

Formación de científicos

DR. HERMANN NIEMEYER F.

El proceso de formación de un científico¹ tiene la complejidad propia de una actividad humana superior y va a depender de las cualidades personalísimas de cada individuo y del ambiente cultural y social en el que se desarrolla. En este aspecto adquieren una especial dimensión la influencia que el medio familiar, así como la educación básica y media ejercen sobre el científico en formación. Pero estos son aspectos que no abordaré, limitándome a exponer algunas consideraciones generales sobre la tarea del científico y los enfoques de la universidad para contribuir a su formación.

QUE ES UN CIENTIFICO

Científico, en una primera aproximación, es una *persona cuya principal actividad sistemática es hacer investigación científica*. Es su modo de vivir, de satisfacer sus aspiraciones de realización como persona y de conseguir por este camino, y no por otros, los medios de subsistencia. Destaco lo de su principal actividad, en contraposición a su total actividad, para indicar que el científico está inserto en una colectividad y como tal estará, en medida variable, interesado en lo que allí sucede, no podrá desligarse del acontecer social, político y cultural. Toda la gama de inquietudes humanas y de

¹Trabajo preparado sobre la base de conferencias dictadas en 1983 en la Universidad de Antofagasta, la Universidad de Concepción y la Universidad de La Serena y que se refiere al científico que trabaja en las llamadas ciencias exactas y naturales.

actividades resultantes de ellas podrá servir de acompañante a su función prioritaria, que es hacer investigación científica. Esta es la que le demanda más tiempo y atención, a la cual le dedica su mayor esfuerzo, y la que más lo satisface como manera de vivir. Esto último es muy importante. El trabajo de investigación científica exige que se haga con gusto, pues es a la vez trabajo y entretenimiento. Trabajo con gusto es trabajo fuerte, con el intelecto despierto.

Muchas veces entran dudas al científico joven, o al ya maduro, sobre su *capacidad para realizar investigación*. Esta capacidad comprende un conjunto complejo de propiedades intelectuales y emocionales —que no vamos a discutir—, por lo que no es fácil saber con algún grado de certeza si se está realmente capacitado para hacer investigación. Es decisivo para el autodiagnóstico, la necesidad que tiene de hacerla, como para que pueda sin mucha dificultad dejar maneras alternativas de realizarse como individuo, que tal vez le proporcionarían otras satisfacciones, muy apetecidas por otras personas.

La *investigación no es tarea exclusiva del científico*, pues también puede resultar del interés de cualquier profesional que junto a su tarea cotidiana encuentra disposición de ánimo y tiempo para una labor de búsqueda sistemática en algún área del conocimiento, que pasa así a ser su actividad accesoria. No incluyo en ella la indagación que con frecuencia debe hacerse en la labor habitual, que tiene unas coordenadas bien definidas de operación y no tiene el desafío de lo imprevisible, propio de la investigación científica. Corresponde a la acumulación de datos, confección de catastros de recursos, prueba de nuevos procedimientos técnicos, que es una tarea absolutamente necesaria, pero que no constituye una investigación científica en sentido estricto.

QUE HACE UN CIENTIFICO

El científico *escoge un problema y trata de solucionarlo* y la búsqueda de su solución debe ser llevada *al límite de profundidad* posible en el momento y en las circunstancias en que se encuentra el investigador. Esta es la dirección y la meta. Ya se verá si se puede cumplir. La solución misma, aunque momentáneamente parcial, debe representar una *contribución original que incremente el conocimiento previo*. De la calidad de la pregunta formulada, del éxito que haya conseguido en su solución y de las perspectivas que abre al desarrollo de su disciplina van a depender la consideración y el aprecio que la comunidad tenga del científico.

