTIAGO DE CHILE
NUMERO 326, Enero 1987

12.166

... EMBLEMA DE ...
... (FLACSO) ...
... de ...
... de ...
... de ...
... de ...

BIBLIOTECA
FLACSO
SANTIAGO

280

LA BIOLOGIA EN CHILE ENTRE 1950 y
1980.

Hernán Courard

1970

FLACSO
SANTIAGO

Esta serie de Documentos es editada por el Programa de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), en Santiago de Chile. Las opiniones que en los documentos se presentan, así como los análisis e interpretaciones que en ellos se contienen, son de la responsabilidad exclusiva de sus autores y no refleja necesariamente los puntos de vista de la Facultad.

FLACSO

II

1970

R E S U M E N

Se exploran los principales rasgos que caracterizan a la comunidad chilena de biólogos en el período de 1950 a 1980, haciendo referencia al contexto intelectual y al desarrollo institucional de la disciplina.

U M

... como un...
... periodo...
... y el desarrollo...
... de la...

I N D I C E

	<u>Páginas</u>
I. INTRODUCCION.....	1
II. PRINCIPALES DESARROLLOS EN LAS CIENCIAS BIOLOGICAS DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX...	3
III. PRINCIPALES DESARROLLOS POSTERIORES A 1950: BIOQUIMICA, BIOLOGIA MOLECULAR, NEUROBIOLOGIA Y ECOLOGIA.....	11
IV. LA BIOLOGIA EN CHILE DURANTE LAS PRIMERAS DECADAS DEL SIGLO XX.....	25
V. EL DESARROLLO DE LA BIOLOGIA EN CHILE ENTRE 1950 Y 1980.....	31
a) El contexto institucional.....	31
b) Principales hitos institucionales en el desarrollo de la comunidad de biólogos chilenos en esta etapa.....	33
c) El desarrollo de especialidades: bioquímica, biología molecular, neurofisiología y ecología.....	40
d) La sociedad de Biología.....	68
e) Publicaciones.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	77
APENDICE I.....	83
APENDICE II.....	85
APENDICE III.....	87
APENDICE IV.....	89
NOTAS.....	91

CONTENTS

I	.....	1
II	.....	11
III	.....	11
IV	.....	11
V	.....	11
VI	.....	11
VII	.....	11
VIII	.....	11
IX	.....	11
X	.....	11
XI	.....	11
XII	.....	11
XIII	.....	11
XIV	.....	11
XV	.....	11
XVI	.....	11
XVII	.....	11
XVIII	.....	11
XIX	.....	11
XX	.....	11
XXI	.....	11
XXII	.....	11
XXIII	.....	11
XXIV	.....	11
XXV	.....	11
XXVI	.....	11
XXVII	.....	11
XXVIII	.....	11
XXIX	.....	11
XXX	.....	11
XXXI	.....	11
XXXII	.....	11
XXXIII	.....	11
XXXIV	.....	11
XXXV	.....	11
XXXVI	.....	11
XXXVII	.....	11
XXXVIII	.....	11
XXXIX	.....	11
XL	.....	11
XLI	.....	11
XLII	.....	11
XLIII	.....	11
XLIV	.....	11
XLV	.....	11
XLVI	.....	11
XLVII	.....	11
XLVIII	.....	11
XLIX	.....	11
L	.....	11

En la serie "Estudios del Campo Científico" se han publicado previamente los siguientes trabajos bajo la forma de documentos de la FLACSO:

- Número I : "El paradigma mertoniano".
- Número II : "Teoría y práctica científica según Kuhn".
- Número III : "Notas para un estudio de la sociología en Chile".
- Número IV : "La sociología chilena antes de su fase de profesionalización plena".
- Número V : "Las cambiantes funciones de la sociología en Chile hasta 1950: intelectuales, discursos, intereses".
- Número VI : "Los orígenes de la sociología profesional en Chile".
- Número VII : "El profesional sociólogo en Chile: resultados preliminares de una encuesta".
- Número VIII : "Notas sobre el desarrollo de la biología en Chile 1750-1950".
- Número IX : "Factores que inciden en la especialización temática y en el desarrollo de la sociología en Chile".
- Número X : "La construcción social de una disciplina: el caso de la sociología en Chile".
- Número XI : "Orientaciones paradigmáticas en neurobiología".
- Número XII : "Las ciencias sociales en Chile: institución, política y mercado en el caso de la sociología".
- Número XIII : "La biología en Chile entre 1950 y 1980".

... las ...
... las ...
... las ...

Número I ...
... las ...

Número II ...
... las ...

Número III ...
... las ...

Número IV ...
... las ...

Número V ...
... las ...

Número VI ...
... las ...

Número VII ...
... las ...

Número VIII ...
... las ...

Número IX ...
... las ...

Número X ...
... las ...

Número XI ...
... las ...

Número XII ...
... las ...

Número XIII ...
... las ...

Número XIV ...
... las ...

I. INTRODUCCION

Preguntarse sociológicamente acerca de un campo científico implica considerar el contexto en que la investigación científica se realiza, las diferentes dimensiones en que este contexto se descompone y la interacción entre estas dimensiones, casi como los rasgos principales de su historia. Al sociólogo le interesa vincular los datos que observa con el contexto en que ellos se originan y desarrollan. Ello no se reduce sólo a las características institucionales o culturales que puedan estar interviniendo y condicionando la organización y el proceso de investigación, sino incluye también dimensiones intrínsecas a la misma producción científica e intelectual. Para aclarar esta idea será conveniente descomponer la noción de contexto en tres dimensiones: el contexto intelectual, el contexto institucional y el contexto sociocultural de la investigación científica.

Siguiendo a Whitley, podemos distinguir dos aspectos que forman parte del contexto intelectual: por un lado las "estructuras cognitivas", que "por una parte representan lo que es conocido y, por la otra, constituyen los recursos con que cambiar y desarrollar lo conocido"^{1/}. El otro aspecto se refiere a los límites del campo que se está investigando: "el ordenamiento de temas apropiados a intereses intelectuales a ser perseguidos por los científicos en un determinado campo implica que el espacio cognitivo o dominio de este campo sea esta estructurado y limitado de una manera suficientemente clara para que los problemas de investigación sean identificados como formando parte de él, más que como parte de otro dominio"^{2/}.

El contexto institucional se refiere a la forma en que los recursos están organizados, reproducidos y pueden ser cambiados. El contexto institucional estructura posibilidades y prioridades de modo que ciertos patrones de investigación se desarrollan y otros no^{3/}. En el mundo moderno el contexto institucional de la actividad científica lo proporciona la universidad. El dominio de la Universidad sobre las ciencias le permite desarrollarlas y constreñirlas a la vez, a través de una serie de mecanismos tales como el control del reclutamiento y el mercado académico, la organización de los currículum para la docencia, la organización de la investigación, etc.

El contexto sociocultural surge a la vez de la interacción de la actividad científica con la cultura global y los modos de organización social y política de la sociedad.

A partir de estas consideraciones, hemos iniciado la exploración de la comunidad científica que tiene en Chile un mayor grado de desarrollo, como es la biología. A partir de los fragmentarios datos existentes y un cierto número de entrevistas en profundidad, hemos intentado reconstruir los grandes rasgos del desarrollo histórico de la disciplina y las principales influencias contextuales que la condicionan. En un trabajo anterior hemos abordado el tema a rasgos generales hasta 1950. Abordaremos ahora el período 1950-1980, haciendo ocasionales referencias al período anterior. Al igual que el trabajo anterior, debe ser leído como un intento de sistematización de las principales características que definen a la comunidad y del contexto en que ella se desenvuelve sin pretender llegar a conclusiones definitivas ni dar cuenta de todas las variables y espacios que la constituyen.

II. PRINCIPALES DESARROLLO EN LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX.

Nos ocuparemos aquí de las grandes orientaciones paradigmáticas que se desarrollan principalmente antes de la segunda guerra mundial y el surgimiento de las principales especialidades.

1

Hacia finales del siglo XIX se produce un cambio fundamental en la dirección de la investigación biológica. Hasta entonces había predominado en el conjunto de la biología la investigación de tipo histórico. La perspectiva histórica se extendía desde la embriología hasta la anatomía celular, pasando por la historia natural y la teoría de la evolución. Hacia finales de siglo surgió sin embargo, con creciente fuerza, la importancia del estudio de la función. El área donde esta perspectiva había sido siempre central era la fisiología, que ahora habría de extender sus métodos de investigación y explicación hacia todos los dominios de la biología.

La fisiología, en tanto estudio de las funciones del cuerpo humano era en su mayor parte un tema de interés médico y su práctica se hallaba por tanto asociada especialmente a las Escuelas de Medicina. De hecho la mayoría de los fisiólogos eran médicos y ejercían la medicina como medio principal de vida. Hacia principios del siglo XVIII la medicina estaba dominada por la Universidad de Leiden, en Holanda. Posterior-

mente el centro se desplazó a Edimburgo y después de 1790 a París hasta aproximadamente 1840, para finalmente a fines del Siglo XIX situarse en Alemania. "Hacia los últimos decenios del siglo - comenta Coleman - la influencia alemana en la biología se sentía en todo el mundo, de Rusia a USA, de Japón a Africa"^{4/}.

Es el tiempo también de las especializaciones. Mientras la biología, a fines del siglo XIX se desarrollaba como una profesión independiente dentro de las universidades, se iba fragmentando en diversas especialidades: fisiología, histología, embriología, paleontología, biología evolutiva, bacteriología, bioquímica, etc. El liderazgo metodológico provenía ahora de la fisiología, metodología no exenta por cierto de una perspectiva filosófica:

"La mayoría de los experimentalistas, a pesar de la gloria pública de sus procedimientos, no estaban libres de compromisos metafísicos. En los departamentos de biología de universidades e institutos alemanes, donde los medios y el impulso al trabajo experimental eran excepcionalmente grandes, el mecanicismo y el materialismo eran bienes comunes. Solían asumir la forma del reduccionismo, por el que los procesos vitales se reducirían a la física y a la química y el contenido conceptual se adscribiría a, o quedaría implicado en esas ciencias, supuestamente más fundamentales"^{5/}.

Como efecto de este cambio de perspectiva, hacia finales del siglo XIX la biología se iba desplazando desde la preocupación por la esencia de la vida al estudio de los fenómenos que la constituían.

Las tres perspectivas de estudio predominantes en la biología del siglo XIX pueden clasificarse en los problemas de la forma, la función y la transformación^{6/}. El estudio de la forma era el objeto de anatomistas, histólogos y embriólogos, interesados en el aspecto y estructuras del cuerpo o del animal. El estudio de los procesos vitales internos eran el dominio de la función (fisiología) mientras que la transformación hacía particular referencia a la historia y la evolución (historia natural). A excepción de la fisiología (aunque también de la bioquímica, pero ésta se hallaba en una posición todavía dependiente de la fisiología), entre las tres, durante la mayor parte del siglo XIX predominó la perspectiva transformista. La figura cumbre en esta línea fue por supuesto Darwin.

Así, por ejemplo, dentro del ámbito de la morfología (forma) el programa de investigación estaba predominantemente marcado por la problemática darwiniana. Las metas que perseguía eran principalmente tres: a) determinar la unidad básica de plan oculta en la diversidad de las formas vivientes; b) encontrar el ancestro común, la forma arquetípica; c) reconstrucción de árboles genealógicos, de filogenias. Dentro de esta línea,

"La mayoría ignoraba los métodos fisiológicos, o bien, en algunos casos, reaccionaba en contra por considerarlos como una 'intrusión artificial' en las cosas del organismo, que no tendría su contraparte en la naturaleza" 7/.

Fue precisamente en la morfología donde se produjo la revuelta inicial contra la orientación dominante en la investigación

Considerando que el estudio de la forma había eclipsado totalmente el estudio de la función, que por otra parte mostraba grandes progresos en la fisiología, "una generación de investigadores jóvenes (es decir, nacidos después de 1860), crearon una nueva biología analítica y experimental en el siglo XX"^{8/}. Entre las figuras más relevantes se hallan aquí De Vries, Hiss y Roux.

Hacia 1880, con las publicaciones de Roux (1850-1924) acerca de un conjunto de experimentos con embriones de ratas, nace la morfología o embriología experimental. Hasta entonces el método principal de la embriología había sido la observación, es decir, la descripción de los acontecimientos según se producían en el embrión que se iba desarrollando normalmente.

"Roux trató de resolver el complejo problema de la diferenciación con su miriada de partes constitutivas en causas mecánicas, como la de la separación cualitativa de determinantes por la segmentación. El rasgo importante del procedimiento analítico de Roux fue que condujo a la formulación de pruebas experimentales. La *Entwicklungsmechanik* introdujo de manera altamente formal el método experimental en embriología. En un sentido por demás real, creó el campo de la embriología experimental al separar el estudio de las causas de desarrollo del campo mucho más complejo de la morfología general"^{9/}

Los métodos empleados por Roux tuvieron inmediatamente una amplia acogida entre los investigadores jóvenes de Europa y Estados Unidos.

Otro de los campos importantes en que se hizo sentir la aplicación de los métodos experimentales fue en el ámbito de la genética o la herencia. El más importante de estos estudios fue realizado por Mendel quien sin embargo permaneció desconocido hasta su redescubrimiento en 1900 cuando otros investigadores comenzaban a llegar a conclusiones parecidas a las de Mendel y estaban así en condiciones de comprender su enorme significación. Una vez redescubierta, la teoría mendeliana alcanzó una aceptación casi inmediata durante los primeros años del siglo XX. Uno de sus principales portavoces fue Morgan: "Morgan y los de su grupo dieron a la teoría mendeliana un entramado mecanicista-materialista que atrajo a muchos de los biólogos más jóvenes de la época, imbuidos en el espíritu de la *Entwicklungsmechanik*"^{10/}. Bajo la influencia principal de Morgan, entre 1915 y 1930 se desarrolló toda una generación de nuevos genetistas que le dieron a esta rama de la biología una tonalidad marcadamente experimental.

10-118.

La aplicación de los métodos experimentales y la explicación funcional unida a una concepción mecanicista de la naturaleza, prepararon el terreno para una convergencia entre las distintas especialidades hacia una nueva síntesis, diferente a la de mediados del siglo XIX.

"La convergencia de disciplinas presenciada en las décadas de 1920 y 1930 se produjo principalmente dentro de dos grandes campos. Por una parte la embriología, la bioquímica, la citología y la genética comenzaron a converger para formar una concepción del desarrollo celular fisiológicamente orientada. Por otra, la biometría, la evolución darwiniana, la historia natural de campo y la genética mendeliana clásica convergieron para formar una

teoría de las especies rigurosas, cuantitativas y, por vez primera, lógicamente congruente" 11/.

Todo ello actuó también como agente transformador de las relaciones institucionales, al interior de la comunidad de biólogos. El cambio más importante fue la incorporación de los fisiólogos a la comunidad, hasta entonces más vinculados a la medicina que a la biología como profesión independiente.

Como hemos mencionado previamente, durante el siglo XIX la fisiología era la única rama del conocimiento biológico (para no citar a la aún incipiente bioquímica) que, apoyada en los métodos de la física y la química hacía amplio uso de la investigación experimental. Entre sus principales cultores en esta etapa se hallan los llamados 'materialistas médicos de Berlín (Von Hemboltz, 1821-1894; Ernst Brvcke 1919-1986). Su orientación era marcadamente mecanicista y reduccionista:

"Concibieron el organismo como una máquina compleja, como un mecanismo cuyo funcionamiento el hombre podía llegar a comprender con las herramientas de la física y la química. Su enfoque fue reduccionista por cuanto pretendieron descomponer el organismo y estudiar aisladamente sus partes: reducir el todo a sus partes componentes. Su enfoque fue físico-químico en que los métodos de medición y análisis que emplearon los tomaron directamente de los laboratorios de física y química. Fueron experimentales en tanto que procuraron comprobar sus hipótesis con sistemas vivos en los que estudiaron sólo una variable por vez" 12/.

A comienzos del siglo XX esta perspectiva seguía siendo sostenida por la mayoría de los fisiólogos entre los que destacaba Jacques Loeb con su trabajo publicado en 1912 "The Mechanistic Conception of Life".

Paralelamente sin embargo, se había comenzado a gestar una perspectiva más holística dentro del ámbito de la fisiología general. La principal personalidad era en ello Claude Bernard (1813-1878) cuyos trabajos vendrían a revolucionar la metodología fisiológica y cuyos alcances se hallan todavía en desarrollo. Para Bernard el problema de la fisiología no era tanto el aislamiento de órganos respecto a los procesos corporales sino el estudio de los cambios o falta de ellos en la constitución química de los fluidos del cuerpo. El concepto central alrededor del cual gira la revolución a la que dió origen en el pensamiento fisiológico es el de "medio interno" (*milieu interieur*). "Yo pienso - escribe - que fuí el primero en investigar la creencia de que los animales tienen realmente dos medios: un *milieu exterieur* en el que está situado el organismo, y un *milieu interieur* en el que viven los elementos tisulares"^{13/}. El pensamiento de Bernard en este punto es precursor de la cibernética que tomará forma a mediados del Siglo XX con Wiener y Von Neumann y cuyos desarrollos siguen ampliándose en la actualidad. La cibernética constituye uno de los intentos más logrados para sentar las bases de un pensamiento holístico que integra los diversos desarrollos logrados en las disciplinas especializadas y la metodología analítica. Como es sabido, también en la física ha surgido desde hace tiempo un cuestionamiento radical a la omnipotencia de modelos causales^{14/}.

III. PRINCIPALES DESARROLLOS POSTERIORES A 1950: BIOQUÍMICA, BIOLOGÍA MOLECULAR, NEUROBIOLOGÍA Y ECOLOGÍA.

La bioquímica trata específicamente del "estudio de los constituyentes químicos de la materia viva y de sus funciones y transformaciones durante los procesos vitales" (respiración, metabolismo de las proteínas) atendiendo preferentemente a los **reactantes**, cofactores (vitaminas) y enzimas (catalizadores orgánicos) que intervienen en estos procesos.

Junto a la fisiología, la bioquímica fue la otra rama de la biología que tuvo una orientación experimental desde sus inicios y, al igual que la fisiología fue también un campo híbrido. En este caso se mezclaban la química y la fisiología. Durante el siglo XIX constituyó básicamente una rama de la fisiología general y su emancipación como especialidad independiente no estuvo exenta de conflictos asociados a dinámicas relativas a la cuestión del poder dentro de la comunidad de biólogos.

El despegue de la fase moderna de la bioquímica se dio alrededor de los años 30, principalmente en los laboratorios alemanes de Meyerhoff y Warburg, para después trasladarse a Estados Unidos, Inglaterra y Francia. En su fase anterior la principal preocupación de los bioquímicos había sido la de tratar de establecer la naturaleza y composición de las sustancias químicas del organismo (Wohler y Summer). Otra etapa había consistido en trazar un mapa que diera cuenta de las principales vías de transformación química al interior de la

célula. Es el momento del estudio de los catalizadores químicos dentro de la célula y el descubrimiento de la enzima, término que después se extendería a todos los catalizadores bioquímicos. A partir de allí se desarrollan dos líneas principales de trabajo: a) el estudio de la estructura de moléculas específicas de proteínas con la final elucidación de la anatomía tridimensional de varias proteínas, y b) el estudio del equilibrio energético de las reacciones productoras de energía y consumidoras de energía: "Fue F. Lippmann de Nueva York, quien en 1941 demostró que la célula maneja una especie de banco de energía que puede captar y almacenar la energía liberada por catabolismo, y entregarla nuevamente cuando el anabolismo lo requiere, y que este banco es la sustancia Adenosina-Trifosfato (ATP)"^{15/}.

Habiendo llegado a este punto, habrían dos preguntas básicas que responder: a) la primera de ellas relativa a cómo se controlan y regulan las interconversiones químicas dentro de la célula para permitirle mantener sus actividades y su estructura organizada, y b) investigar qué es lo que distingue a la célula en estudio de la de otros tejidos, órgano o especies. Esto es, indagar en la forma en que se relacionan la estructura y la función de la célula al interior del organismo vivo considerado en su totalidad.

El desarrollo de nuevas tecnologías (microscopio electrónico, cromatografía, ultracentrifugación, trazadores radioactivos, respirómetro de Warburg, cristalografía con rayos X) por un lado, y el de la cibernética por otro, habrían entregado los elementos técnicos y teóricos para abordar estas preguntas:

"A medida que se acumulaba mayor información sobre los mecanismos de las reacciones enzimáticas individuales, sobre sus requerimientos de energía y sobre el funcionamiento de series de enzimas en la armonía de las vías metabólicas, los bioquímicos usaron estos nuevos conceptos para demostrar de qué modo la célula controlaba y regulaba su propio metabolismo; de cómo, por decirlo así, decidía en un momento dado cuánta glucosa debía degradar a dióxido de carbono y agua, o cuánta nueva proteína sintetizar.

Esta imagen de la célula en cuanto a mecanismo autorregulado, cambiando de continuo y sin embargo continuamente inalterado, es uno de los resultados más importantes y significativos de la moderna bioquímica de los años 50 y 60" 16/.

Con ello se insinuaba la posibilidad de una orientación más holística dentro de la bioquímica; del concepto de las enzimas como moléculas rígidas, análogas a los componentes de una máquina, se pasaba a la comprensión de las interrelaciones y la captación de como el proceso se autocontrola por medio de la interacción de elementos opuestos y una recontextualización del ambiente en que ocurre la reacción. Con ello se comprendía que las reacciones in vitro no eran necesariamente idénticas a las reacciones in vivo.

La bioquímica y la biología molecular se traslapan en muchos dominios, y hay bioquímicos que aún le niegan independencia a la biología molecular, no obstante que ella constituye hoy la rama más dinámica de las ciencias biológicas.

La diferencia entre la biología molecular y la bioquímica se centra en el énfasis que la primera coloca en el estudio de la estructura, la arquitectura de las moléculas. Para W.T. Astbury, uno de los acuñadores del término biología molecular, ésta "implica no tanto una técnica como un enfoque desde el punto de vista de las llamadas ciencias básicas, con la idea dominante de buscar por debajo de las manifestaciones en gran escala de la biología básica, el correspondiente plan molecular"^{17/}.

Dentro de la biología molecular, el área que ha aportado los descubrimientos más espectaculares en las últimas décadas es el de la genética molecular, cuyo desarrollo se ha realizado en tres países: Estados Unidos (Pauling, Delbrück y Col.), Inglaterra (Watson y Crick) y Francia (Jacob, Monod). Todos estos nombres se asocian hoy a las fronteras de la ciencia y su influencia se extiende más allá de la biología.

Las tres líneas de pensamiento que han convergido en la moderna genética molecular, se han denominado la estructural, la bioquímica y la informacional. La primera se ocupa de la arquitectura de las moléculas biológicas, la segunda de la manera como las moléculas interactúan en el metabolismo celular y la herencia, y la tercera en la manera en que la información se transfiere de una generación de organismos a otra y en que esa información se traduce en moléculas biológicas únicas.

En la tradición estructuralista las figuras más importantes han sido Linus Pauling en Estados Unidos y Bragg, Perutz y Kendrew en Inglaterra, país en que esta escuela ha

tenido el mayor desarrollo. Pauling propuso en 1951 la hélice como estructura secundaria de la cadena polipeptídica, mientras en Inglaterra se trabajaba en la estructura de dos proteínas, la hemoglobina y la mioglobina. Sin embargo, la línea más revolucionaria en el desarrollo de la biología molecular es la llamada escuela informacionista, basada en las ideas del físico Niels Bohr de que algunos problemas biológicos no podrían ser explicados en los términos de la física convencional. Según Bohr, el problema básico al tratar de comprender la vida en términos físicos consiste en que

"Las condiciones existentes en las investigaciones biológicas y físicas no son directamente comparables puesto que la necesidad de mantener el objeto de investigación vivo impone una restricción en la primera que no tiene contraparte en la segunda. De modo que sin duda habríamos de matar al animal si tratamos de llevar la investigación de sus órganos al punto de poder describir el rol que juegan los átomos en las funciones vitales" 17/.

Un área en que las limitaciones de la explicación física convencional parecía insuficiente era la genética. Esta fue el área de investigación que escogió el discípulo de Bohr, el físico Max Delbruck que, al igual que otros colegas brillantes, decidieron desplazarse desde la física a la biología.

De acuerdo a Delbruck,

"mientras en física todas las mediciones, deben en principio, ser retrotraídas a mediciones de tiempo

y lugar, hay difícilmente un caso en que los conceptos fundamentales de la genética, la diferencia de carácter, puedan ser expresados significativamente en términos de unidades absolutas" 18/.

La relevancia del nuevo programa de investigación que se estaba gestando tenía alcances espectaculares: estaba en cuestión la posibilidad de que el estudio de los problemas biológicos llevara a la formulación de nuevas leyes de la física. En este contexto tuvo una influencia central el libro de Erwin Schwedinger (1887-1961) publicado en 1945 "¿Qué es la vida?". Schroedinger, uno de los físicos más destacados de su época y uno de los protagonistas principales en la gestación de la física cuántica, postulaba que

"así como la física tenía que revisar sus criterios explicativos para dar cuenta y razón de los fenómenos cuánticos, así tendría que revisar todavía más sus criterios para la explicación de lo biológico" 19/.

Las posibilidades que abría el nuevo campo de investigación lanzaron a un conjunto de brillantes científicos de disciplinas conexas a la investigación en el área de la genética molecular. Gunther Stent ha clasificado esta notable y apasionante empresa científica en tres fases: la fase romántica, la fase dogmática, y la fase académica.

La fase romántica, que se extendió hasta 1952, comenzó con los trabajos de Delbruck con bacteriófagos en la hipótesis de que esta línea de investigación permitiría indagar en las bases físicas de la herencia. Junto a Delbruck se unieron Salvador Luria y Alfred Hershey, principales protagonistas

La fase académica comenzaría alrededor de 1963 y corresponde a la fase que Kuhn ha denominado como "ciencia normal": "Toda esperanza de que las paradojas pudieran todavía surgir en el estudio de la herencia ya habían sido abandonadas, y lo que quedaba por hacer ahora era la necesidad de planchar los detalles" 23/

Un conjunto de biólogos, algunos de los cuales habían participado en la empresa molecular han estado postulando sin embargo la posibilidad de que las paradojas (equivalentes a las de la física cuántica) podrían hallarse en el área del conocimiento biológico que se ha mantenido como la frontera más impenetrable de la disciplina: el estudio del sistema nervioso o neurociencias.

¿Es posible que las paradojas no se hallen en el nivel más elemental del conocimiento biológico - la molécula, sino en el otro extremo, donde el hombre se entrelaza con el ambiente?

De acuerdo a Garland Allen, la investigación moderna del sistema nervioso proviene de dos corrientes: una de ellas es la Escuela de Hemholtz de Berlín (los llamados "materialistas médicos"), cuyos antecedentes los encontramos en du Bois Raymond y cuyas perspectivas metodológicas se proyectan hacia el siglo XX a través de figuras como Jacques Loeb y Pavlov, y la otra las escuelas inglesa y francesa representadas por Claude Bernard, Pierre Flourens, Francois Magendie, Charles Bell y Michael Foster, de tendencia más holística. Posteriormente Jackson, Sherrington, Cannon y Henderson sentaron las

bases durante la primera mitad del siglo XX, del paradigma moderno de investigación en neurobiología^{24/}. Entre ellos probablemente el más importante ha sido Sherrington, quien obtuviera el Premio Nobel en 1932.

Discípulo de Foster, Sherrington hizo estudios en Inglaterra y Alemania. En su obra más importante "Integrative Action of the Nervous System", plantea la necesidad de estudiar el organismo como una totalidad integrada y funcional:

"Como indica el título de su libro, a Sherrington le interesaba particularmente todo el organismo y la unidad de su respuesta. Sostuvo que la integración no podría comprenderse mediante estudios puramente analíticos, in vitro. En su intento de poner en relieve la necesidad de estudiar respuestas totales del organismo, Sherrington señaló tres niveles de enfoque de la conducta animal. El primero de ellos en el nivel físico-químico, que comprendía a las interacciones químicas dentro de cada neurona, que producían vías reflejas específicas. Estos procesos efectuados en los niveles celular y molecular conectaban entre sí a las partes del cuerpo hasta formar una máquina unificada. El segundo nivel era la psiquis, en la que se integraban múltiples procesos neurofisiológicos que dan como resultado la acción voluntaria. El tercer nivel de acción integrativa era el vínculo mente-cuerpo" 25/.

Después de Sherrington, Henderson amplió el concepto de actividad integrada llevándolo desde el campo neurológico al de la fisiología general. Por otro lado, una formulación más precisa del concepto de actividad integrada y regulativa provino de W.B. Cannon en la década de 1920. Cannon se dio cuenta del lugar que ocupaban los sistemas endocrino y nervioso en la regulación e integración de la rama simpática del

sistema nervioso autónomo. De estos estudios, así como de aquellos afines correspondientes a la función endocrina, surgió el concepto de "homeostasis", concepto que describe los procesos autorregulados mediante los cuales se mantiene la constancia del ambiente interno.

Los trabajos de Cannon y Handerson, siguiendo las grandes líneas trazadas por Claude Bernard y Sherrington, abrieron una perspectiva mecanicista de orientación holística y experimental, imponiéndose sobre los enfoques reduccionistas que, particularmente en esta área de la biología, se hacían muy insatisfactorios. En las últimas décadas el desarrollo del pensamiento cibernético ha abierto nuevas perspectivas para la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso, tarea en la que participan los chilenos Humberto Maturana y Francisca Varela. Por otro lado, un modelo global de tipo holístico lo sugiere Stephen Toulmin^{26/}. Apoyándose en la forma que tuvo Bernard de abordar el problema del calor animal a fines del siglo pasado y que dió por resultado que distinguiera niveles en la problemática: por un lado los procesos que ocurrían en el interior del cuerpo debían conformarse a las mismas leyes físico-químicas que regían los demás organismos y sustancias materiales, pero ellas se daban, en el caso del cuerpo humano, en un ambiente diferente, Toulmin propone que esta misma estrategia debería ahora adoptarse en neurociencias:

"el comportamiento humano está sujeto a constreñimientos adicionales, por encima de aquellos que le dan estructura al mundo 'fisiológico', y el orden a ser encontrado en el comportamiento humano puede ser propiamente comprendido sólo si tomamos propiamente en cuenta estos constreñimientos adicionales. Al hacerlo, debemos usar un nuevo set de términos

y categorías, que no tendrán más relación directa con los términos y categorías de la fisiología, que la que tenían los términos fisiológicos en las categorías preexistentes de la física de Newton y la química de Lavoissier. Y solo si tomamos esta nueva clase de constreñimientos en cuenta - estudiando las condiciones especiales del crecimiento y la vida humana en sus propios términos - podremos comprender bajo qué condiciones el lenguaje de la 'mente', 'intención', 'conciencia', 'imaginación', 'voluntad', etc. se vuelve aplicable a la conducta observada de los seres humanos" 27/

Es decir que los procesos fisiológicos se deben considerar como formando parte de un ambiente cultural específico, de modo que el estudio de la mente no puede ser abordado sin considerar todo el conjunto en la vida y la educación del individuo. Este mundo no estaría regido por leyes en el sentido de las ciencias naturales, sino más bien por patrones de reglas. Es posible que el proseguir esta línea de investigación tenga enormes alcances, similares a los que los físicos vieron en la genética en la primera mitad de este siglo.

4

En las últimas décadas ha existido un resurgimiento de las corrientes naturalistas dentro de la biología, contra las cuales, como hemos señalado, existió una fuerte reacción a comienzos de siglo. Ello se ha expresado principalmente en el desarrollo de dos especialidades: la ecología y la etología (Lorenz y Tinbergen). Tres factores han contribuido a esta nueva situación: la gestación de una teoría comprensiva de los fenómenos biológicos, llamada por algunos la síntesis evolutiva (Mayr), la incorporación del método experimental a

la investigación naturalista y, particularmente en el caso de la ecología, la necesidad de una perspectiva científica para el análisis de los problemas creados en el ambiente global como producto del desarrollo industrial y tecnológico.

Una teoría comprensiva comenzó a gestarse en el primer cuarto del siglo XX por medio de una síntesis entre la teoría celular cuyos orígenes se remontan a Schleiden y Schwann, la teoría de la herencia (Mendel) y la teoría de la evolución (Darwin). Hacia aproximadamente 1950 opina Ernst Mayr que ya se habría gestado una síntesis satisfactoria:

"Las dificultades y malinterpretaciones fueron finalmente resueltas en el período entre 1936-1947, dando como resultado una teoría evolutiva unificada, frecuentemente referida como a la "síntesis evolutiva" (Mayr y Provine, 1980). Dobzhansky, Reusch, Mayr, Huxley, Simpson y Stebbins entre otros, demostraron que los principales fenómenos evolutivos como la especialización, las tendencias evolutivas, el origen de nuevas formas en la evolución y toda la jerarquía sistemática, podrían ser explicados en términos de la teoría genética en la forma en que ella maduró en las décadas de 1920 y 1930. A excepción de cuestiones de énfasis y de un análisis más preciso de los diversos mecanismos, la teoría sintética de la evolución es el paradigma del presente" 287

Por otro lado, la amplia influencia del experimentalismo en todos los dominios de la ciencia se extendió también durante el presente siglo a la esfera naturalista. A través de ello se generaron puentes para un mayor entendimiento científico entre fisiólogos (biología funcional) y naturalista en general.

Como expresan Fuentes y Sánchez, "a lo largo del siglo XX los biólogos naturalistas se han diferenciado e incorporado en la corriente, con experimentos de laboratorio en un comienzo, pero luego en los suyos propios. Los 'experimentos de campo' y los 'experimentos naturales'^{29/} Finalmente, la ecología, término que fuera empleado por primera vez por el biólogo alemán Ernst Haeckel en 1869 para referirse a las interrelaciones de los organismos vivientes y su medio ambiente, se fue haciendo espacio dentro de las ciencias biológicas principalmente durante la segunda mitad del siglo. En un comienzo su orientación tuvo alcances más restringidos, a pesar de que el concepto de ecosistema fue formulado por Tansley en 1935. Su orientación estaba determinada por las especialidades de donde los nuevos ecólogos provenían: geógrafos, biólogos de población, dermatólogos, botánicos, limnólogos, evolucionistas, paisajistas, recursistas, etc. Junto a esta orientación en cierto sentido más restringida, en las últimas décadas el pensamiento ecológico unido a la teoría general de sistemas se ha constituido en uno de los pilares de una visión holística en las relaciones entre el hombre y su medio. En esta nueva orientación incluso la biología trasciende los marcos de lo que ha sido tradicionalmente su disciplina, ampliando su mirada sobre lo psicológico y lo social.

Hemos visto como a comienzos de siglo se produce una reacción contra la biología descriptiva e histórica, y el experimentalismo y el funcionalismo comienzan, primero desde la fisiología y después desde la bioquímica, a dominar los métodos de investigación y explicación en la disciplina. Este proceso se observa, con cierto retraso, también en Chile donde asume características propias según veremos a continuación. En las últimas décadas se observa un nuevo cambio en las concepciones científicas que en nuestro país aún no logran auge y desarrollo, salvo, como veremos, en casos excepcionales, como ciertos rincones de la neurobiología que comienzan a incorporar la epistemología cibernética.

IV. LA BIOLOGIA EN CHILE DURANTE LAS PRIMERAS DECADAS DEL SIGLO-XX.

A comienzos del siglo predominaba en Chile la biología de tipo naturalista, de tipo descriptivo^{30/}. Después de una larga tradición que había comenzado con el Abate Molina en el siglo XVIII, y que habían continuado Gay y Philippi entre otros, a comienzos de siglo había surgido la figura de Carlos Porter, naturalista enormemente productivo, creador de la Revista Chilena de Historia Natural, que llegó a tener 44 volúmenes y que Porter dirigió durante 45 años. El ámbito de trabajo de los naturalistas era principalmente en los museos y los institutos pedagógicos, aunque también contribuían en la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile por medio de las cátedras de farmacología. Sus enfoques eran principalmente descriptivos y taxonómicos, en una época en que, como hemos visto en los capítulos anteriores, las ciencias biológicas estaban dominadas por la historia natural.