El desarrollo continuo es esencial para el conocimiento científico, de modo que si la ciencia cesa de desarrollarse pierde su carácter propio. Es la forma de su desarrollo lo que hace a la ciencia racional y empírica. El *examen crítico de las teorías disponibles lleva a ponerlas a prueba y refutarlas*, lo cual conduce a experimentos y observaciones en los que no se había pensado antes, si no fuera por el estímulo y la guía tanto de las teorías como de las críticas a ellas. La ciencia es, al parecer, una de las pocas actividades humanas en la cual los errores son criticados sistemáticamente y, muy a menudo, con el tiempo, corregidos. Es esta condición la que permite decir que en *la ciencia a menudo se aprende de los errores* y, por lo mismo, que se realizan progresos en ella. La ciencia comienza con problemas, que surgen cuando las teorías defraudan las expectativas del hombre o lo enredan en dificultades, en contradicciones, y éstas pueden surgir dentro de una teoría o entre dos teorías diferentes o como resultado de un conflicto entre las teorías y las observaciones. Por lo demás, sólo a través de un problema se adquiere conciencia de que se está sosteniendo una teoría. Es el problema el que nos acicatea a aprender, a hacer avanzar nuestro conocimiento, a experimentar y a observar. La ciencia parte de los problemas y no de observaciones, aunque éstas puedan dar origen a un problema, especialmente si son inesperadas, vale decir, si chocan con nuestras expectativas o nuestras teorías².

Buscar el problema, hacerse las preguntas pertinentes, es lo sustancial del quehacer científico y es tal vez lo más difícil. Requiere conocer mucho de lo que ya se sabe sobre el tema preseleccionado como materia de análisis. El hombre de ciencia se encuentra sumergido en un *medio cultural que le suministra un caudal de conocimientos*, acumulado a lo largo de mucha historia, como asimismo una *manera de mirar el mundo y abordar los problemas*.

ATMOSFERA COLECTIVA DE CREATIVIDAD

El conocimiento es hoy día inmenso y está contenido en copiosísimos volúmenes, lo que representa una dificultad no pequeña. De allí la importancia que tienen las agrupaciones de gentes haciendo ciencia, con la posibilidad de establecer un intercambio de ideas vivas, recién naciendo algunas, que todavía no han sido siquiera sometidas a pruebas rigurosas. Los pequeños cenáculos donde discutían el maestro y sus aprendices ya no son

²Estas ideas se encuentran tratadas en forma amplia y profunda en K.R. Popper. "Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico". Ed. Paidós, Barcelona, 1972.

suficientes para recoger la información existente y reconocer la multiplicidad de nuevos problemas que deriva de ella y la multiplicidad de maneras de abordarlos en búsqueda de una solución. Se han creado así los Institutos de Investigación, los Departamentos de Universidades dedicados al cultivo y la enseñanza de una disciplina, las Academias de Ciencias, las Sociedades Científicas o Asociaciones y Federaciones de ellas. Se organizan pequeñas, medianas y grandes reuniones de científicos bajo la denominación de jornadas, reuniones, simposios, coloquios, talleres, congresos, etc. Todo va dirigido al intercambio de información, a la discusión de resultados recién obtenidos, a la gestación de nuevas ideas y proyectos, a la *formación de una atmósfera colectiva de creatividad*. Parece aceptable la tesis de que hoy, al menos, la *investigación científica es en buena medida una labor colectiva de ensayos y errores*. Es la comunidad científica universal la que está dando la base de ideas, de métodos, y hay que estar incorporado a ella para poder hacer ciencia. Esta tesis no desconoce el papel fundamental y absolutamente necesario que el científico como individuo está jugando en cada instante, seleccionando, discriminando, estableciendo nuevas relaciones, imaginando situaciones antes no previstas, dirigiendo grupos humanos, con grados variables de creatividad y empuje y que da como producto un aporte original, que ocasionalmente provoca saltos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

NUESTRO PAPEL EN LA FORMACION DE UN CIENTIFICO

El papel de una comunidad que se propone hacer ciencia y, por lo tanto, formar científicos, es proporcionarle a alguien interesado en la ciencia las condiciones para que *llegue a incorporarse como individualidad activa a esa comunidad universal*. Implica, por una parte, *entregarle los conocimientos teóricos e instrumentales* requeridos por la ciencia contemporánea para entenderla, creándole así la posibilidad de hacer más tarde una contribución personal. Esto significa que quienes le enseñan los fundamentos de la ciencia tengan una cabal comprensión de la ciencia, sean poseedores de conocimientos profundos y actualizados, y estén ellos mismos *haciendo una investigación científica valedera*, o al menos hayan estado expuestos a una experiencia personal en investigación. Además implica, y esto es tal vez lo más difícil e importante, *crearle al futuro científico la atmósfera adecuada que lo estimule y posibilite su desarrollo individual*, que le permita escoger e informarse por cuenta propia, imaginar e intentar con independencia algún proyecto de trabajo creativo.