La otra vertiente de la biología era la fisiología, que se desarrollaba en Chile, al igual que había ocurrido en Europa, separadamente en la Escuela de Medicina a través de la docencia exclusivamente. El interés del gobierno y de la universidad en desarrollar la enseñanza de la Medicina, llevó hacia fines del siglo XIX al otorgamiento de becas para que alumnos destacados fueran a estudiar a Europa, principalmente a Alemania. Entre ellos estuvieron Vicente Izquierdo, Adeodato García y Teodoro Muhn. Hacia 1910 se decidió la

contratación del profesor italiano Juan Noé, discípulo de uno de los sabios europeos de la época, Juan Bautista Grassi. Noé dominó la biología en Santiago por espacio de varias décadas y fue creando bases institucionales para su independencia de la medicina a través de la creación de institutos de biología al interior de la Facultad. En un trabajo anterior hemos explorado esta etapa en mayor profundidad y la hemos caracterizado como tradicional, característica dada principalmente por el predominio casi total de la docencia sobre la investigación.

A partir de 1930 se comienza a vislumbrar una reorganización de la comunidad chilena de biólogos, tanto en el nivel institucional como en el enfoque de tipo experimental y fisiológico, que comienza a predominar. Noé pertenecía a una generación de biólogos que privilegiaban el enfoque morfológico por sobre el fisiológico que era precisamente lo que, según hemos visto, se hallaba en cuestión a comienzos de siglo en Europa. Las siguientes líneas, escritas por Noé en la década de 1940, dejan entrever que el conflicto se habría trasladado también a Chile:

"...ha surgido hoy -errado camino - una especie de menosprecio por las ciencias morfológicas. Pero la morfología sigue en su rol real y gran valor, máxime en su moderna visión de morfología experimental, abriéndole en muchos casos el camino a la fisiología. ¿Cómo puede haber función sin sustrato material?" 31/

En Santiago, la enseñanza de la fisiología se hallaba asociada, a comienzos de siglo, a Teodoro Muhl, quien a su vuelta de Alemania había traído el modelo prevaleciente en la enseñanza de la fisiología y había intentado imponerlo en su cátedra de fisiología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile. Pero el despegue de la fisiología en la Universidad de Chile se halla más asociado al alumno de Muhl, también becado en Alemania, Francisco Hoffmann, quien en 1936 crea el Instituto de Fisiología, instituto desde el cual se irradiaría principalmente la biología experimental de tipo funcional hacia otros centros universitarios del país.

Paralelamente Joaquín Luco, que había estado a su vez becado en Estados Unidos donde había estudiado con uno de los grandes fisiólogos de la época, W.B. Cannon, creaba un poco después el Laboratorio de Neurofisiología en la Universidad Católica. Por otro lado, en 1927 había sido contratado por la Universidad de Concepción Alejandro Lipshutz, quien había creado allí un Instituto de Fisiología al estilo de los institutos europeos. Lipshutz en 1937 se vino a Santiago para dirigir el Instituto de Medicina Experimental dependiente del Ministerio de Salud.

La otra rama de la biología que había incorporado el enfoque experimental desde sus comienzos era la bioquímica. A comienzos de siglo la cátedra la ejercía Adeodato García Valencuela en la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile. En 1926 es reemplazado por Eduardo Cruz-Coke, que incorpora una visión más moderna de la bioquímica. Como hemos señalado en otro trabajo^{32/}, la actividad de Cruz-Coke no se limitó

a la enseñanza de la bioquímica, sino que fue el principal catalizador y promotor de las nuevas corrientes científicas en el ámbito de la comunidad chilena de biólogos, y, en esa época, de la actividad científica en Chile en general.

Para contextualizar institucionalmente el desarrollo de las ciencias biológicas en Chile nos hemos apoyado en el estudio de Brunner y Flisfisch acerca de la profesionalización académica tardía^{33/}. Estos autores plantean que, a diferencia de lo que ocurre en las sociedades industriales en que la profesionalización académica se realiza de acuerdo a una dinámica autónoma en donde el fenómeno constituye una auténtica novedad, en las sociedades periféricas se genera una tensión entre las formas autóctonas de la institucionalidad académica y el efecto de demostración de una institucionalidad que aparece como de un grado más alto de desarrollo pero cuyo proceso es ajeno a la dinámica académica de las sociedades periféricas. Todo ello tiende a crear tensiones en múltiples niveles y principalmente alrededor de las estructuras ya cristalizadas del poder institucional en tanto el nuevo modelo que ofrecen las sociedades avanzadas presagian una renovación en la distribución relativa de las posiciones en la estructura del poder. Esta tensión es una de las raíces de los múltiples procesos de reformas universitaria que se observan en los países periféricos durante la segunda mitad del siglo. Brunner y Flisfisch postulan que el conflicto genera en las sociedades periféricas una configuración peculiar de la institucionalidad académica.

"...Los esfuerzos de implantación no conducen ni a la preservación del sistema tradicional, ni a la consolidación definitiva de un modelo clásico de profesionalización académica, ni a una situación caracterizada por un dualismo importante. Inversamente, se hipotetiza que ellos llevan, con una alta probabilidad, a resultados que si bien son típicos, se alejan considerablemente tanto del modelo tradicional, previo al esfuerzo de implantación, como del modelo clásico que se trata de implantar" 34/.

Los agentes más dinámicos en la implantación de una profesionalización académica de tipo moderno en las sociedades periféricas, lo constituyen los enclaves de profesionalización que se han creado al interior del sistema tradicional:

"Por lo general, los esfuerzos explícitos por implantar una profesión académica se producen una vez que, en el seno del sistema profesional de educación superior, se han desarrollado ya enclaves o bolsones de profesionalización. Aún más, por regla general, estos enclaves tienden a jugar un rol protagónico en esos esfuerzos. De hecho, estos primeros grupos académicos desempeñan casi siempre un papel innovador en las dinámicas que apuntan a transformar el sistema tradicional" 35/

En el caso de la biología estos enclaves lo constituyen los diversos institutos y laboratorios creados en las Escuelas de Medicina de la Universidad de Chile y Universidad Católica entre las décadas de 1930 a 1950. Hacia el final de este período aumenta la influencia de estos enclaves como fruto de los efectos de demostración que provienen del exterior y que se expresan en el desarrollo de nuevas especialidades y concepciones científicas. La demanda de especialistas asociada al desarrollo global de la sociedad y el creciente prestigio de la actividad científica y la ciencia en general, par-

ticularmente dentro de los sectores medios. La forma específica de modernidad que la comunidad de biólogos habría de asumir en una próxima etapa contendrá las peculiaridades que son fruto de las tensiones y conflictos a que hemos hecho referencia.

BIBLIOTECA
PLASSO
SANTIAGO

V. EL DESARROLLO DE LA BIOLOGIA EN CHILE ENTRE 1950 Y 1980

a) El contexto institucional

Continuando con el análisis anterior, Brunner y Flisfisch han señalado como la forma particular que asume la profesionalización académica en las sociedades periféricas no corresponde al tipo que se ha establecido en las sociedades avanzadas. Apoyándose en el análisis de Parsons y Platt^{36/} sobre modelos de organización académica, descubren que en los países periféricos que han sido sometidos a una virtual implantación de la profesionalización académica, el tipo de organización institucional que en ellas se genera corresponde a tipos desviados del modelo clásico que corresponde a las sociedades avanzadas. Los tres posibles modelos que se generan como producto de esta desviación, fruto de las tensiones que hemos señalado anteriormente, son: un modelo de compra y venta de servicios académicos, un modelo de organización burocrática y un modelo de asociación democrática. En el caso de Chile, entre 1950 y 1980 los tres modelos se alternan en la configuración del orden institucional de tipo académico universitario que contextualiza la actividad y el desarrollo de la comunidad de biólogos.

En términos generales, con el avance del proceso de modernización académica las universidades chilenas fueron desarrollando en forma creciente características propias del modelo de asociación democrática, proceso que culminó con las reformas de las universidades del país entre 1967 y 1973. Como tipo ideal, este modelo se caracterizaría por que "todos los involucrados son similares a ciudadanos que participan en un pie

de igualdad, incluyendo no sólo a los académicos y estudiantes, sino también a veces al personal sin calificaciones o aspiraciones académicas"^{37/} En el clima en que se desarrolla la profesionalización en este contexto estaría dado por la presencia de un movimiento estudiantil politizado que porta banderas modernizadoras y la posibilidad de que las fuerzas que abogan por la modernización académica puedan apoyarse en poderes externos a la Universidad (Estado, etc.).

Para las ciencias biológicas, ésta es la etapa más fecunda de su desarrollo, en la cual se generan nuevas instituciones y se expanden la investigación y la docencia en biología a niveles que la colocan en un pie de liderazgo dentro de América Latina.

En la etapa inmediatamente posterior al golpe de Estado de 1973, las universidades chilenas se reorganizan asumiendo rasgos propios del modelo de asociación burocrática. Sus rasgos más característicos son los criterios de ocupación de vacantes regidos por criterios ideológicos ajenos al logro académico propiamente tal, y los regímenes disciplinarios propios de la autoridad burocrática en un contexto autoritario. Para las ciencias biológicas es una etapa de regresión caracterizada entre otras cosas por una emigración de una parte significativa de los científicos más destacados de la disciplina.

Finalmente, el proyecto neoliberal de reestructuración de la educación superior desarrollado en Chile en los últimos años correspondería al modelo de un mercado de compra y venta de servicios académicos. Según Brunner y Flisfisch, la implementación de este modelo representaría una regresión degradada

del sistema tradicional. Al igual que en este último, el énfasis volvería a estar en la docencia por sobre la investigación, pero, a diferencia del sistema tradicional en el que la docencia era parte de un sistema de asignación de prestigio complementario del sistema principal de prestigio de las profesiones, en el nuevo modelo esta situación estaría degradada debido a que la oferta de servicios docentes constituiría en realidad una estrategia de sobrevivencia de los profesionales que ofrecen sus servicios docentes, lo que no permite una adecuada preocupación por la calidad de la enseñanza por ninguna de las partes involucradas. En esta etapa el desarrollo de las ciencias biológicas pareciera estancarse. Por otro lado, el contexto genera permanentes frustraciones para las nuevas generaciones que se habían preparado en el modelo de asociación democrática y que en el nuevo modelo no encuentran un espacio adecuado donde trabajar, dejando cesantes a una gran parte de la generación más joven de biólogos.

b) Principales hitos institucionales en el desarrollo de la comunidad de biólogos chilenos en esta etapa

Hacia la mitad del presente siglo, convergen una serie de factores que tienden hacia la modernización de las estructuras universitarias, uno de cuyos rasgos es un mayor espacio para la investigación dentro de la Universidad. Entre los factores que intervienen más directamente sobre la gestación de un nuevo contexto institucional para la actividad científica, se encuentran: a) el surgimiento de un interés del mundo desarrollado, principalmente Estados Unidos, por la con-

figuración de núcleos de científicos en los países periféricos en la perspectiva de constituir una comunidad científica internacional y de extensión de su influencia cultural. Todo ello se expresa en programas de financiamiento como el grant de la Fundación Rockefeller otorgado a la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile en 1955 por US\$ 379.000 por un período de 5 años para el desarrollo de la investigación en biología. Alrededor de la misma época esta misma fundación otorga un Grant de US\$ 123.000 para investigación en el área biológica a la Universidad Católica por un período de 3 años. Por otro lado comienzan las becas para hacer estudios de postgrado del National Institute of Health de Estados Unidos, que tenían el atractivo adicional en esa época de asegurar al becario ingresos económicos extras por medio de la importación libre de autos, refrigeradores, lavadoras, etc.

b) La presencia ya constituida de institutos de investigación en el área biológica que actuaban como enclaves modernizantes al interior del sistema tradicional, aunque dentro de las restricciones que este sistema les imponía.

c) El creciente prestigio que adquiría la ciencia y la investigación científica principalmente después de la Segunda Guerra Mundial se extendía también al ámbito cultural de las sociedades periféricas.

d) La presencia en la rectoría de la principal universidad del país de Juan Gómez Millas (primera rectoría: 1953-1957), que habría de asumir el liderazgo entre 1953 y 1969 en la promoción de la actividad científica en el país.

El conjunto de estos factores coloca ya a partir de 1950 a la Universidad en una nueva fase en relación al lugar que le

correspondía en ella a la investigación. Siendo la biología la disciplina científica de mayor desarrollo relativo en el país, le corresponde a los biólogos un lugar y una influencia preponderante en este proceso. Según datos de Joel^{38/} en 1954 existían 43 centros de investigación en la Universidad de Chile. De ellos 15 (35%) se dedicaban a la biología y las ciencias relacionadas. Del total de investigadores, el 33% se dedicaba exclusivamente a la investigación, de los cuales el 41% lo hacía en biología.

La presencia a partir de 1964 de un gobierno de claras banderas modernizantes y democratizadoras, unido a una intensificación del interés norteamericano en la región (Alianza para el Progreso) y el fortalecimiento de un movimiento estudiantil que portaba también banderas modernizadoras generaron un nuevo impulso a la renovación de las estructuras universitarias y un enorme despegue y consolidación de los espacios dedicados a la investigación. Todo ello estaba además reforzado por la actuación de Gómez Millas, ahora Ministro de Educación. Tres grandes hitos marcan el desarrollo de las ciencias biológicas en esta etapa de configuración de un contexto modernizante y democrático para la disciplina: la creación de la Facultad de Ciencias en la Universidad de Chile en 1965, del Instituto de Ciencias Biológicas en la Universidad Católica en 1970 y el plan Chile-California que comienza en 1965, financiado por la Fundación Ford.

Un relato de las circunstancias que rodearon la creación de la Facultad de Ciencias y el Plan Chile-California se encuentra en el trabajo de Edmundo Fuenzalida acerca de la institucionalización de la investigación en las universidades chilenas.^{39/} El

debate acerca de la creación de la Facultad de Ciencias tendría su origen en una petición dirigida al rector de la Universidad de Chile en 1961 firmada por 103 científicos de la Universidad. La petición contó con una acogida favorable, siendo el principal argumento que la investigación no podía ser desarrollada adecuadamente en facultades cuyo carácter era esencialmente la formación de profesionales. Ello implicaba además una diseminación de los investigadores en las diversas facultades de la Universidad, lo que dificultaba la comunicación entre ellos. Durante el año siguiente la Universidad entró en un extenso debate acerca de la posible creación de la nueva Facultad de Ciencias. La idea de formar esta Facultad encontró el principal apoyo entre la Federación de Estudiantes. Finalmente, como una transacción entre las autoridades que favorecían la iniciativa y aquellas que se oponían, se creó el Instituto de Ciencias en 1962. La decisión habría excluido sin embargo a los científicos en la discusión final. El temor de las autoridades a la creación de una Facultad de Ciencias provenía, según expresa Fuenzalida, "no de la oposición a hacer investigación en sí dentro de la Universidad, sino que a los profundos cambios en la organización académica que este tipo de Facultad implicaba"⁴⁰. Sin embargo, las fuerzas que postulaban la creación de la Facultad tenían a su favor al movimiento estudiantil, y un contexto político nacional favorable para insistir en sus posiciones. Ante ello finalmente se creó la Facultad de Ciencias en 1965. En su gestación y posterior organización jugaron un rol central científicos del área biológica.

La existencia de la Facultad permite la creación de una licenciatura en biología y dar por otra parte una solución de

trabajo a la gran cantidad de becados que comenzaban a llegar del extranjero y para los cuales ya no había plazas disponibles en las Escuelas de Medicina.

El convenio Chile-California financiado por la Fundación Ford, firmado en 1965, provenía también de gestiones iniciadas durante la rectoría de Gómez Millas en la Universidad de Chile. El convenio contemplaba un extenso intercambio de científicos y estudiantes entre la Universidad de Chile y la Universidad de California y financiamiento para bibliotecas, equipos, conferencias, etc. En total 323 chilenos y 287 californianos habrían estado involucrados en el convenio durante el período 1965-1978. De ellas 127 chilenos habrían obtenido grados de la Universidad de California.

En 1970, a dos años de la reforma universitaria, se crea en la Universidad Católica el Instituto de Ciencias Biológicas con el propósito de "promover y realizar la investigación científica en el campo de las ciencias biológicas, y participar en las investigaciones interdisciplinarias aportando la perspectiva de la biología"^{41/}. Inicialmente el Instituto lo integraron los profesores de las ramas básicas de los tres primeros años del currículum de medicina y profesores de Pedagogía y Agronomía de la Universidad dedicados a la Biología. Sin división en tres departamentos: Departamento de Biología Celular (biología celular, genética y biología molecular), Departamento de Ciencias Fisiológicas (relacionado con sistemas orgánicos, organismo y regulatorio) y Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones. Si bien, a diferencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, el Instituto de Ciencias Biológicas de la Católica

no pretendió desligarse de las facultades profesionales, a las cuales les imparte docencia, creó también una licenciatura propia en biología y, al igual que la Facultad de Ciencias, programas de postgrado y doctorado en la disciplina.

Nuevas condiciones se imponen sin embargo a la biología en el período posterior al golpe militar. Existe en efecto un consenso casi unánime de que las nuevas condiciones institucionales de la Universidad (modelo burocrático y modelo de compra y venta de servicios docentes han significado una regresión en la dinámica que hasta entonces habría caracterizado a las ciencias biológicas en Chile. Ello se ha expresado en la inestabilidad funcionaria, despidos, menores subsidios y menor número de contrataciones, además de una significativa emigración estimada en alrededor del 15% de los investigadores, cifra que cobra enorme relevancia si se toma en cuenta que la mayoría de los emigrados se cuentan entre los científicos más destacados de la disciplina.

c) El desarrollo de especialidades: bioquímica, biología molecular, neurofisiología y ecología

Donde el proceso de expansión en esta nueva etapa de las ciencias biológicas se hace más notorio es en el Instituto de Fisiología creado por Francisco Hoffmann en la Universidad de Chile. En la década de 1950 un gran número de investigadores del instituto viajan a Estados Unidos lo que da lugar a su vuelta a un "verdadero proceso de colonización interna", según

observa Osvaldo Cori, uno de los miembros del instituto. Se crean nuevas cátedras de fisiología y se desarrolla la investigación en otras facultades de la Universidad de Chile y otras universidades (Facultad de Odontología, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela de Química y Farmacia, Psicología, Universidad de Concepción, U. de Chile de Valparaíso, Facultad de Ciencias, etc.). Entre las personalidades más destacadas en esta etapa se hallan Samuel Middleton, que sucede a Hoffmann en la dirección del Instituto, Osvaldo Cori, quién después de trabajar en Estados Unidos con el premio nobel F. Lippman se dedica a la bioquímica; Talesnik, que hace primero fisiopatología en la U. de Chile y después es nombrado profesor de farmacología en la Universidad de Toronto; B. Gunther, que se dedica a la física biológica y a la aplicación de las matemáticas a la biología y después hace clases de Fisiología y Fisiopatología en la Universidad de Concepción, y después en Valparaíso. Otros nombres importantes que tendrán una significativa gravitación en la biología nacional más adelante y que también provienen del Instituto de Fisiología son Mario Luxoro y Humberto Maturana. Ambos se radicarán en definitiva en la Facultad de Ciencias y su producción, en líneas muy diferentes, alcanzará un peso internacional: Luxoro y su equipo en el ámbito de la biofísica, y Maturana (junto a Francisco Varela) en el de la biología del conocimiento.

Las principales líneas de trabajo y subespecialidades que surgen desde esta vertiente son la fisiología de sistemas, la neurofisiología, la endocrinología y la biofísica. En el ámbito institucional, en 1953 se crea el Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Facultad de Filosofía

y Educación de la U. de Chile con un Laboratorio de Fisiología con cuatro profesores de dedicación exclusiva en las áreas de neuroendocrinología y relaciones hipotálamo hipófisis. En 1953 se crea también el laboratorio de fisiología animal de la U. de Chile. En 1956, se crea el Departamento de Fisiología de la U. de Chile de Valparaíso y ese mismo año un Instituto de Fisiología en la Facultad de Odontología de la U. de Valparaíso. Se crean además los colegios regionales que demandan una gran cantidad de fisiólogos.

En la Universidad Católica se crea con Joaquín Luco el primer Laboratorio de Neurofisiología en 1950. Por otro lado Héctor Coxatto realiza importantes investigaciones en fisiología liderando el desarrollo de la especialidad en esa Universidad. En 1958 surge el Instituto de Fisiología en la Facultad de Ciencias de Valdivia.

No obstante la importancia que mantiene la fisiología en el conjunto de las ciencias biológicas en Chile, influencia que provenía ya de una etapa anterior a 1950, centraremos en esta nueva etapa más nuestra atención en especialidades cuyos desarrollos más trascendentales son propios del período que va de 1950 a 1980, como es el caso de la bioquímica, la biología molecular, la neurobiología y la ecología.

Con todo, cabe señalar que en términos de áreas de investigación la fisiología mantiene aún en 1982^{42/} el mayor número de investigadores dentro del conjunto de la biología, si incluimos la subárea de la neurobiología. De los 178 investigadores que se dedican a la fisiología, 57 lo hacen en neurobiología, 32 en fisiología de sistemas, 33 en endocri-

nología, 21 en fisiología celular, 13 en biofísica y 22 en otras subáreas. De ellos 100 trabajan en la Universidad de Chile, 30 en la Universidad Católica, 30 en la Universidad de Concepción, 9 en la Universidad Austral y 9 en otras instituciones. De los 178 investigadores, 25 son doctores y 6 estudiantes de doctorado en 1982. En materia de publicaciones, la fisiología aporta en el trienio 1980-82, el 18,8% de los trabajos publicados en el área biológica con 131 publicaciones en total ^{43/}. De estas 131 publicaciones, 77 provienen de la U. de Chile, 30 de la U. Católica, 15 de la U. de Concepción y 4 de la U. Austral.

1.1. Bioquímica y Biología Molecular

La bioquímica y la biología molecular son las áreas que en la etapa posterior a 1950, han tenido un mayor desarrollo dentro de las ciencias biológicas a nivel mundial. En una etapa anterior esta rama de la biología estuvo representada en Chile especialmente por Eduardo Cruz-Coke y antes que él, por Adeodato García Valenzuela. En la segunda mitad del siglo la bioquímica tiene en Chile un auge correspondiente a su posición en el esquema internacional.

En la década de 1940-1950 existían ya varios investigadores de tiempo completo en el laboratorio de Química Fisiológica y Patológica de la Universidad de Chile (José Calvo, Jorge Geonine, Wolfgang Hulsén, Victoria Prajoux) y otros de jornada parcial (Julio Cabello, Mario Plaza de los Reyes y Hermann Niemayer). Alrededor de 1950 el laboratorio se transforma en instituto juntando en él a numerosos grupos de trabajo. La bioquímica obtiene un nuevo impulso con la creación de

la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y el Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad Católica. Ello culmina con la creación del Programa de Bioquímica dentro del Doctorado en Ciencias. Otros hitos de carácter institucional son la creación de la Sociedad Bioquímica de Chile en 1967, independizándose parcialmente de la Sociedad de Biología, y la creación en 1969, del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina del cual pasan a formar parte el Instituto de Química Fisiológica y Patológica y la cátedra de Química.

En 1963 surge la biología molecular en Chile con el retorno al país de Jorge Allende, junto a su esposa y colaboradora C. Connolly. La biología molecular había tenido antes un corto comienzo con Boris Rothmann, en 1958, quien sin embargo dejó el país poco después.

Si incluimos la biología molecular dentro del área bioquímica, ella cuenta en 1982 con 135 investigadores dedicados a la especialidad. De ellos, 47 trabajan en biología molecular, 38 en enzimología, 21 en metabolismo y regulación, 10 en estructura de biomoléculas, 4 en mecanismos biorgánicos, 3 en bioquímica comparada, 1 en biogenética, y 11 en otras líneas de trabajo. En conjunto constituyen el 16% de los investigadores en biología en Chile. No obstante que es un porcentaje menor que el 21% de fisiólogos, el dinamismo de la especialidad se observa en que es la que posee un mayor número de doctores (37 contra 12 en fisiología) y 25 estudiantes de doctorado (contra 10 en fisiología) en 1982. Además, 13 de los doctorados fueron obtenidos en el período 1976-1980, contra sólo 6 en fisiología en el mismo período. La mayoría

de los bioquímicos se concentran en la Universidad de Chile (76) seguida por la Universidad Católica (15), la Universidad de Concepción (12), la Universidad Austral (16) y 16 en otras universidades. En materia de publicaciones es también el área más dinámica, representando en el trienio 1980-82 el 19% del total de artículos publicados y registrados por el Institute of Scientific Information (ISI)^{44/}. La relación entre número de investigadores y publicaciones es de 75 publicaciones contra 76 investigadores en la U. de Chile, 26 publicaciones contra 15 investigadores en la U. Católica, 11 publicaciones contra 12 investigadores en la Universidad de Concepción y 15 publicaciones contra 16 investigadores en la Universidad Austral durante el mismo trienio 1980-82. De estos datos se observa que la productividad por investigador es mayor en la Universidad Católica que en las demás universidades.

Una idea más específica de las líneas de trabajo que se han desarrollado en Chile en el área de la bioquímica y de la biología molecular nos la proporciona la actividad científica de dos de los más destacados representantes de la especialidad: Hermann Niemayer en bioquímica y particularmente en enzimología, y Jorge Allende en biología molecular.

A diferencia de lo que ocurre en otros países de América Latina, como Argentina, existen en Chile varias líneas de trabajo relativamente independientes dentro del ámbito de la bioquímica. De entre ellas, una de las más importantes ha sido la dirigida por Hermann Niemayer, quien comenzó a investigar en la década de 1940. Los trabajos de Niemayer han obtenido reconocimiento internacional (obtuvo también

el Premio Nacional de Ciencias en 1983). Una demostración de ello son los comentarios del Premio Nobel Luis Leloir, quien relataba que su gran descubrimiento, el de la glicógeno sintetasa se inspiró en las proposiciones publicadas por Niemayer sobre la síntesis de glicógeno"^{45/}.

Un relato general de su actividad como investigador nos lo ofrece el mismo Niemayer en su artículo "Veinte años de trabajo en Hexoquinasa" (1982)^{46/}.

El trabajo de Niemayer realizado con un equipo de bioquímicos se realizó primero en el Instituto de Química Fisiológica y Patológica de la Facultad de Medicina y después en el Depto. de Biología de la Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas. El tema, que ha sido trabajado por más de 20 años, gira en torno a un "grupo de enzimas, llamadas hexoquinasas que tienen la propiedad de catalizar la primera reacción en la utilización de glucosa que ocurren en la inmensa mayoría de las células"^{47/}.

Los antecedentes del tema se encuentran en las investigaciones realizadas por Otto Meyerhoff en 1927, quien acuñó el término de hexoquinasa. Independientemente de Meyerhoff, Fiske y Subbarow (1929) y Colemann (1929) descubrieron el ATP. Una comunicación de Von Evler y Adler en 1935 fue seguida de otra de Meyerhoff en el mismo año. A ello siguieron trabajos de Colowick y Kalckar (1941, 1943), Kunitz y Mc.Donald (1946) y más recientemente de Bennet y Steitz (1980) y Lowe y Potter, 1981^{48/}.

El inicio de Niemayer en esta línea de trabajo lo relata él en los siguientes términos:

"Mi interés en la hexoquinasa nació como parte de un problema que escuetamente puede resumirse como el análisis del efecto de los componentes mayores de la dieta sobre diversas enzimas vinculadas directamente a la utilización de la glucosa en el hígado de rata. Era una línea nueva de investigación que inicié en 1958 al regresar de una permanencia de año y medio en Madison junto a Van R. Potter. Había ya experimentado el sinsabor de la incapacidad para competir exitosamente en dos temas que en otras manos tuvieran un desarrollo de gran importancia 49/.

Uno de esos temas había sido el del "control de la respiración de mitocondria por disponibilidad de ADP", producto de una observación de F. Lippman. A pesar de algunos avances realizados a su vuelta a Chile con la colaboración de Jorge Jalil, abandonó el problema al cerciorarse de que en otros laboratorios se estaba avanzando en el mismo tema con mayor eficiencia. El otro tema en que se concentró su trabajo inspiraron los descubrimientos del Premio Nobel Luis Leloir, como hemos señalado antes. A partir de entonces se concentró en una nueva línea de trabajo: la hexoquinasa.

Los trabajos comenzaron en el Instituto de Química Fisiológica y Patológica de la U. de Chile. Según Niemayer, "Allí se constituyó el primer núcleo relativamente grande de Bioquímica en Chile". 50/

A instancias de Potter, envió junto a Carmen González y Ricardo Rózzi su primer trabajo en esta línea al Journal of Biological Chemistry (Niemayer et al., 1960). Junto a un grupo de investigadores que incluían entre otros a Tito Ureta, Jorge Babul y Ramón Sánchez, se continuó progresando en esta línea, mientras en el exterior otros grupos de investiga-

dores obtenían independientemente resultados similares sobre determinados aspectos del problema. (Como Di Pietro y Weinhouse, 1960).

En la década del 70 habían varios grupos en diversos países trabajando en aspectos relacionados del tema (Sols, Weinhouse Walker y Niemayer). "En Europa, en Norteamérica y en Chile se obtenían resultados que se complementaban"^{51/}.

A comienzos de 1980 todavía proseguían las investigaciones sobre el tema. Junto a Niemayer se han formado un importante número de investigadores en bioquímica: Enrique Figueroa, Carmen González, Tito Ureta, Jorge Babul, Marilú Cárdenas, Octavio Monasterio, etc. Aparte de ello, Niemayer desempeñó un importante rol en la creación de la Facultad de Ciencias, el Doctorado en Bioquímica y la creación del Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Biológicas (CEACB), de donde surgió el Programa Regional de Entrenamiento de Postgrado en Ciencias Biológicas que cuenta con el patrocinio del PNUD y UNESCO.

En el desarrollo de la biología molecular en Chile la personalidad más importante ha sido Jorge Allende. Hijo de diplomáticos chilenos Allende se fue muy joven a Estados Unidos donde obtuvo un título en Química en la Universidad de Louisiana. Después hizo un doctorado en bioquímica entre 1957 y 1961 en la Universidad de Yale en un tema típico de bioquímica estructural. En esa época la biología molecular estaba aún en lo que Stent ha llamado la fase dogmática y a comienzos de entrar en la fase académica^{52/}. A partir de un seminario que le tocó dirigir acerca de la síntesis de proteínas, surgió el interés

de realizar un post-doctorado sobre el mismo tema, que realizara en 1962 en el laboratorio de E. Lippmann que como hemos visto ha sido uno de los científicos más importantes en el desarrollo de la bioquímica en este siglo. Además de Allende, varios otros chilenos estudiaron también con Lippman cuyos primeros contactos con Chile los estableció Eduardo Cruz-Coke (entre los que estudiaron con Lippman están Niemayer, Cori, Ureta, etc. lo que ha hecho que su enfoque de la bioquímica haya predominado en el país).

Estando Allende terminando su doctorado se entrevistó en Estados Unidos con Juan Gómez Millas entonces rector de la Universidad de Chile, quien tenía especial interés en conocer a los científicos chilenos que estudiaban entonces en Estados Unidos. Al manifestarle Allende su interés en regresar a Chile, Gómez Millas le prometió un cargo en la Universidad. Todo ello se materializó a fines de 1962 en que Allende retornó con su esposa, también destacada bioquímica, y ambos fueron contratados en la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile. En su período de postdoctorado Allende hizo trabajos importantes que fueron publicados en los Proceedings de la Academia de Ciencias de Estados Unidos y regresó al país con un grant de US\$ 20.000 de una pequeña fundación norteamericana. En Chile heredó el Laboratorio que había dejado Boris Rothmann, quien había sido el precursor de la biología molecular en el país pero había emigrado después de un corto tiempo.

El grant que traía Allende estaba vinculado a un proyecto de estudio de enzimas que participan en la síntesis proteica, y junto a Basilio, otro chileno que había estado trabajando en

el laboratorio de Severo Ochoa en Estados Unidos, comenzaron al corto tiempo de haber llegado al país a publicar en revistas importantes de la especialidad. El grupo de trabajo se fue ampliando con la participación de Marta Gatica, María Matamala, Julio Celis y Guido Mora entre otros. Comenzaron a llegar memoristas y dos estudiantes de postdoctorado, uno de Italia y otro de Bélgica que se incorporaron al laboratorio. Era un momento, a comienzos de la década de 1960, en que había un ambiente muy estimulante en la Facultad, donde estaban también Niemayer y Julio Cabello con quienes compartían activamente en seminarios, conferencias, etc.

Una nueva etapa comenzó con un cambio de línea de trabajo al comenzar el estudio de la síntesis de proteínas en sistemas eucariotes. Se escogió el germen de trigo, y junto a Basilio se obtuvieron los primeros resultados del código genético en plantas, lo que colocaba al laboratorio en las fronteras de la producción científica de la especialidad.

En 1967 viaja a Estados Unidos a continuar trabajos en el código genético en plantas. Surge ahí la idea de hacer un curso de técnicas en biología molecular en Chile, apoyándose en una experiencia de este tipo que Allende había tenido antes con Watson, uno de los descubridores de la doble hélice^{53/} Las gestiones de Allende tienen éxito y finalmente se hace un primer curso internacional en 1968 en Chile sobre técnicas de biología molecular con estudiantes de la mayoría de los países de América Latina y la participación de algunos de los especialistas más destacados a nivel mundial. Este curso se ha continuado después casi todos los años, lo que ha significado una gran proliferación de contactos, además de una

puesta al día permanente en el tema.

En 1970 dirige junto con Niemayer la creación del doctorado en bioquímica en la Universidad de Chile, evento que moviliza activamente a todos los especialistas del país. Por otra parte, estando en Estados Unidos con una beca Guggenheim en 1973, le sugiere a Gabriel Valdés, entonces Director Regional para América Latina del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo hacer un programa regional de apoyo de las Ciencias Biológicas. En Chile toma la iniciativa Niemayer y de aquí surge el CEACB (Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Biológicas) con el apoyo del PNUD/UNESCO que tuvo una importante gravitación en las ciencias biológicas en Chile entre la década de 1970 y comienzos de 1980. En el último tiempo Allende ha dirigido su interés hacia la biotecnología, en la cual trabaja ahora parte de su laboratorio, en un proyecto de biolixiviación bacteriana del cobre, de grandes proyecciones y en el que participan un grupo interdisciplinario de científicos.

No obstante que la biología molecular comenzó en Chile antes que en otros países de América Latina y de las condiciones favorables que han rodeado su desarrollo en una primera etapa según hemos visto, en el último tiempo se ha estancado ante la emigración de algunas de sus personalidades más importantes, especialmente entre las generaciones más jóvenes. Prácticamente no han surgido nuevos laboratorios en los últimos años, lo que ha hecho que países como Brasil, Argentina y México se hayan adelantado a Chile en el desarrollo actual de la especialidad.

c.2. Neurofisiología y neurociencias

c.2.1. La neurofisiología en la Universidad Católica

Una de las ramas del conocimiento biológico que ha tenido en Chile un desarrollo comparativo mayor es la neurofisiología, o en su denominación actual, neurociencias^{54/}. Las neurociencias se han desarrollado en Chile principalmente en la Universidad Católica, la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile y la Facultad de Ciencias de la misma Universidad.