Una de las dificultades para formar científicos estriba en que toma tiempo conseguir esa atmósfera, pues son muchos los elementos que deben armonizarse. Lograr una comunidad científica medianamente desarrollada toma al menos una generación y, desgraciadamente, requiere poco tiempo destruirla.

La atmósfera de que hablo incluye, por un lado, el *microambiente* que se genera en un *grupo de trabajo en la convivencia diaria*, donde es muy importante la naturaleza de los individuos que interactúan. Allí se establece una escuela de pensamiento y de actitud frente a la disciplina que se cultiva. Por otra parte, incluye ampliaciones de ese ámbito para configurar grupos de mayor número de personas, en una institución, en una localidad. Sin embargo, aunque se logre un ambiente científico doméstico más o menos maduro y rico, hay el peligro de que ocurra lo que un genetista llamaría *endogamia intelectual*, que podría definirse como una circulación interna de modos de pensar que, por imperfección humana, suelen ser restringidos. No es extraño, entonces, que desde tiempos muy lejanos los científicos, así como los artistas, viajen a otros centros culturales y reciban la visita de personas que realizan su labor en otra parte.

PROGRAMAS LATINOAMERICANOS EN CIENCIAS

La necesidad de romper el aislamiento de la comunidad biológica chilena fue una razón importante para gastar tiempo, junto con otros científicos latinoamericanos, en participar activamente en los *Programas Multinacionales en Ciencias* que inició hace más de 15 años la Organización de los Estados Americanos (OEA) y que dieron valiosos frutos. También hace unos doce años los biólogos chilenos trabajaron en la formación del *Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Biológicas* (CEACB) y luego, con la compañía de grupos de investigadores latinoamericanos, en la organización del *Programa de Entrenamiento de Postgrado en Ciencias Biológicas* (RLA 75/047; RLA 76/006; RLA 78/024), patrocinado por los gobiernos y con el apoyo financiero y técnico del Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) y Unesco. Asimismo, algo más tarde, logramos poner en marcha un programa semejante, también con el concurso de PNUD/Unesco, pero de carácter nacional, el *Programa de Desarrollo de las Ciencias Biológicas* (CHI 81001). Muchos de los biólogos chilenos han participado en algunas de sus actividades. En gran medida estos programas están destinados a producir el intercambio de estudiantes de ciencias biológicas básicas y de científicos, principalmente de países latinoamericanos.

Los programas han permitido disponer de becas, se han realizado cursos y simposios con la concurrencia de científicos extranjeros a los eventos nacionales, y de chilenos a los de otros lugares. Aun se pudo en un momento dar apoyo a proyectos conjuntos de investigación de laboratorios de dos o más países sudamericanos. Actividades de esta clase deberían promoverse en otras áreas de las ciencias y, según he sabido, se están presentando los proyectos pertinentes, semejantes a los de Biología³. Todo esto forma parte de la atmósfera en la que debe estar inmerso el científico en formación y que es muy importante para ampliar su visión del campo de su futuro desempeño. Hemos estado provocando, a través de una acción consciente y programada, lo que ha ocurrido espontáneamente en países que hoy exhiben un gran desarrollo científico y tecnológico.