En un trabajo anterior nos hemos referido a Joaquín Luco y su rol pionero en la investigación biológica^{55/}: en 1936, después de incursionar en la neurofisiología bajo la dirección del profesor español Jaime Pi-Suñer en la Universidad Católica, Luco se dirige a Harvard donde se incorpora al laboratorio de la Escuela de Medicina de esa Universidad, que entonces dirigía W.B. Cannon. En Harvard se introduce en la línea de trabajo que preocupaba a Cannon en ese momento, las funciones del sistema simpático. Luco regresa a Chile en 1939 y continúa aquí la línea de trabajo comenzada en Estados Unidos: alteraciones fisiológicas de sistemas neuroefectores durante la degeneración nerviosa, efectos tróficos de origen neuronal, relaciones neurológicas entre células vecinas, fisiología de receptores y aprendizaje y memoria en invertebrados.

Inicialmente la investigación en neurofisiología y neurofarmacología en la Universidad Católica se desarrolla en 1941 y 1942 en el Laboratorio de Fisiología General, y posteriormente en el Departamento de Farmacología y Bioquímica (1942-1950). En 1950 se crea finalmente el laboratorio de Neurofisiología, independizándose de los laboratorios de Bioquímica

y Farmacología. Junto con el laboratorio se crea también la cátedra de neurofisiología:

"El Laboratorio de Neurofisiología apareció en la Escuela de Medicina como una necesidad natural además de un reflejo de la evolución que había tenido el desarrollo de la fisiología.

Fue un reconocimiento de la presencia de neurofisiólogos en el personal académico de la Facultad" 56/

El tema central de las primeras investigaciones del laboratorio fueron estudios relacionados con la transición sináptica en estructuras periféricas. Esta línea se desarrolló por medio de experimentos que provocaban una denervación sobre la sensibilidad química de la membrana celular del elemento post-sináptico. Por otro lado, otro tipo de análisis se realizó a través de experimentos que provocaban alteraciones del axón motor o provocando alteraciones del elemento inervado.

Los estudios de degeneración Walleriana relacionados a las alteraciones provocadas al axón motor llevaron a la necesidad de investigar más acerca del proceso de transmisión neuromuscular durante el desarrollo embrionario. Estos estudios se realizaron en colaboración con el Laboratorio de Neurofisiología de la Universidad de Uruguay.

De los trabajos anteriores se desprendió el estudio de los efectos tróficos de origen neuronal, estudio que se realizó en sistemas neuroefectores y en sistemas neuro-receptores. El estudio de las funciones tróficas del neurón llevó a concebir la existencia del medio interno extra-celular como un

sistema que formando parte del clásico medio interno tiene sus características propias y su propia homeostasis

Estas investigaciones llevaron gradualmente a su vez al interés por un tema más general, la plasticidad. Se iniciaron investigaciones sobre la plasticidad del sistema nervioso en relación con fenómenos de aprendizaje y el proceso de memoria.

A lo largo de la vida del laboratorio entre 1950 y 1980 la figura central siguió siendo siempre Joaquín Luco. Además de su talento como investigador a ello contribuyeron también sus contactos con el exterior que provenían de la época en que estudiaba con Cannon (fue por ejemplo por varias décadas representante único de la Fundación Guggenheim en Chile), y sus contactos con la Fundación Gildemeister que colaboraba en el financiamiento de las investigaciones del laboratorio.

Junto a Luco, una primera generación de neurofisiólogos en la UC (1950-60) incluyó a Carlos Eyzaguirre, José Espildora, Adolfo Davidovich, Cristián Vera y Jaime Álvarez. Entre 1960 y 1970 se incluyen además Patricio Zapata, Alejandro Donoso y hacia el final de la década Jorge Belmar y Beatriz Ramírez. Posteriormente, después de 1970, además de los recientemente nombrados, a excepción de Davidovich están Francisco Bezanilla, Luis Argueros, Gian Mascetti, Hugo Fernández, Gloria Ruiz y Nivaldo Inostroza.

En relación al financiamiento, junto a la ayuda de la Fundación Gildemeister y la Simon Guggenheim Foundation, entre 1950 y 1960 el Laboratorio de Neurofisiología de la UC recibió ayuda también de la Fundación Rockefeller, la Kellogg y la Fundación Grass. En 1962 obtuvo financiamiento de la Fuerza Aérea Norteamericana (AFOSR) para continuar trabajos sobre el sistema nervioso central

y procesos plásticos. En la década del 60 continuó la ayuda de las fundaciones anteriores mencionadas, y en 1969 se obtiene además financiamiento de CONYCID y en 1970 del Fondo de Investigaciones de la UC. Ambas ayudas se continúan en la década de 1970, añadiéndose los aportes de la Fundación Henrique Otero Vizcamondo, la Biomedical Science Division, el National Institute of Health, el Boston Biomedical Research Institute, la Fundación Opus Vitae y a partir de 1976, fondos provenientes del PNUD-UNESCO.

En cuanto a publicaciones, entre 1950 y 1971 se hicieron 81 publicaciones en 44 revistas de investigadores del laboratorio, lo que indica una gran dispersión en la colocación de los trabajos. La gran mayoría de ellas fueron publicados en revistas extranjeras, principalmente norteamericanas. Las revistas que más trabajos publicaron fueron el Acta Physiologica Latinoamericana con 24 trabajos publicados, el Journal of Neurophysiology (14), Brain Research (12), Nature (6), el Journal of Neurobiology (5) Neuroscience Letters (4), Medicina B.A. (6). Cabe destacar la importancia de Nature, una de las revistas más importantes en materia de publicaciones científicas ("Nature", que es inglesa, tiene su equivalente en "Science" en Estados Unidos, en la cual se publicaron dos trabajos en el período señalado), el Journal of Neurophysiology y Brain Research. Las 4 revistas están entre las más importantes en materia de publicaciones científicas.

Las publicaciones de Luco son numerosas y algunas de ellas se hallan en las revistas internacionales de mayor categoría como son las ya mencionadas Nature, Science y Brain Research.

c.2.2. La neurofisiología en la Universidad de Chile

En la Universidad de Chile la neurofisiología tiene sus antecedentes más inmediatos en el Instituto de Fisiología de Hoffmann, aunque también habría que mencionar las cátedras de neurología en la Escuela de Medicina.

Según relata Osvaldo Cori, en el Instituto de Fisiología "había grupos de fisiólogos en el sentido más amplio de la palabra estudiando problemas de circulación o de modificaciones químicas en el músculo; biofísicos, psicofísicos, e incluso enzimólogos"^{57/}.

De aquí se desprende una segunda generación de neurofisiólogos en Chile (considerando a Luco la primera). Entre ellos se hallaban Mario Palestini, Teresa Pinto, B. Holgberg y C. Eyzaguirre entre los mayores, y Maturana, Fernando Orrego Vicuña, Montero y Santibáñez entre los más jóvenes. Al igual que Luco, todos tenían origen médico.

Después de un tiempo el grupo se desmembra en diversas sub-especialidades de la neurofisiología: Palestini crea una línea de trabajo en relación al problema sueño-vigilia, Teresa Pinto se vuelca a la psicofisiología, Orrego se dedicará más tarde a la bioquímica de la transmisión nerviosa, Maturana a la fisiología de la visión y más tarde a la biología teórica. Eyzaguirre por su parte se va a trabajar con Luco a la Universidad Católica.

Los cuatro grupos más importantes en la Universidad de Chile

y que perduran hasta ahora, son los de Palestini, Fernando Orrego, Teresa Pinto y Humberto Maturana.

El interés de Palestini en el estudio del sueño lo lleva a viajar a Italia. Allí trabaja con Moruzzi, una de las personalidades más destacadas en ese momento en el tema a nivel mundial. En aquella época se carecía aún de una teoría general sobre el sueño y se estaba aún "juntando piezas". Palestini participa activamente en el equipo de trabajo de Moruzzi y colabora en varias publicaciones.

A su regreso a Chile, Palestini continúa en un comienzo la misma línea de investigación, pero finalmente decide abandonar el tema cuando se da cuenta que no es posible mantener el nivel de investigación en un punto que sea competitivo con lo que se está haciendo en Italia, Francia o Estados Unidos: se había desatado un verdadero "boom" en la investigación neurofisiológica sobre el sueño, y ya no era posible mantener el paso desde el solitario ámbito científico nacional.

En 1960 Palestini se traslada desde el Instituto de Fisiología a la Clínica Psiquiátrica Universitaria donde se encontraba Ignacio Matte Blanco, médico y fisiólogo que había derivado en la Psiquiatría y el Psicoanálisis. Junto a Fernando Orrego Salas, un investigador especialmente dotado que muriera prematuramente, crean el Centro de Psiquiatría Experimental en el cual trabaja hasta 1980. En este centro se crea un núcleo de investigaciones neurofisiológicas dirigido por Palestini.

El nuevo tema de estudio sobre el que se centra la actividad del grupo es el pulvinar. Se trata de una estructura que se halla situada en la parte superior del tálamo y que no existe prácticamente en los animales inferiores, alcanzando su máximo desarrollo en el hombre. Este tema le interesó a Palestini mientras investigaba el problema del sueño. Sus trabajos sobre el pulvinar son pioneros y hasta la fecha trabaja en esta línea. En 1980 se traslada junto a su grupo a la Facultad de Medicina Oriente (Hospital El Salvador). El grupo incluye a Elias Motles, Infante y Leiva. Aquí el grupo se desmembra sin embargo en diferentes líneas de trabajo: Palestini continúa estudiando el pulvinar, Motles se dedica a la neurofisiología general, Infante y Leiva comienzan estudios sobre la visión. Otro grupo importante, integrado por miembros más jóvenes de la segunda generación de neurofisiólogos, es el que crea el Laboratorio de Neuroquímica, que surge en 1966 bajo la dirección de Fernando Orrego Vicuña. Según Relata el mismo Orrego.

"la primera producción del LNQ fue un estudio sobre la naturaleza de las enzimas proteolíticas presentes en el axoplasma de las neuronas, para lo cual recurrimos a una preparación única que es el axón gigante de la jibia chilena, Dosidicus Gigas" 58/

Lamentablemente este trabajo no pudo continuarse posteriormente debido al alejamiento de la jibia de las costas chilenas.

Otras investigaciones concernientes a esta primera etapa del LNQ, fueron las de Guillermo Alid sobre aceticonesterasa en que se estudió el efecto de diversos agentes químicos sobre la enzima, y de Orrego y Bull en la línea de bioquímica del aprendizaje. Simultáneamente comenzó a gestarse la línea central de investigación alrededor de la cual se centraría posteriormente el laboratorio: el estudio bioquímico de la neurotransmisión central.

"Esta línea de trabajo - relata Orrego - tuvo dos orígenes: uno fue la realización de que algunos aminoácidos como glutanato y apartato, presentes en alta concentración en el SNC, eran capaces de inducir grandes cambios bioquímicos en preparaciones de corteza cerebral incubada *in vitro*. El otro fue la lectura de "The Physiology of Synapsis" de J.C. Eccles" 59/

Desde entonces la línea más importante de investigación del Laboratorio es la identificación de nuevos neurotransmisores. En ello, la línea del laboratorio se ubica dentro de la corriente más ortodoxa en las neurociencias actuales, una de cuyas investigaciones de frontera es precisamente la identificación de neurotransmisores desconocidos.

Un tercer grupo de trabajo importante que se gesta también desde esta segunda generación de neurobiólogos, es el grupo de psicofisiología. Se considera que la psicofisiología se diferencia de la neurofisiología en sentido estricto cuando la función del sistema nervioso ya no interesa tanto en sí misma y pos sí misma sino en tanto cuanto es mediadora con una función adaptativa del organismo como un todo con su entorno.

Los estudios de psicofisiología comienzan con Teresa Pinto y posteriormente, junto a Teresa Pinto han continuado en esta línea María de los Angeles Saavedra y Fernando Lolas. Una de las subáreas más dinámicas en esta especialidad es la que dirige Lolas, con quien trabajan otras tres personas a jornada completa. La actividad principal de este subgrupo consiste en buscar reglas de traducción entre tres aproximaciones metódicas distintas: el registro de la actividad eléctrica del cerebro en relación a conductas, el análisis del contenido verbal y el estudio de la conducta no verbal. El propósito es desarrollar métodos para integrar datos (modelos de traducción entre los niveles señalados). De este modo se pretende obtener conceptos neutrales, que no sean ni psicológicos ni fisiológicos, pero que tengan sentido tanto en el discurso de la psicología como en el de la fisiología.

c.2.3. La neurofisiología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

Como hemos visto, la Facultad de Ciencias que se crea en 1965 es expresión de una modernización de las estructuras universitarias. Nos hemos referido ya a algunos rasgos generales de este proceso de modernización universitaria y el desarrollo de la profesionalización académica. Entre otros rasgos, este proceso contempla un desarrollo mayor de la investigación y su relativa independencia de la docencia. Se van generando núcleos de investigación que comparten los símbolos y lenguaje de la comunidad científica internacional y en algunos casos la docencia misma adquiere independencia en relación a las profesiones propiamente tales. En la gestación de la

Facultad, un lugar prominente le correspondió a la comunidad de biólogos hasta entonces enclavados en la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile. De hecho, el área de mayor importancia en la Facultad es la de biología, dividida en Departamentos correspondientes a diferentes especialidades. Una de ellas es la neurobiología. En esta área trabajan cinco investigadores, quienes imparten docencia en la licenciatura y los postgrados de biología. El carácter más orientado a la investigación probablemente ha contribuido que se desarrollen corrientes más especulativas y originales.

Como hemos visto, en el conjunto de las ciencias naturales, pero principalmente en las neurociencias existe una tensión entre las perspectivas reduccionistas y las más holísticas en el estudio de los problemas biológicos. En el ámbito institucional de las ciencias biológicas en Chile era natural suponer que las perspectivas holísticas tendrían un mayor espacio en la Facultad de Ciencias. Así ha sido al menos en el caso de la neurobiología, según se desprende de los trabajos de Humberto Maturana y Francisco Varela. Maturana que provenía del Instituto de Fisiología de Hoffmann ya se había destacado en el campo de la biología experimental tradicional, principalmente a través de su trabajo con Lettvin "What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain" (1959).

Hacia la década del 60, Maturana trabajaba en dos campos, el de la percepción y el de la organización del ser vivo. En su trabajo estaba influenciado por los progresos de la cibernética de segundo orden, que se refiere "al estudio de los sistemas en los cuales nuestra propia actividad descriptiva es parte constitutiva de los mismos" 60/.

Como relata Bencke, Maturana

"Para 1968 había comprendido que los fenómenos asociados a la percepción se entendían sólo si se entendía el operar del sistema nervioso como una red circular cerrada de correlaciones internas, y simultáneamente entendía que la organización del ser vivo se explicaba a sí misma al verla como un operar circular cerrado de producción de componentes que los generaba (teoría que posteriormente denominó autopoiesis). Preparando en diciembre de ese año su participación para un congreso (a realizarse en marzo de 1969 en Chicago) sobre antropología del conocimiento, decidió plantearse el problema del conocimiento, no desde la perspectiva del sistema nervioso como se lo habían pedido, sino desde la perspectiva del operar biológico completo del ser vivo" 61/.

De aquí surgió su primer libro "Biología del conocimiento" ("Biology of Cognition" 1970). En la introducción a este libro, Maturana refiere que "decidió considerar qué procesos deberían tener lugar en el organismo durante la cognición, considerando así la cognición como un fenómeno biológico. Haciendo esto me encontré con que mis dos actividades académicas aparentemente contradictorias, no lo eran, y que ellas estaban, de hecho, dirigidas al mismo fenómeno: el conocimiento y el operar del sistema viviente - su sistema nervioso incluido cuando estaba presente - eran la misma cosa. De este entendimiento, el ensayo "Biología del conocimiento" surgió como una expresión de mi presentación en aquel symposium" 62/.

"De este trabajo, escribe Bencke, surgiría en los años siguientes, no sólo la expansión de tales temas, sino la formulación explícita de: la organización de los sistemas sociales, el operar de la inteligencia humana, el surgimiento del espacio físico

en los seres humanos, una nueva concepción de evolución orgánica, y muy fundamentalmente, la consideración precisa respecto al espacio conceptual que valida tales afirmaciones sin recurrir a la noción de conocimiento objetivo, y como, a su vez, tal criterio de validación está enraizado en el propio fundamento cognoscitivo (experiencial) universal a nuestra naturaleza". 63/

En los últimos años, junto a su alumno y ahora colaborador Francisco Varela, se desarrollan estas tesis iniciales que impactan a la comunidad de biólogos y también más allá de ella por la originalidad de sus planteamiento y también por el reconocimiento que estos obtienen dentro de la comunidad científica internacional. Por otro lado, la línea de Maturana y Varela cobra una gran influencia entre los estudiantes para muchos de los cuales se convierten en líderes intelectuales. Todo ello ha llevado a conflictos con los sectores más tradicionales en que se han mezclado variables intelectuales, políticas e incluso religiosas.

Junto a Maturana y Varela participan principalmente en esta línea de trabajo, Gloria Guilloff, Rolf Behnke y Fernando Flores, ahora en Estados Unidos.

c.3. La biología naturalista y la ecología

Como dice Vial, si hubiéramos de buscar los antecedentes históricos de la Sociedad de Biología, "habría que hacerlo más bien en la Sociedad Médica que en las de Historia Natural"64/. En efecto, durante la mayor parte del siglo XX la biología chilena ha estado bifurcada en dos corrientes con muy poca comunicación entre sí hasta la década de 1970

aproximadamente: la vertiente experimental de tipo funcional y la vertiente naturalista. Ello ha sido expresión de un fenómeno similar que se ha manifestado dentro de las ciencias biológicas en el siglo XX a nivel mundial. La creación de la Sociedad de Biología en 1928 en Santiago había sido producto de un intento por reafirmar la separación que los biólogos experimentalistas y todos médicos, querían establecer respecto de los biólogos naturalistas que en general eran amateurs, profesores de estado.