Un país o una *institución que se propone disponer de un plantel de científicos*, crear ese ambiente necesario para su ejercicio y desarrollo, y contribuir a la formación de nuevos científicos, debe hacerlo con seriedad y plena conciencia de lo que se propone. Es una empresa de largo aliento, que demanda un esfuerzo grande y continuado, en una dirección sostenida. Exige recursos financieros ordenados en el tiempo, que deben restarse a otras acciones posibles, porque generalmente los recursos no sobran. Esto implica tomar decisiones bien fundamentadas, capaces de trascender los cambios accidentales de personas, *establecer políticas* que se cumplan en lo inmediato y se mantengan durante el intervalo programado.

PARA QUE FORMAR CIENTÍFICOS

Hay consenso, me parece, en que *la investigación científica es una necesidad*, no un lujo, *en un país moderno, más aún si es pobre o se encuentra en retraso tecnológico*. Se ha escrito bastante sobre esto, los periódicos lo han divulgado y ya la mayoría de los países latinoamericanos, por ejemplo, disponen de organismos gubernamentales que impulsan y dan apoyo económico a la investigación científica y tecnológica.

El Estado chileno reconoció en 1967, al crear la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), el *papel que la ciencia y la*

³En 1984 se pusieron en marcha los programas de fortalecimiento del desarrollo de las Ciencias Matemáticas (CHI 84/004), Físicas (CHI 84/005) y Químicas (CHI 84/006) y se renovó el de la Biología (CHI 84/004). Estas actividades destacan una definida política en Ciencias del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico creado por el gobierno en 1982 para recomendar las acciones en estas materias.

tecnología tienen como factores esenciales del proceso que tiende a un mayor desarrollo económico y social, con un enfoque contemporáneo. Este enfoque debe ser capaz de plantearse y resolver los problemas propios de una comunidad en pleno crecimiento. En el *Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico* aprobado por el actual gobierno en marzo de 1976 se dice claramente que "la ciencia básica es un componente consustancial de la cultura contemporánea y, en consecuencia, debe ser preocupación del país preservarla y cultivarla. La investigación en Ciencia Básica, aparte de su aporte a la creación de nuevo conocimiento, constituye una actividad indispensable en el proceso de la formación de recursos humanos altamente calificados, y es, además, un factor dinámico importante en la infraestructura de la ciencia aplicada y de la tecnología" (CONICYT, Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Santiago, Chile, 1976).

EL CIENTIFICO COMO EDUCADOR

No voy a fundamentar más estas afirmaciones, pero deseo destacar algo que todos saben, y es que la mayor parte de la *investigación científica del país se realiza en las universidades*. Se cumple así una de las principales funciones sociales de la universidad, que es contribuir a la buena formación de los profesionales que el país necesita. Cualquier profesión, especialmente aquellas que exigen un conocimiento teórico básico de cierta amplitud y profundidad, requiere de quien la ejerce un espíritu crítico y flexible para adaptar lo que ha aprendido a las condiciones variables que se le presentan a cada instante. La actitud se aprende difícilmente en los libros, que están más bien destinados a dar la información comprimida y simplificada de los conocimientos acumulados hasta el momento de su publicación. Es el profesor el encargado directo de educar al alumno en el modo de evaluar esos conocimientos, de analizar la seguridad y las incertidumbres de ellos, de proyectarlos hacia el futuro. En el ejercicio de hacer ciencia el investigador está en forma permanente en esa actitud de sospecha y duda sobre lo que sabe o cree saber, de búsqueda de uno entre varios caminos alternativos para resolver esas dudas, y, por lo tanto, sin proponérselo, va transfiriendo a sus alumnos este estilo de conocer. No importa que no sea un brillante expositor, que sea a veces oscuro al tratar de simplificar lo que él sabe que es complejo. Estimo que, a pesar de estas deficiencias, el docente que es *investigador, es más valioso en la universidad, que el que repite con habilidad lo que resumen los textos*.