Durante las primeras décadas del siglo la vertiente naturalista estaba dominada por Carlos Porter (1867-1942), autodidacta de formación y posteriormente profesor de ciencias naturales. Porter crea la Revista Chilena de Historia Natural que dirige durante 45 años y donde se exponen trabajos descriptivos y taxonómicos en el estudio de la flora y fauna locales. No obstante que la Revista llegó a ser bastante conocida a nivel internacional, y del aporte único que hacía en el estudio de la naturaleza nacional, los tiempos soplaban entonces en una dirección muy opuesta en las ciencias biológicas. Ello significó que a la muerte de Porter su revista no fuera continuada y que en general la vertiente naturalista en Chile entrara en un período agonizante.

Hacia la década del 60 se observa sin embargo un cierto reconocimiento de la biología naturalista en el país. Ello también es expresión de tendencias correspondientes que empiezan a darse en países centrales, sobre todo en Estados Unidos. Un paso clave en el ámbito nacional proviene de la contratación del botánico alemán J. Kummerov por parte del

rector Juan Gómez Millas en la Universidad de Chile en 1958. Kummerov organiza un Laboratorio de Fisiología Vegetal en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, incorporando así el método experimental a la investigación naturalista en el país.

La incorporación del método experimental a la investigación naturalista unido a la nueva importancia que ella estaba teniendo en Estados Unidos inició un nuevo período para el naturalismo en Chile. Este nuevo período se caracteriza por un cambio de status de esta área dentro del conjunto de las ciencias biológicas, cambio que se evidencia en que un mayor número de médicos comienzan a dedicarse a esta área y en que, por medio de becas ofrecidas por fundaciones norteamericanas un importante número de investigadores y docentes viajan a hacer estudios de postgrado en diferentes Universidades de Estados Unidos. Ello implica que, con algunas décadas de retraso respecto de los biólogos funcionales, los becarios que retornan comienzan a crear, dentro de las Universidades, en la investigación y la docencia, los espacios que corresponden a la generación de nuevas especialidades y subespecialidades en el área, de acuerdo a la organización que ésta se estaba dando en Estados Unidos.

En 1982, 260 de las 850 personas que trabajan en ciencias biológicas, lo hacen en las diferentes líneas de la investigación naturalista. El mayor número lo hace en hidrobiología (76), seguido de botánica (64), ecología (61) y zoología (54). En hidrobiología 8 investigadores trabajan en la Universidad de Chile, 11 en la Universidad Católica, 8 en la Universidad de Concepción, 8 en la Universidad Austral y 41

en otras instituciones. En botánica 19 en la Universidad de Chile, 8 en la Universidad Católica, 16 en la Universidad de Concepción, 11 en la Universidad Austral y 15 en otras instituciones. En ecología 12 trabajan en la Universidad de Chile, 13 en la Universidad Católica, 8 en la Universidad de Concepción, 7 en la Universidad Austral y 21 en otras instituciones, y en zoología 8 trabajan en la U. de Chile, 7 en la U. Católica, 13 en la U. de Concepción, 11 en la U. Austral y 15 en otras instituciones^{65/}. Cada una de estas áreas se divide a su vez en varias subáreas (ver Apéndice I) lo que sugiere que actualmente se trabaja en Chile en la mayoría de las líneas de trabajo en esta rama de la biología. Se observa también que, en una tendencia diferente a la biología funcional, la Universidad de Chile no domina el desarrollo de la biología naturalista, hallándose los investigadores homogéneamente repartidos en las distintas Universidades. Por otro lado, el número de personas que investigan fuera de las mayores Universidades del país es en esta área significativamente mayor, en términos relativos, que en el caso de la biología funcional.

En los últimos años ha sido la ecología la subárea del naturalismo que ha tenido un desarrollo más dinámico siendo la especialidad en que se han obtenido más grados de doctorado en la biología naturalista (5 doctorados), y solo uno menos que en fisiología entre los años 1976-1980^{66/}. Ya hemos visto que la biología tiene, junto a la ecología un desarrollo espectacular en la última década en los países avanzados. La ecología tiene en Chile dos etapas: la primera, anterior al boom de esta especialidad, comienza alrededor de 1954 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile asociada

al nombre de E. Pizarro. Un poco después Gómez Millas contrata a F. Di Castri que en Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile forma un grupo que incluye a Hayek, Saiz Covarrubias y Hermosilla, que se desarrolla entre 1958 y 1960 para después dispersarse en las diferentes Universidades: Hayek a la Universidad Católica de Santiago, Saiz a la U. Católica de Valparaíso, Covarrubias a la Facultad de Ciencias y Hermosilla emigra a Costa Rica. Este grupo había alcanzado una cierta resonancia hacia fines de la década del 50 en líneas de trabajo como bioclimatología, biología del suelo y ecología pecuaria.

A comienzos de la década del 70 se produce un cambio de paradigma en la ecología a nivel mundial cuya característica principal es la incorporación del hombre en el análisis de los ecosistemas. A partir de entonces la ecología adquiere un carácter mucho más interdisciplinario. En esta etapa sigue siendo central para Chile la figura de Di Castri, que ahora en UNESCO le corresponde dirigir un gran programa internacional, llamado "El Hombre y la Biosfera", que activa y fortalece la investigación ecológica en toda la región y particularmente en Chile. En los últimos 10 años se desarrollan muchos grupos en la especialidad: en la Facultad de Ciencias (Depto. de Ciencias Ecológicas, Depto. de Ecología), la U. Católica de Santiago (en Agronomía, Biología y Arquitectura), en la U. de Chile (Veterinaria, Agronomía, Ingeniería Forestal), la U. de Santiago (Medio Ambiente), la U. Austral, (la U. de Concepción, la U. Católica de Valparaíso y la Universidad del Norte. También surgen grupos que hacen investigación ecológica en la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (Sunkel y Gligo entre otros).

De los 61 ecólogos integrados a la comunidad de biólogos que investigaban en el país en 1982, 26 lo hacían en ecología de comunidades, 19 en ecología de poblaciones, 7 en ecosistemas, 3 en contaminación y 3 en otras subáreas. Entre las Universidades, es en la Universidad Católica como hemos visto, donde se concentra el mayor número de ecólogos. En materia de publicaciones la ecología representa el 7,5% del total en ciencias biológicas en el país, con 52 publicaciones en el trienio 80-82. La relación entre número de investigadores y número de artículos publicados es de 12 investigadores a 10 artículos en la U. de Chile, 13 a 27 en la U. Católica, 8 a 0 en la U. de Concepción, 7 a 14 en la U. Austral y 21 a 1 en otras instituciones. Estos datos sugieren que actualmente la U. Católica de Santiago es el centro más dinámico en la especialidad.

c.4. Otras especialidades

Otras ramas de las ciencias biológicas que han tenido en el país un desarrollo importante, y que mencionaremos más brevemente, son la genética, la biología celular y la farmacología. Los antecedentes de la genética y la biología celular se remontan al Instituto de Biología de Juan Noé en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Gabriel Gasic, Gustavo Hoecker y Danko Brncic son aquí las figuras más connotadas en una primera etapa.

Al reemplazar Gasic a Noé en la dirección del Instituto de Biología, éste tomó una dirección preferente hacia la genética y la biología celular. Según menciona Izquierdo^{67/}, los trabajos de Gasic (función de la sustancia de Golgi, pro-

iedades de la membrana celular, desarrollo de las neoplasias, etc.) merecen que se le reconozca como el primer biólogo celular en el sentido que tiene hoy esa disciplina. De la nueva dirección que toma el Instituto surge el primer Laboratorio de Genética de Microorganismos con líneas de investigación en genética de trasplantes, inmunogenética, genética ecológica y citogenética.

En la década del 60 surgen nuevas cátedras y departamentos: en 1963 se crea una cátedra de genética en la Facultad de Filosofía y Educación de la U. de Chile. En 1965 se crean cursos de genética fisiológica y genética de microorganismos en la Facultad de Ciencias, y en la Facultad de Medicina de la U. de Chile se generan grupos de genética clínica, genética molecular y virología. Finalmente, en 1969 se fusiona el Departamento de Genética con el Departamento de Biología, creándose el Departamento de Biología Celular y Genética.

Por otra parte en la Universidad Católica, con la creación del Instituto de Ciencias Biológicas en 1970, se constituyen grupos de genetistas moleculares y de microorganismos. También surgen Departamentos de Genética en la Universidad de Concepción y la Universidad Austral. Con todo ello se desarrollan nuevas líneas de investigación junto a las ya nombradas, como la evolución experimental, genética del comportamiento y genética humana.

En 1964 se crea la Sociedad de Genética de Chile, independizándose de la Sociedad de Biología, de acuerdo a la política de ésta de promover la autonomía de las ramas que poseían un mayor desarrollo. A los nombres de Hoecker, Gasic y Brncic se agregan en una segunda etapa, Luis Izquierdo y Juan de Dios

Vial en biología celular y Francisco Rothhammer en genética de poblaciones, entre otros.

La farmacología tiene también sus antecedentes en otro de los antiguos institutos surgidos en la Facultad de Medicina de la U. de Chile: el Instituto de Química Fisiológica y Patológica creado por Eduardo Cruz Coke. En esta línea el sucesor de Cruz-Coke es Jorge Mardones R. con quien colaboran Vargas, Muñoz, y Lecannelier. En la U. Católica asume la Cátedra de Farmacología en 1950 F. Huidobro. En las últimas décadas se produce una importante expansión de esta especialidad tanto en las Universidades de Santiago como en provincias.

En 1982 trabajaban 106 investigadores en Biología Celular, 62 en genética y 67 en Farmacología (para las líneas específicas de trabajo ver Apéndice I). En estas tres especialidades la mayor parte de los investigadores se concentraba en la U. de Chile que es donde desde la década de 1930-40 han tenido históricamente mayor expresión. De estas tres especialidades la que cuenta con un número mayor de publicaciones en el trienio 1980-82 es la farmacología (13,7% con 95 publicaciones), seguida de la biología celular con 7,5% del conjunto de las publicaciones en ciencias biológicas en este mismo trienio y 3,4% de la genética.

d) La Sociedad de Biología

Alrededor de una década después de su fundación, la dirección de la Sociedad de Biología se había desplazado desde los médicos clínicos a los médicos orientados exclusivamente a la

investigación biológica. Un nuevo directorio formado en esta época incluye a todos los grupos que hacían investigación experimental en biología en Chile, aparte de Hoffmann, que finalmente se incorpora en 1943. Se reestructura la Sociedad, que contaba entonces con 78 socios y se establece un régimen de reuniones periódicas mensuales o bimensuales que persiste durante más de 10 años. Alrededor de la década del 50 se había producido no obstante según Vial, una crisis de crecimiento en la Sociedad de Biología: "Aunque la calidad de los trabajos había mejorado, las reuniones periódicas atraían cada vez menos público, con lo que el rol que podían jugar se iba perdiendo"^{68/} Esto se relaciona probablemente con el mayor rol que comienzan a jugar las estructuras universitarias en este período, en tanto instancias de comunicación. "Se adoptó entonces - comenta Vial - la feliz iniciativa de concentrar los trabajos en Jornadas Anuales de unos pocos días de duración"^{69/}.

En esta etapa la Sociedad tiene dos publicaciones: el "Acta Fisiológica Latinoamericana" (entre 1955 y 1962) y en 1964 comienzan a aparecer los "Archivos de Biología y Medicina Experimentales", órgano oficial de la Sociedad de Biología de Chile hasta hoy.

En esta nueva etapa de crecimiento de la disciplina se diversifican las áreas de la sociedad, sumándose nuevas áreas temáticas a las más antiguas de Fisiología y Farmacología. Algunas de ellas adquieren finalmente carácter independiente como la Genética, la Bioquímica y la Farmacología.

En un análisis hecho sobre la base de los trabajos presentados en las Jornadas Anuales de la Sociedad en 1968 y 1969 hecho por Vial^{70/} se anotan las siguientes características:

En 1968 presentan trabajos 279 autores en 137 trabajos

En 1969 365 autores presentan 179 trabajos

La gran mayoría de los autores trabajan a jornada completa y los trabajos se encuentran por sobre un nivel adecuado de calidad.

La mayoría de estos trabajos se "inscriben dentro de la línea de investigación mantenida por algún grupo de trabajo a veces por muchos años, y es justamente entre ellos donde se hallan, por regla general, las contribuciones **más valiosas**"^{71/}.

De los trabajos presentados, el 60% pertenece a la U. de Chile (37% a la Facultad de Medicina, 6,5% a la Fac. de Ciencias y 16,5% a otras), 15,5% a la Universidad Católica, 8% a la U. de Concepción y 4,5% a la Universidad Austral.

Las áreas más representadas en estos trabajos son: a) la Fisiología (aparato circulatorio, endocrino, mecanismos de regulación de presión arterial, fisiología del sistema nervioso); b) la Bioquímica (biosíntesis de proteínas, diversos aspectos de enzimología); la Genética (Genética de poblaciones e inmunogenética); d) Ciencias Morfológicas; e) la Farmacología; j) la Medicina Experimental, y k) la virología.

Por otro lado, en la década del 70 comienza a revertirse la situación que había estado en el origen de la So-

ciudad de Biología de Santiago : el interés de los médicos interesados en la investigación biológica por diferenciarse de los naturalistas. Sin embargo el nuevo contexto intelectual generado en el conjunto de las ciencias biológicas en las dos últimas décadas ha reinstalado al naturalismo en un lugar importante dentro de la disciplina a nivel mundial. Todo ello se ha expresado en la Sociedad de Biología en una tendencia a la reintegración entre biólogos funcionales y naturalistas. Los más interesados en efectuar esta reintegración han sido precisamente los biólogos funcionales. Entre los naturalistas parecen haberse generado mayores resistencias en esta etapa, probablemente debido a la condición de eventual minoría a que se encontrarían sometidos dentro de la Sociedad. Por otro lado, es posible que el interés de los biólogos funcionales haya sido motivado, al menos en parte, como producto de requerimientos provenientes del programa del CEACB patrocinado por el PNUD y UNESCO, cuya visión de conjunto de las Ciencias Biológicas está más directamente influenciada por la organización institucional que la disciplina va adquiriendo en los países avanzados. Una referencia al proceso de reintegración de los naturalistas en la Sociedad de Biología, como expresión de una reunificación de la comunidad chilena de biólogos, la hace el ex presidente de la Sociedad, Tito Ureta, en 1978:

"La Sociedad de Biología nació hace 50 años con énfasis en las ciencias médico-biológicas y durante una buena parte de su existencia mantuvo esa inclinación. No obstante, el desarrollo actual de la biología en el mundo hace imperativo un conocimiento amplio de todas las disciplinas relacionadas con el fenómeno de la vida. Necesariamente, entonces, y desde hace varios años la Sociedad ha ido paulati-

namente ampliando su interés hacia una biología más integral. Los últimos años de nuestra institución han visto un incremento sustancial de la participación de científicos naturalistas en nuestras Reuniones Anuales... La apertura tímida de hace algunos años es ahora una puerta ampliamente abierta que permitirá el avance armonioso de nuestro quehacer científico" 72/.

e) Publicaciones

e.1. Datos Generales

Un conjunto de datos cuantitativos acerca de publicaciones científicas en Chile nos puedan ayudar a contextualizar el tema de las publicaciones.

Según datos del Institute for Scientific Information^{73/}, el 5% de 353.000 artículos científicos publicados en 1973 y registrados por ese Instituto provenían del Tercer Mundo. Este porcentaje baja sin embargo a 2% si excluimos a India. De este 5% a su vez sólo el 2% había sido publicado en revistas del Tercer Mundo y un 1% excluyendo India. El país que publicó más artículos científicos provenientes del Tercer Mundo fue Estados Unidos (más de 3.700, el 2% de todos los artículos publicados en ese país, pero 24% de todos los artículos del Tercer Mundo).

En relación a las áreas en que se concentran la mayor parte de las publicaciones, los datos indican que claramente la mayor parte de ellas provienen de la investigación clínica y biomédica. De hecho, en estas áreas la participación del Tercer Mundo es significativa particularmente en inmunología,

enfermedades infecciosas, hormonas y reproducción. También, por otro lado, la participación del Tercer Mundo es significativa en investigaciones agrícolas (especialmente granos y legumbres).

Datos más recientes del ISI señalan a América Latina representando aproximadamente el 1% de las publicaciones científicas registradas por ese organismo entre 1973 y 1982^{74/}. En el mismo período Estados Unidos representa el 44% e Inglaterra un 9%. El total de artículos publicados en Chile en 1982 es de 822, contra 1.217 de Argentina, 1.531 de Brasil, 735 de México y 318 de Venezuela.

Aproximadamente el 80% de las publicaciones proviene en Chile de las Universidades^{75/}. De ellas 4 Universidades generan el 95% del total. En el bienio 1982-83 la Biología representa el 42.3% del total de las publicaciones provenientes de las Universidades en el país, y el 35.4% del total incluyendo instituciones no universitarias. Las Ciencias Médicas representan a su vez el 28.2% del total de publicaciones del bienio.

4 Universidades producen el 95% de la investigación en biología en el país (U. de Chile, U. Católica, U. Austral y U. de Concepción). El porcentaje más alto (1984) se da en la U. de Chile (52.5%), seguido de la U. Católica (18.9%), la U. Austral (13.6%) y la U. de Concepción (10.4%). En el trienio 1980-82 los porcentajes habían sido de 56,1% para la U. de Chile, 19,6% la U. Católica, 14% la U. Austral y 7,3% la U. de Concepción. En este mismo trienio la Biología había aportado con el 45,2% de las publicaciones universitarias en el país y el 36,4% del total.

Desglosando las publicaciones en biología por especialidades, en el trienio 1980-82 la Bioquímica aporta el 19% de las publicaciones, seguida de la Fisiología (18,8%), la Farmacología (13,7%), la Biología Celular (7,5%) y la Ecología (7,5%). (Ver Apéndice IV).

e.2. Revistas

Las primeras revistas corresponde al período de la biología naturalista. Hacia fines del siglo XIX se publica en los "Anales de la Universidad de Chile" y a partir de 1891 en los "Anales del Museo Nacional de Santiago". También en la revista de la "Société Scientifique du Chile". Finalmente en 1897 aparece la "Revista chilena de Historia Natural" dirigida por Porter. Una lista de 23 revistas aparecen en el área naturalista entre 1897 y 1975 sin contar con otras de circulación más local. Mientras sólo 8 en el área de la biología funcional entre 1942 y 1976^{76/}. Ello se debe al carácter más local de la producción naturalista lo que hace que gran parte de los institutos y departamentos diseminados a todo lo largo del país tengan una revista en que publiquen sus estudios de naturaleza más local.