Es poco menos que imposible que un país con una tradición científica tan reciente como el nuestro y otros latinoamericanos pueda dar cumpli-

miento a este ideal. Hemos analizado antes someramente cómo la formación de un científico requiere un tiempo largo. Hay que hacer compromisos y se vislumbran muchos caminos posibles, que no son excluyentes, para lograr un plantel docente que sirva de núcleo de formación de docente-investigadores. Por ejemplo, la *presencia permanente en el grupo docente* que no hace investigación *de científicos activos* en alguno de los campos principales relacionados con las profesiones que se enseñan. En este sentido me parece que es importante enriquecer la comunidad nacional de ciencia, *trayendo al país a científicos chilenos que se encuentran en el extranjero* y que ya han mostrado su capacidad para hacer investigación independiente y de buena calidad. Si se les ofrecen unas condiciones dignas de trabajo, no sólo en cuanto a niveles de subsistencia, sino de facilidades para proseguir su labor, estoy seguro de que se podría conseguir en poco tiempo disponer de la masa crítica de gente para iniciar la creación de esa atmósfera de ciencia de que conversábamos antes.

Si simultáneamente se organizan *cursos periódicos de actualización*, se delinean políticas de *perfeccionamiento del plantel docente* —que conduzcan o no a grados académicos no es decisivo— en centros de desarrollo relativo mayor en cuanto a investigación científica, se contribuirá a una mejor formación inicial de los profesionales y de los futuros investigadores y se facilitará la selección de los jóvenes más aptos para una futura dedicación a la ciencia. Mucho de lo que estoy diciendo no es válido sólo para las ciencias exactas y naturales, sino también para las sociales y humanas, cuyo desarrollo es también un deber de las universidades y del país. Con acciones coordinadas en el tiempo se puede acelerar el proceso de llegar a tener un medio enriquecido culturalmente, con su propia capacidad de desarrollo y crecimiento.

Corresponde preguntarnos ahora por los mecanismos que podrían ponerse en práctica para contribuir a la formación de nuevos científicos.

SISTEMAS DE FORMACION DE CIENTIFICOS

Desde un punto de vista práctico uno puede imaginar dos sistemas extremos para formar un científico que, con variaciones, han operado en forma sucesiva en el desarrollo de la comunidad biológica chilena y, posiblemente, de otros lugares del mundo con respecto a muchas ciencias. Un sistema podría definirse como el *modo artesanal*, de vinculación directa entre aprendiz y maestro, en que alguien que quiere saber se acerca a alguien que sabe más. De a poco, con lentitud y mucho esfuerzo personal, puede llegar, parchando por aquí y por allá, a conocer lo suficiente de una ciencia y hacer

contribuciones que pueden ser valiosas. Exige esta modalidad mucho entusiasmo y tesón del aprendiz. Es así como nos formamos los más antiguos de la joven comunidad científica chilena. Fuimos entrenados para ejercer una cierta profesión, pero nos sedujo hacer investigación y tuvimos que aprender cosas nuevas, a medida que las íbamos necesitando, y estas cosas nuevas eran muchas veces las fundamentales, las que debiéramos haber aprendido primero. El rendimiento del sistema artesanal es bajo, pues son pocos los que quedan después de iniciado el camino.

El otro sistema es el *formal*, que conduce a *grados académicos*. Implica la realización de estudios en forma planificada, en sucesión lógica, que se inician a edad temprana de la vida. Este enfoque es relativamente nuevo en Chile y adquiere carta de ciudadanía con la creación, a comienzos de la década de los sesenta, del Instituto de Ciencias, luego Facultad de Ciencias, en la Universidad de Chile, que separa a los estudiantes de ciencia de los de las carreras clásicas profesionales. La creación de Licenciaturas en Ciencias, seguida pronto de Doctorados en Ciencias, significó un gran estímulo para el crecimiento de la colectividad científica chilena y para su mayor solidez en cuanto a conocimientos fundamentales.

Como antecedentes de importancia podemos mencionar la reglamentación de 1955 de la Facultad de Medicina y Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que permitió la formación de doctores en Ciencias Biológicas en esa facultad y luego en el Instituto de Ciencias Biológicas. También es de destacar en relación con ciencia y tecnología, la creación de los Institutos Centrales de Ciencias en la Universidad de Concepción en 1959, de acuerdo con un proyecto que empezó a ser estudiado en 1950. Considero ésta una importante innovación en la universidad chilena que posteriormente fue modificada, tal vez por dificultades en asuntos prácticos.

En los últimos años se ha vuelto a pensar en el problema de la enseñanza de profesionales universitarios y de científicos en el seno de las universidades, de las sociedades científicas y de la Academia Chilena de Ciencias del Instituto de Chile. He participado en algunas de estas discusiones, que han llevado a ciertas ideas centrales algo diferentes a las que imperan tradicionalmente en la universidad chilena, y me siento lo suficientemente comprometido como para exponerlas.

LAS LICENCIATURAS EN CIENCIAS

Fundamentalmente se trata de *aceptar una licenciatura como base de la educación universitaria*, pero son sus características y posibilidades las que dan cierta

novedad al sistema, el que se encuentra resumido en las proposiciones que hizo la Academia Chilena de Ciencias para una eventual revisión de la legislación vigente sobre educación superior (Proposiciones de la Academia Chilena de Ciencias en lo que se refiere a Ciencias y Tecnología. Bol. Acad. Chilena Ciencias Inst. Chile 2, 60-64, 1984).

El grado de Licenciado sería concedido a los estudiantes que han cumplido un programa de estudios acerca de un conjunto de disciplinas afines, de una amplitud y profundidad tales que les confieran la capacidad para optar a los grados académicos superiores, Magister y Doctor, y a títulos profesionales universitarios. Los estudios tendrían una duración de ocho semestres académicos en régimen de tiempo completo y no requerirían una tesis. Esta parece ser una norma aceptada por varias universidades chilenas y ya puesta en práctica. Podrían incluirse *unidades de investigación*, equivalentes a cursos electivos en cuanto a reconocimiento curricular, y que complementarían las otras actividades del plan de estudio.

Se estima que sería suficiente establecer sólo *cuatro licenciaturas en Ciencias Exactas y Naturales*: en Matemática, Física, Química y Biología, nombradas en orden decreciente de necesidad de las otras ciencias. Mientras la formación de un biólogo requiere componentes curriculares importantes de Matemática, Física y Química, la de un químico necesita bases más fuertes en Física y Matemática que en Biología, y para formar un físico, la Matemática parece más esencial que la Química y la Biología. Contrariamente a lo que postulan muchos de nuestros matemáticos, creo que, dada la norma de mala calidad de la enseñanza media en materia de ciencias, el plan de estudios de un Licenciado en Matemática debiera incluir componentes de las otras ciencias, lo que contribuirá, sin duda, a darle al matemático una formación más integral como hombre de ciencia, con mayores posibilidades de interacción con investigadores de otras disciplinas. Si se piensa en cuatro años de estudios, es obvio que los programas deben adecuarse a esta disponibilidad de tiempo y deberán seleccionarse con extrema cautela las materias más esenciales por su carácter formativo, dejando para una etapa ulterior muchas otras que ilustran la variedad riquísima de cada ciencia y que van conduciendo a la especialización paulatina del estudiante. En este ciclo de estudios así acotado será indispensable aplicar la noción de *enseñar menos, pero enseñar mejor*, que debe, por lo demás, aplicarse a todos los niveles de la educación (H. Niemeyer, Enseñanza de los ramos básicos en la Escuela de Medicina, Rev. Med. Chile 94, 310-315, 1966).