Actualmente las dos principales revistas en Biología son los "Archivos de Medicina y Biología Experimental" que comienzan a aparecer en 1964 como órgano oficial de la Sociedad de Biología de Chile y que publican en el área de la biología funcional, y la "Revista Chilena de Historia Natural" que habiendo desaparecido después de la muerte de Porter, ha vuelto a ser editada ahora por la Sociedad de Biología, como producto de la política de **reintegración** de la comunidad a que hemos hecho re-

ferencia anteriormente.

En un análisis de las revistas nacionales, Ureta^{77/} señala las siguientes características: a) la mayoría de las revistas de biología en el país de procedencia universitaria serían editadas solo para la publicación de trabajos provenientes del Departamento, Instituto y repartición que edita la revista. Sería diferente el caso para las revistas de procedencia extra-universitaria;

b) Sugiere que las publicaciones que sólo, o mayoritariamente, publican trabajos provenientes de la propia institución editora no alcanzan los niveles de control de calidad internacionalmente utilizados;

c) La cantidad excesiva de revistas en el país pareciera fruto del interés por parte de algunas autoridades universitarias por hacer circular el nombre del Instituto o Departamento a través de la publicación de una revista con los consiguientes beneficios en términos de propaganda, recursos, personal, etc.

e.3. Publicaciones en el extranjero

Sin embargo, la gran mayoría de las investigaciones que se hacen en el país, muy especialmente en el área de la biología funcional y experimental, son publicadas en revistas extranjeras, en algunos casos en las de mayor calidad y reconocimiento en el área según hemos visto en el análisis de algunas especialidades. De hecho, el 88,6%, del total de 45,2% de publicaciones en biología provenientes de las Universidades y registradas por el ISI en el trienio 1980-82,

fueron publicadas en revistas extranjeras.

Los trabajos deben ser enviados en inglés cumpliendo un conjunto de normas internacionales en relación a su diseño. Posteriormente sometidos a comites editoriales o especialistas en caso de ser necesario. Si el trabajo es aceptado por la revista, probablemente lo devolverá con algunas indicaciones concernientes a modificaciones menores antes de su publicación final. En otros casos el trabajo es rechazado, a veces con la sugerencia de que podría ser enviado a otra revista de menor prestigio en la especialidad.

Esta dinámica hace que el sistema de publicaciones en el extranjero actúe como uno de los árbitros de mayor importancia en la asignación de prestigio entre los miembros de la comunidad, constituyéndose en una pieza clave del sistema de recompensas que caracteriza a la disciplina. De hecho, una versión simplificada de este sistema fue sugerida por uno de nuestros entrevistados en términos de que se compite con publicaciones (de acuerdo a la dinámica descrita anteriormente) y se compite por financiamiento, viajes, y cargos institucionales.

El análisis del sistema de publicaciones es probablemente el mejor indicio de la plena incorporación de la disciplina, particularmente en su vertiente funcional y experimental, al mundo internacional de la ciencia. Esto, que ha sido un proceso que comienza alrededor de 1950 con las primeras becas y donaciones más masivas se ha ido profundizando y generalizando con creciente intensidad en las últimas décadas.

VI. CONCLUSIONES

En nuestra exploración del período anterior a 1950 concluimos que hacia la primera mitad de siglo se comenzaba a configurar una reorganización académica dentro de la comunidad de biólogos cuyos rasgos centrales estaban dados por un efecto de demostración proveniente de los países avanzados, principalmente Estados Unidos, que se expresaba en tendencias hacia la transformación institucional por un lado y en el despegue de la investigación experimental, especialmente de tipo fisiológico, por otro lado.

Nuestro estudio del período posterior a 1950 parece confirmar y acentuar las tendencias que brotan de esta fase de reorganización. El contexto intelectual de la investigación aparece claramente determinado, tanto en sus contenidos, como en sus énfasis y en sus metodologías, por los desarrollos internos de la disciplina a nivel mundial, con su eje en los países centrales: "Los problemas estudiados y el modo de tratarlos - comenta Vial - siguen las grandes tendencias de la biología mundial, especialmente la interpretación de los fenómenos biológicos a nivel molecular"^{78/}. El enorme desarrollo de la fisiología en el país durante las primeras décadas de la segunda mitad del presente siglo, y después de la bioquímica y la biología molecular son testimonios concluyentes de ello. El mismo fenómeno se observa en la biología naturalista, que incorpora el método experimental, y el desarrollo reciente de la ecología en esta vertiente de las ciencias biológicas.

En nuestras entrevistas hemos recogido diversos comentarios

acerca de la relación entre la biología nacional y la biología mundial. Algunos entrevistados han expresado que los becados en el extranjero están allí en realidad "aprendiendo a trabajar": creen que están en un proyecto de investigación en circunstancias que están en realidad aprendiendo a investigar, lo cual es con toda seguridad cierto al menos en las décadas de 1950 y 1960. Otros entrevistados plantean que muchos de los temas que se escogen provienen del interés de los países desarrollados por resolver problemas que a ellos les afectan, utilizando de este modo a los científicos de los países periféricos. Sin embargo al menos en lo que concierne a ciencia básica probablemente no hay necesidad de ello y más bien el interés de los países avanzados, las instituciones y los científicos que allí laboran, está en generar y mantener una comunidad científica internacional, cuyo alcance y significado puede interpretarse desde diversos ángulos, tarea en la que no nos detendremos aquí. El caso es probablemente diferente en ciertas áreas de la investigación aplicada, principalmente reproducción y fertilidad y agricultura, áreas que constituyen, como lo hemos visto por lo demás tratando el tema de las publicaciones, las áreas en que la participación del Tercer Mundo en la investigación científica mundial es más significativa.

Se ha expresado también que muchas veces la línea de trabajo con que se comienza a trabajar afuera constituye después el tema para toda la vida. Esta situación se ha visto sin embargo matizada en los últimos años con el desarrollo de laboratorios de investigación en el país. La tendencia es ahora a que los becados sean cada vez más dirigidos en sus estudios desde los laboratorios nacionales a través de los cuales se

ha gestionado la beca, orientando al estudiante en una determinada dirección muchas veces destinada a suplir carencias del laboratorio respecto de conocimientos sobre determinadas técnicas o contenidos. Por otro lado la evidencia apunta a que con el objeto de participar exitosamente en el engranaje mundial de la ciencia, sea común que los científicos nacionales escojan temas específicos diferentes a los que se trabajan en Estados Unidos por ejemplo. Muchos entrevistados expresaron que no era posible competir en los mismos temas por carencias de medios, comunicación entre científicos, etc.

Es posible decir que, al igual que la mayoría de los laboratorios en el mundo, en el país se trabaja casi exclusivamente dentro de los parámetros de la "ciencia normal" (Kuhn). Hay algunas excepciones a ello, como en el área de la biología teórica, una línea de trabajo que se ha topado con muchas resistencias dentro de la comunidad. El hecho que se haga "ciencia normal" no significa sin embargo que la investigación que se hace en el país sea de deficiente calidad. La presencia de publicaciones de investigaciones hechas en Chile en las revistas internacionales más prestigiadas en la mayoría de las especialidades, evidencia un buen nivel de la investigación nacional. En algunas áreas como bioquímica, biología molecular y genética molecular se publica incluso en algunos casos en las fronteras de la producción científica mundial.

El proceso de reorganización institucional que se desarrolla en la década de 1960 al interior de las universidades chilenas sigue también líneas que tienen como referencia los modelos de los países avanzados, pero con las peculiaridades fruto de las tensiones propias de las fuerzas en juego dentro de la institucionalidad académica nacional. El rasgo más sobresaliente en este proceso ha sido el de la incorporación masiva de la investigación científica en los ámbitos universitarios. Para las ciencias biológicas, disciplina líder en este sentido y cuyo proceso comienza antes a través de los enclaves de profesionalización, ello implica que hacia comienzos de la década de 1970 la mayoría de las áreas y subáreas de trabajo de la biología mundial estuvieron representadas en el país. Ello permite que en esta década surjan los primeros programas de magister y doctorado en la Universidad de Chile y Católica (menciones en Biología Celular, Bioquímica, Fisiología y Genética, además de las licenciaturas en Biología. El número de investigadores en Biología crece hasta llegar a aproximadamente 850 en 1982 incluidos los estudiantes de doctorado. De ello, el mayor número trabaja en fisiología (21%), seguido de bioquímica (16%) y biología celular (12%). La gran mayoría trabaja en las universidades (U. de Chile 42%; U. Católica 15%; U. de Concepción 14% y U. Austral 12%)^{79/}.

Uno de los rasgos más decisivos que caracterizan a la comunidad chilena de biólogos es la heterogeneidad en el origen profesional de sus miembros. Durante un largo tiempo la comunidad estuvo dominada por médicos que habían optado por dedicarse a la investigación científica. Como hemos visto, la creación de la Sociedad de Biología de Santiago en 1928 fue

la expresión más genuina de ello. Un área que no fue dominada por los médicos sin embargo fue la genética, donde muchos investigadores provenían de Medicina Veterinaria lo cual fue fuente de conflictos en la Sociedad de Biología y en la comunidad de biólogos en general. Posteriormente, con la salida de becados al exterior a realizar programas de postgrado y finalmente con la creación de doctorados en el país, la comunidad se fue haciendo más y más heterogénea. La reincorporación de los biólogos naturalistas a la Sociedad de Biología y la reivindicación de un espacio importante para ellas en las Universidades actúa también en el mismo sentido: Por último, la creación de la Licenciatura en Biología hace que nuevos investigadores con una formación inicial de mayor calidad se incorporen ahora a la comunidad, entre cuyos miembros, además de médicos, hay dentistas, profesores de enseñanza media, químicos farmacéuticos, bioquímicos, veterinarios, tecnólogos médicos e ingenieros^{80/}

En los últimos años la disciplina se ha visto afectada por la emigración de algunas de sus personalidades más destacadas, y en conjunto según estima H. Croxatto, en un 15% de sus miembros. Ello ha sido fruto principalmente de los nuevos modelos de organización universitaria y, vinculado a ello, de la carencia de recursos adecuados para la investigación. El financiamiento, que en un principio provino de las mismas universidades, y después de fundaciones extranjeras y comisiones centrales de investigación (CONYCIT), se ha visto actualmente muy deteriorada a causa de la drástica disminución de fondos del extranjero (por motivos políticos, entre otros) y también de fondos nacionales en términos relativos (en los

últimos años a través del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT).

Ello ha generado condiciones de trabajo particularmente difíciles para muchos de los miembros de la comunidad y especialmente para las nuevas generaciones, que si bien son las que teóricamente están más capacitadas para aventurarse en la empresa de la investigación científica, difícilmente encuentran un espacio y condiciones para integrarse a ella.

A P E N D I C E I

INVESTIGADORES EN DIFERENTES SUBAREAS DE LA BIOLOGIA BASICA*

Áreas y subáreas	Número	Área y subáreas	Número
<u>Biología celular</u>	106	<u>Fisiología</u>	178
Estructura y función celular	38	Neurobiología	57
Desarrollo y diferenciación	35	Sistemas	32
Inmunología	17	Endocrinología	33
Bioquímica celular	12	Celular	21
Otras (Cancerología, Histoquímica)	5	Biofísica	13
		Sistemas de control	0
		Otras (Gastroenterología, Psicofisiología)	22
<u>Bioquímica</u>	135	<u>Genética</u>	62
Bioquímica molecular	47	Citogenética	19
Enzimología	38	Poblaciones	17
Metabolismo y regulación	21	Molecular	11
Estructura de biomoléculas	10	Humana	6
Mecanismos bioorgánicos	4	Inmunogenética	4
Comparada	3	Otras (Ecológicas, Comportamiento)	5
Bioenergética	1		
Otras (Farmacológica, Neuroquímica)	11		
<u>Botánica</u>	69	<u>Hidrobiología</u>	76
Fisiología	26	Biología marina	59
Sistemática	19	Limnología	8
Anatomía	7	Otras (Oceanografía, Ecología Marina)	9
Otras (Productos Naturales, Farmacognosia)	17		
<u>Ecología</u>	61	<u>Microbiología</u>	48
Comunidades	26	Virología	14
Poblaciones	19	Micología	7
Ecosistemas	7	Bioquímica	7
Contaminación	3	Genética	4
Otras (Vegetal, Biocli- matología)	6	Otras (Bacteriología, Fitopatología)	16
<u>Farmacología</u>		<u>Zoología</u>	54
Fisiológica	33	Sistemática	29
Bioquímica	17	Fisiología	5
Química	1	Anatomía	4
Otras (Neurofarmacología)	16	Etología	2
		Otras (Ecofisiología)	14

*/ Las áreas y subáreas de la Biología fueron designadas por comités de diversos países participantes en el Programa Regional de Entrenamiento de Postgrado en Ciencias Biológicas, PNUD/UNESCO.

Fuente: Niemayer, Hermann, "La Comunidad Chilena de Biólogos" en Arch. de Biol. y Méd. Exp. Vol. 17, septiembre 1984, N°1, p. 11.

A P E N D I C E I

INVENTARIO DE LAS MATERIAS DE LAS CARRERAS BÁSICAS

Número	Áreas y asignaturas	Créditos	Observaciones
1	Matemáticas	12	
2	Física	12	
3	Química	12	
4	Biología	12	
5	Geología	12	
6	Historia	12	
7	Idioma extranjero	12	
8	Formación profesional	12	
9	Formación profesional	12	
10	Formación profesional	12	
11	Formación profesional	12	
12	Formación profesional	12	
13	Formación profesional	12	
14	Formación profesional	12	
15	Formación profesional	12	
16	Formación profesional	12	
17	Formación profesional	12	
18	Formación profesional	12	
19	Formación profesional	12	
20	Formación profesional	12	
21	Formación profesional	12	
22	Formación profesional	12	
23	Formación profesional	12	
24	Formación profesional	12	
25	Formación profesional	12	
26	Formación profesional	12	
27	Formación profesional	12	
28	Formación profesional	12	
29	Formación profesional	12	
30	Formación profesional	12	
31	Formación profesional	12	
32	Formación profesional	12	
33	Formación profesional	12	
34	Formación profesional	12	
35	Formación profesional	12	
36	Formación profesional	12	
37	Formación profesional	12	
38	Formación profesional	12	
39	Formación profesional	12	
40	Formación profesional	12	
41	Formación profesional	12	
42	Formación profesional	12	
43	Formación profesional	12	
44	Formación profesional	12	
45	Formación profesional	12	
46	Formación profesional	12	
47	Formación profesional	12	
48	Formación profesional	12	
49	Formación profesional	12	
50	Formación profesional	12	
51	Formación profesional	12	
52	Formación profesional	12	
53	Formación profesional	12	
54	Formación profesional	12	
55	Formación profesional	12	
56	Formación profesional	12	
57	Formación profesional	12	
58	Formación profesional	12	
59	Formación profesional	12	
60	Formación profesional	12	
61	Formación profesional	12	
62	Formación profesional	12	
63	Formación profesional	12	
64	Formación profesional	12	
65	Formación profesional	12	
66	Formación profesional	12	
67	Formación profesional	12	
68	Formación profesional	12	
69	Formación profesional	12	
70	Formación profesional	12	
71	Formación profesional	12	
72	Formación profesional	12	
73	Formación profesional	12	
74	Formación profesional	12	
75	Formación profesional	12	
76	Formación profesional	12	
77	Formación profesional	12	
78	Formación profesional	12	
79	Formación profesional	12	
80	Formación profesional	12	
81	Formación profesional	12	
82	Formación profesional	12	
83	Formación profesional	12	
84	Formación profesional	12	
85	Formación profesional	12	
86	Formación profesional	12	
87	Formación profesional	12	
88	Formación profesional	12	
89	Formación profesional	12	
90	Formación profesional	12	
91	Formación profesional	12	
92	Formación profesional	12	
93	Formación profesional	12	
94	Formación profesional	12	
95	Formación profesional	12	
96	Formación profesional	12	
97	Formación profesional	12	
98	Formación profesional	12	
99	Formación profesional	12	
100	Formación profesional	12	

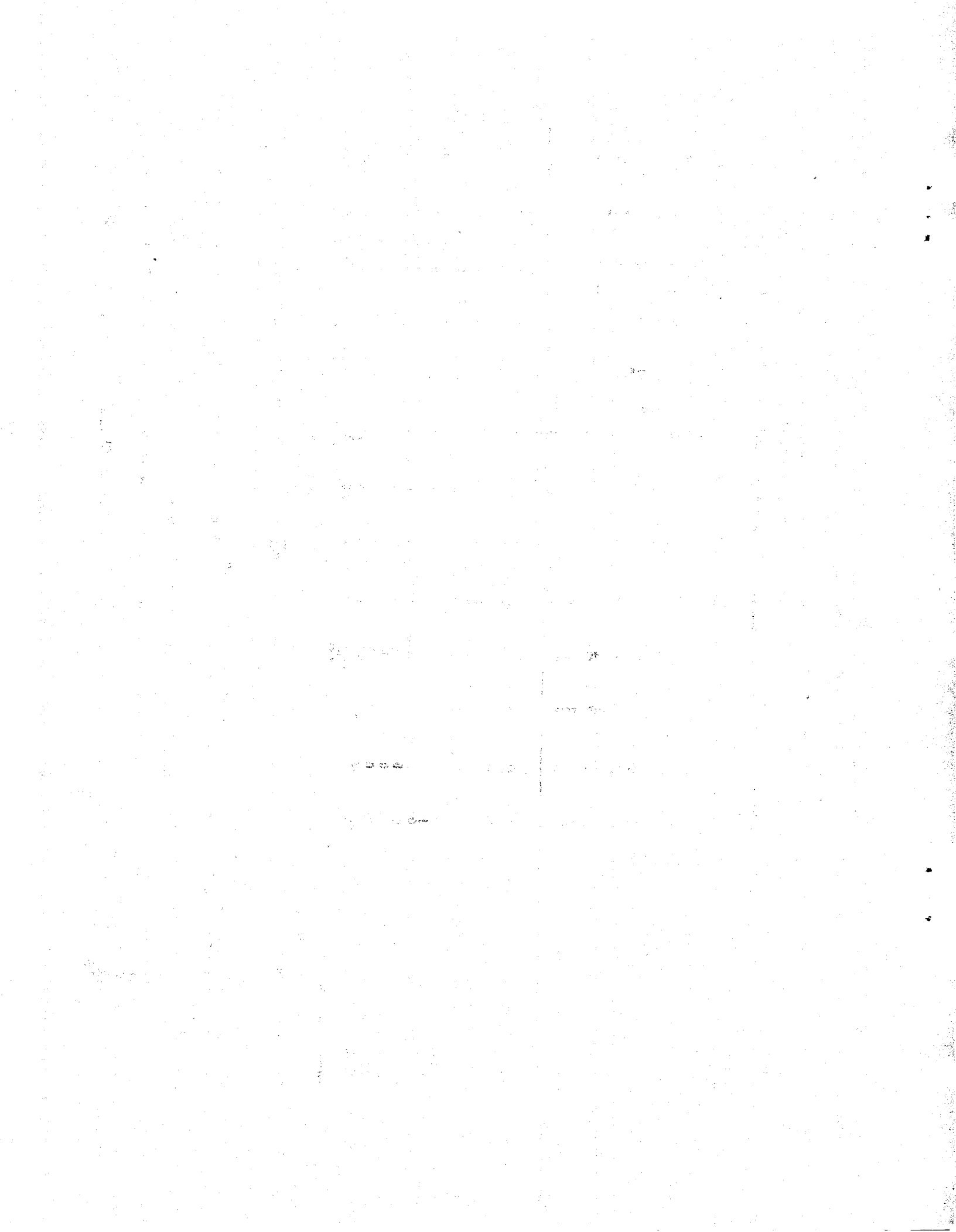
Las áreas y asignaturas de la Psicología fueron designadas por comités de diversos países participantes en el Programa Regional de Entrenamiento de Postgrado en Ciencias Psicológicas (TANUNIBCO). Fuente: Matarraz, Fernando, "La psicología en los países hispanos", en el libro de Psicología, Vol. I, No. 1, p. 11.