PLAN FLEXIBLE

Las *actividades curriculares* incluirían algunas de carácter *obligatorio* y otras *electivas*. Las actividades electivas darían flexibilidad al sistema, y pueden corresponder a asignaturas de profundización y de extensión en cualquiera de las ciencias obligatorias de una determinada licenciatura. Puede imaginarse que se organicen conjuntos de actividades electivas con una cierta orientación, que permitan dar una mención a la licenciatura y un grado inicial de especialización. La licenciatura así concebida no sólo serviría de *base para formar un científico*, en el sentido de investigador en ciencia, sino también como *requisito para profesiones con título universitario*. Se entiende por éstas aquéllas cuyo ejercicio exige estudios con buena fundamentación teórica y un grado de profundización como el que otorga una licenciatura. De allí que se esté proponiendo un esquema en que cada una de las cuatro licenciaturas pueda servir como requisito para más de un título universitario. El estudiante podría tener la opción de tomar cursos y otras actividades electivas de carácter profesional, siempre que se cumplan las exigencias de requisitos estipulados para ellos. Una de las menciones de la licenciatura podría señalar esta dirección profesional. Es claro, por lo dicho, que el esquema significa que licenciaturas con igual denominación no tienen que ser necesariamente iguales, sino equivalentes en sus planes de estudio y contenidos programáticos, de acuerdo a lo que cada universidad desee hacer y esté capacitada para hacer y ofrecer, y a lo que cada alumno vaya eligiendo como actividades electivas. Tal como una licenciatura de cierta denominación puede conducir a más de una carrera profesional, también más de una licenciatura puede llevar a una misma carrera profesional. Todo dependerá de cómo se organice el plan de estudios y se balanceen apropiadamente las actividades obligatorias con las electivas. Estas situaciones se pueden ilustrar con algunos ejemplos que fueron analizados en la Academia Chilena de Ciencias.

UNIDIRECCIONALIDAD EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

El sistema que estoy comentando permite corregir algunos de los *defectos más serios, frecuentes en el sistema universitario chileno*. El principal —que es causa de otros— es el *carácter unidireccional de la educación*, que obliga al alumno a tomar una decisión muy precoz con respecto a su destino personal y a la función que ha de cumplir en la sociedad. Se “entra” a una carrera y de allí se

sale con un título o grado prefijado o se fracasa. El cambio y la búsqueda del propio camino no es posible sin pérdida considerable de tiempo y de esfuerzo del propio estudiante y de la institución que lo educa. La situación es más grave aún si se considera que son muchos, tal vez la mayoría, los estudiantes que son admitidos en carreras e instituciones que no son de su preferencia en el momento que se los obligó a tomar una decisión. La llamada muerte académica, es decir, el abandono de las aulas después de un año en la universidad, y a veces dos o tres, que se refleja en el bajo número de titulados con respecto a los que ingresan a muchas carreras universitarias, es un hecho bien conocido de nuestra realidad universitaria. El proyecto de científico, o de profesional, que apenas sabe lo que quiere, tendrá oportunidad de ponerse a prueba, de saber con alguna seguridad —nunca con seguridad completa, por cierto— lo que está escogiendo. La *posibilidad de transferencia desde una licenciatura a otra, y de elección de una entre varias carreras profesionales afines, y de menciones del grado* cuando el destino que se aspira es el de investigador científico, la búsqueda de su propio camino de acuerdo a su preferencia y al desarrollo de vocaciones bien fundamentadas, y de acuerdo también a las capacidades desarrolladas y puestas a prueba a través de algunos años, representan perspectivas muy alentadoras para el estudiante y una buena garantía para la universidad y para el país.

Estas mismas ideas fueron expuestas con énfasis diferente en la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. (H. Niemeyer. La enseñanza de las ciencias básicas en la formación profesional. *Anales Academia de Estudios Profesor Alfonso Leng. Facultad de Odontología, Universidad de Chile*, 2, 86-91 (1984).

REQUISITOS PARA ESTABLECER LICENCIATURAS

Pero este sistema tiene exigencias que deben cumplirse para ser eficaz y respetado por la colectividad estudiantil, y cuyo cumplimiento el Estado tiene la obligación de cautelar. Para establecer un programa de licenciatura, la universidad debiera acreditar, disponer de unidades de trabajo formadas por personal académico adecuadamente preparado y dedicado exclusivamente a la investigación y la docencia superior, al menos en las áreas principales del plan de estudio. La licenciatura es especialmente exigente en estos aspectos, ya que uno de sus productos será un individuo que aspira a dedicarse a la investigación científica y, posiblemente, a la enseñanza superior. Ya comentamos las dificultades que se vislumbran para demandar que toda enseñanza universitaria la imparten investigadores y las posibles

soluciones para paliar esa dificultad, por lo cual no insistiremos en asunto tan crucial. Debe pensarse que los investigadores y los académicos que han tenido experiencia en investigación sean los responsables de la enseñanza y de su control, lo que sin duda aumentará la confianza en la institución.