A P E N D I C E II

Total de artículos publicados en el trienio 1980-1982, clasificados por disciplinas

	1.01 Matemáticas	1.02 Física	1.03 Química	1.04 Biología	1.05 Ciencias de la Tierra	1.06 Astronomía	2 Tecnología y C. de Ingeniería	3 Ciencias Médicas	4 Tecnología y C. Agropecuarias	5 Ciencias Sociales	6 Ciencias Jurídicas Administrativas	Sin Clasificar	TOTAL REGISTRADOS
UC	7	14	47	136	0	2	4	96	1	7	0	6	320
UCH	17	29	58	390	13	11	13	255	15	25	2	14	842
UACH	0	0	1	97	0	0	0	27	11	2	0	0	138
U. de C.	1	4	43	31	2	0	7	19	1	1	1	0	130
UN	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10
UCV	2	3	6	6	3	0	1	0	1	0	2	0	24
USACH	3	1	50	1	0	0	3	0	0	1	0	0	59
UFSM	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
UV	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	5
UA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
UFRO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ASCP	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL U	31	52	206	695	18	13	30	399	29	39	5	21	1.538
	(2,0)	(3,4)	(13,4)	(45,2)	(1,2)	(0,8)	(2,0)	(25,9)	(1,9)	(2,5)	(0,3)	(1,4)	
Revistas Extranjeras (%)	1	3	6	19	6	167	8	164	8	37	0	5	424
Otras													
TOTAL (Todas Instituciones)	32	55	212	714	24	180	38	563	37	76	5	26	1.962
	(1,6)	(2,8)	(10,8)	(36,4)	(1,2)	(9,1)	(1,9)	(28,7)	(1,9)	(3,9)	(0,3)	(1,3)	

El número que se antepone al nombre de cada disciplina corresponde al utilizado por el clasificador (ref. 17).
 Las cifras entre paréntesis (Total U) indican % respecto al total de trabajos que registra el conjunto de las universidades, o respecto al total publicado (TOTAL) por todas las instituciones chilenas.
 Otras: indica centros no afiliados a universidades.
 La columna "sin clasificar" indica el número de artículos que no fue posible clasificar con la certeza requerida.
 El total de registrados corresponde al número de publicaciones en el período.
 a: el % de publicaciones que corresponde a revistas extranjeras se indica sólo en las columnas de biología y ciencias médicas, disciplinas que están cubiertas por dos revistas chilenas consideradas en el estudio.
 Fuente: Krauskopf, Manuel y Pessot, Rafael: "Actividad Científica en Chile", en Arch. Biol. Méd. Exp. 16, 1983, p. 21.



A P E N D I C E III

ARTICULOS EN BIOLOGIA PUBLICADOS POR LAS UNIVERSIDADES CHILENAS ENTRE
1980 y 1982

	1980	1981	1982	TOTAL (1980-1982)
UC	40	51	45	136 (19,6)
UCH	98	133	159	390 (56,1)
UACH	31	30	36	97 (14,0)
U. de C.	12	15	24	51 (7,3)
UN	3	2	4	9 (1,3)
UCV	2	3	1	6 (0,9)
USACH	-	0	1	1 (0,1)
UV	-	-	1	1 (0,1)
UA	-	0	1	1 (0,1)
ASCP	-	1	2	3 (0,4)
TOTAL U	186	235	274	695

El paréntesis indica % respecto al total publicado por las universidades durante el trienio.

Fuente: Krauskopf, Manuel y Pessot, Rafael "Actividad Científica en Chile" en Arch. Biol. Méd. Exp. 16, 1983 p. 23.

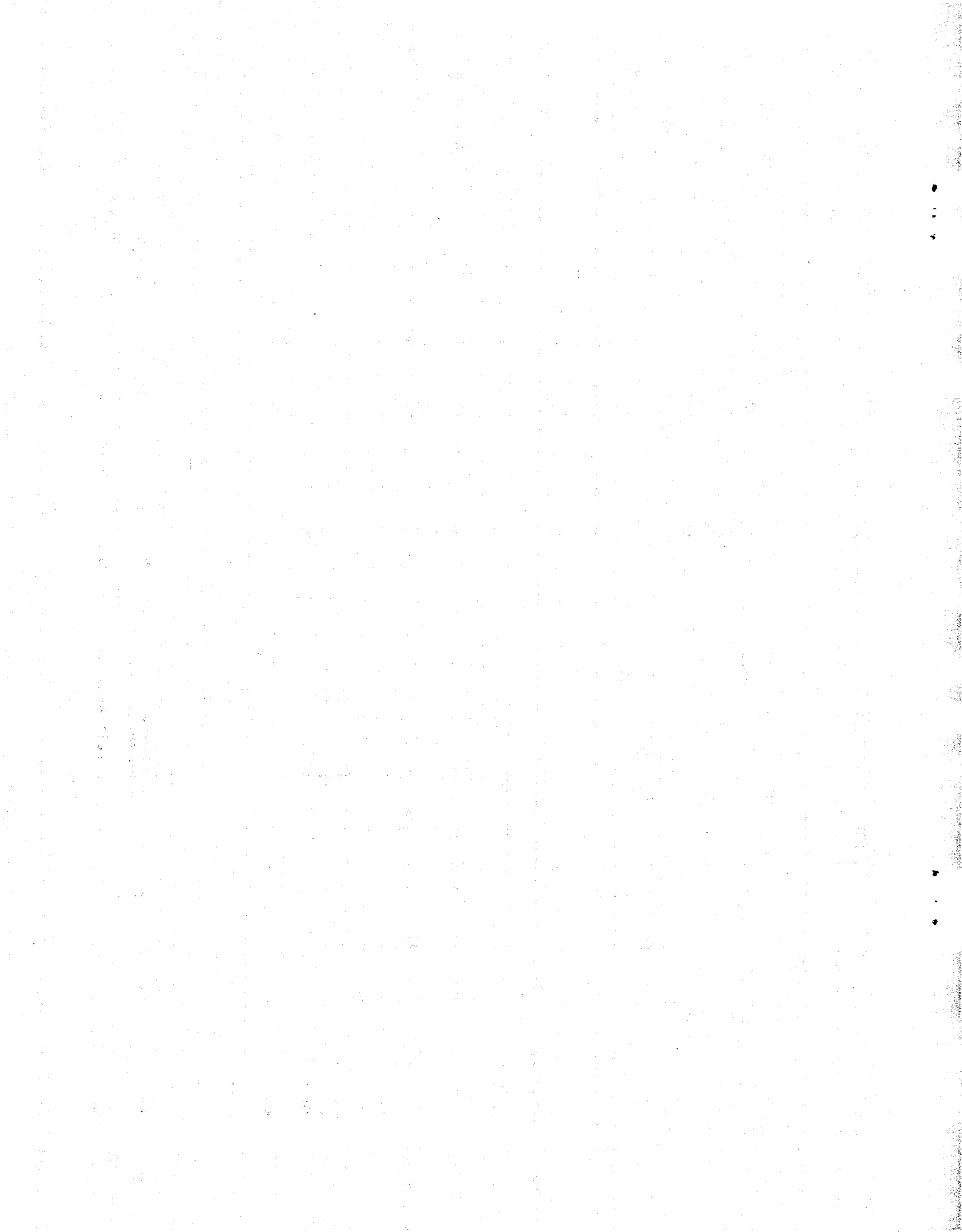
A P E N D I C E IV

Artículos publicados durante el trienio 1980-1982, clasificados
por especialidad de la biología

	Anatomía Morfológica	Antropología Física	Biología Celular	Bioquímica	Botánica	Fisiología	Farmacología	Microbiología	Genética	Inmunología	Patología	Nutrición	Biología Marina	Lumínología	Botánica	Patología Vegetal	Zoología	Ecología	Sin Clasificar	TOTAL REGISTRADOS
UC	0	0	9	26	0	30	19	0	0	2	1	0	2	0	10	0	7	27	3	136
UCH	18	2	34	75	17	77	65	11	23	1	1	17	3	1	13	5	8	10	9	390
UACH	5	0	7	15	1	9	1	11	0	5	0	0	8	2	3	1	11	14	4	97
U. de C.	1	0	1	11	5	15	10	2	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1	51
UN	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	9
UCV	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	6
USACH	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
UV	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
UA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ASCP	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL	25	4	52	132	23	131	95	24	23	8	2	17	25	3	27	7	28	52	17	695
%	3,6	0,6	7,5	19,0	3,3	18,8	13,7	3,5	3,4	1,2	0,3	2,4	3,6	0,4	3,9	1,0	4,0	7,5	2,4	
IRCS	1	0	13	18	1	25	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97
			(25,0) *	(13,6) *		(19,1) *	(35,8) *													

Se indican sólo los originados en las universidades.
 En la penúltima columna se ubican los artículos que no pudieron ser clasificados con certeza en las especialidades cubiertas o que no correspondía a ninguna de ellas.
 La última columna indica el número de publicaciones en biología registradas durante el trienio.
 El % respecto al total de las publicaciones en biología se indica en la penúltima línea.
 En la última línea se señala el número total de publicaciones en *IRCS Medical Science* en cada una de las especialidades.
 a: % en relación al número total de artículos registrados en el trienio para la especialidad indicada.

Fuente: Krauskopf, Manuel y Pessot, Rafael: "Actividad Científica en Chile", en Arch. Giol. Méd.
 Exp. 16, 1983, p. 24.



NOTAS

- 1/ Whitley, Richard: "The Context of Scientific Investigation" en The Social Process of Scientific Investigation, Edited by Knorr, Krohn y Whitley, Reidel Publishing Company, 1981, p. 302.
- 2/ Idem, p. 303
- 3 / Idem, p. 308
- 4/ Coleman, William: "La Biología en el Siglo XIX", FCE, 1983, p. 14.
- 5/ Idem, p. 29
- 6/ Ver Coleman, op. cit., pp. 31-33
- 7/ Allen, Garland: "La Ciencia de la vida en el siglo XX", FCE, 1983, p. 48
- 8 / Idem, p. 53
- 9/ Idem, p. 98
- 10/ Idem, p. 152
- 11/ Idem, p. 247
- 12/ Idem, p. 23
- 13/ Bernard, Claude, cit. en LUM Smith, "El problema de la vida", Alianza Universidad, 1975, p. 13.
- 14/ Concretamente en la física cuántica
- 15/ Rose, Steven: "La química de la vida", Editorial Universitaria, 1970, p. 16
- 16/ Idem, p. 17.
- 17/ Allen, op. cit., p. 391-392
- 17/ Stent, Gunther en Science, Vol. 160, 1968, p. 392
- 18/ Idem, p. 392

19/ Allen, op. cit., p. 405

20/ Stent, op. cit., p. 394

21/ Idem, p. 394

22/ Idem, p. 394

23/ Idem, p. 394

24/ Una exploración en mayor detalle en Courard, Hernán
"Orientaciones paradigmáticas en neurobiología", FLACSO,
Material de Discusión N°89, Sept. 1986.

25/ Allen, op. cit., p. 207

26/ Toulmin, Stephen: "The Mentality of Man's Brain", en
Karczmar y Eccles "Brain and Human Behaviour"

27/ Toulmin, op. cit., p.416

28/ Mayr, Ernst: "The Growth of Biological Thought", Harvard
University Press, 1982, p. 119-20

29/ Fuentes, E. y Sánchez, P.: "¿Qué hacen los naturalistas?"
Carta abierta a Luco, en Arch. Biol. Méd. Exp. 15, 1982,
p. 491.

30/ Courard, Hernán: "Notas sobre el desarrollo de la biología
en Chile 1750-1950", FLACSO, Material de Discusión N°85,
Junio 1986

31/ Noé, Juan: "La última lección del profesor" en Biológica,
1946, p. 77

32/ Courard, Hernán, op. cit., Junio 1986.

33/ Brunner, José Joaquín y Flisfisch, Angel: "Los intelectuales y las instituciones de la cultura", FLACSO, 1983.

34/ Brunner y Flisfisch, op. cit., p. 183

35/ Idem, p. 193

36/ idem, p. 202

- 37/ Idem, p. 202
- 38/ Citado en Fuenzalida, Edmundo: "The Institutionalization of Research in Chile's Universities", mimeo 1982
- 39/ Fuenzalida, op.cit.
- 40/ Idem, p. 46
- 41/ Reglamento del ICB, Título I, artículo 2º
- 42/ Ver Apéndice I
- 43/ Krauskopf Manuel y Pessot Rafael, ver Apéndice II
- 44/ Idem
- 45/ Allende, Jorge: "Las contribuciones del Dr. Hermann Niemayer al desarrollo de las ciencias biológicas en Chile y América Latina", en Arch. Biol. Méd. Exp. 15 (1982) p. 11.
- 46/ Niemayer, Hermann: "Veinte años de trabajo en hexoquinaasa". Arch. Biol. Exp. 15 (1982)
- 47/ Niemayer, op. cit., p. 15
- 48/ Idem., p. 15-16
- 49/ Idem., p. 16
- 50/ Idem., p. 18
- 51/ Idem., p. 24
- 52/ Ver más adelante pp. 13-18
- 53/ Idem
- 54/ "La tarea de la neurociencia moderna es tan simple como formidable. Despojada de detalles, su meta central es proveer un conjunto intelectualmente satisfactorio de explicaciones en términos celulares y moleculares acerca de la mentación normal: de la percepción, coordinación motora, sentimiento, pensamiento y memoria. Sumado a ello, la neurociencia quisiera en último término dar cuenta también de los desordenes en las funciones producidas por las enfermedades neurológicas y psiquiátricas". Kandel, Eric: "The Origins of Modern Neuroscience" en Annual Review of Neuroscience, 5th anniversary, p. 299.

- 55/ Courard, Hernán: op. cit., junio 1986
- 56/ Memoria del Laboratorio de Neurofisiología, U.C. 1981
- 57/ Cori, Osvaldo: "Francisco Hoffmann, profesor de Fisiología 1902-1981 en Figuras Señeras de la Ciencia Chilena, N°1 Ed. Universitaria 1981.
- 58/ Orrego, Fernando: "Neuroquímica, Neurotransmisores, Drogas". Arch. Biol. Méd. Exp. 15 (1982), p. 273
- 59/ Idem., p. 274
- 60/ Bencke, Rolph: "El árbol de conocimiento", Ed. Universitaria, 1979, Introducción.
- 61/ Idem
- 62/ Idem
- 63/ Idem
- 64/ Vial Correa, Juan de Dios: "Notas sobre la investigación biológica en Chile", Cuadernos del CEREN N°8, p. 71
- 65/ Niemayer, Hermann: "La comunidad chilena de biólogos", Arch. Biol. Méd. Exp. 17 (1984) p. 10
- 66/ Idem, p. 12
- 67/ Izquierdo, Luis: "Una visión de la comunidad científica nacional", CPU, 1981, p. 109
- 68/ Vial, op. cit., p. 71
- 69/ Idem., p. 71-72
- 70/ Vial, op. cit., pp. 72-73
- 71/ Vial, p. 72
- 72/ Ureta, Tito: "La sociedad de biología de Chile: morfología de una comunidad simbiótica", p. 43.
- 73/ Garfield, Eugene: "Current Comments", August 15 y 22, 1983.

- 74/ Izquierdo, Luis: "Medición de la ciencia en América Latina", CAUCE/12-18 Marzo 1986, p. 14.
- 75/ Ver Apéndice III
- 76/ Ureta, Tito: "Revistas chilenas de biología. Una súplica por menos cantidad y mayor calidad", Arch. Biol. Méd. Exp. 13, 1980.
- 77/ Idem
- 78/ Vial, op. cit.
- 79/ Niemayer, op. cit., p. 10
- 80/ Idem, p. 11