Aunque parezca obvio, es menester destacar que las universidades que tomen la decisión de iniciar o mantener un programa de licenciatura, deberán tener las instalaciones físicas de aulas, laboratorios e instrumentos y materiales, así como las bibliotecas actualizadas, que se requieran razonablemente para cumplir su cometido.

La aplicación de un sistema como el que comentamos tiene importancia para las unidades académicas que cumplen estas condiciones y que actualmente se sienten destinadas a dar sólo docencia para cumplir los requisitos de alumnos de las carreras profesionales. Se dice que "prestan servicios" a escuelas o facultades. Creo que es muy importante que el grupo de *docentes-investigadores* tenga la conciencia de tener sus alumnos propios. La licenciatura, como la hemos imaginado, cumple la necesidad emocional del profesor de tener la posibilidad de tener alumnos a quienes pueda entregar lo más que él es capaz de dar, sin necesidad de distorsionar las exigencias científicas reales que pueden tener los estudiantes de algunas carreras profesionales de carácter más bien técnico.

Una licenciatura con más de una salida es importante como *etapa inicial en la formación de científicos*, pues permitirá que se vayan seleccionando los que tengan un mayor y profundo interés en la investigación científica y, a la vez, las condiciones que parezcan más promisorias para llegar a ser un investigador en ciencia. En todo caso, la licenciatura concebida como un plan de estudios realmente mínimo y sin tesis no es sino una primera etapa en la educación formal de un científico, a la que deben seguir otras, como el Magister y el Doctorado.

EL DOCTORADO EN CIENCIAS

El grado de Doctor es el más alto reconocimiento que la universidad otorga a la persona que ha cumplido un programa destinado a capacitarlo para contribuir en forma independiente al progreso de una determinada disciplina. Aunque las actividades del programa —incluyendo la tesis de grado— se realicen bajo la guía de un tutor, el estudiante de doctorado debe demostrar la adquisición de una capacidad de crítica independiente, de creatividad frente a lo que lee y a lo que proyecta para su trabajo experimental —cuando es el caso—, una capacidad de expresar lo que piensa y de

comunicar lo realizado, de hacer una síntesis de lo nuevo con el conocimiento preexistente. Todo esto no significa sino la adquisición —si no las tenía ya— de unas cualidades personales que le dan las mejores oportunidades para transformarse en un investigador independiente y productivo. Por supuesto que el diploma de Doctor no es garantía de que quien lo posee resulte un investigador científico y menos aún, de que sea un buen investigador. Pero indudablemente, el Doctor ha pasado unas barreras que lo señalan internacionalmente como del más alto nivel potencial para hacer ciencia. Hay acuerdo entre los científicos chilenos y de otros países latinoamericanos que nos hemos reunido para tratar el tema, en que cada país de Latinoamérica debe proponerse *formar a sus investigadores hasta el grado de Doctor*. Y, además, en que cada universidad debe darse como meta que todo su *cuerpo de profesores tenga este grado*.

Los programas que conducen al grado de Doctor tendrán como requisito para sus postulantes el poseer el grado de Licenciado y cumplir las condiciones de admisión que cada programa establezca. No parece conveniente que se establezca como obligación la obtención previa de un *grado de Magister*, especialmente si se trata de postulantes con muy buenos antecedentes como licenciados, que den cierta confianza en cuanto a su desarrollo personal. El grado de Magister tiene varias connotaciones que hacen difícil definir su real nivel, pues muchas veces corresponde a un grado de especialización en un campo más o menos restringido. A veces se otorga el Magister como etapa intermedia de prueba de alguien que podrá aspirar a un doctorado y otras constituye un grado terminal, para quien por muy diversas razones no desea o no puede dedicarse a cumplir las exigencias mayores de un programa de doctorado. El Magister puede llegar a ser un investigador independiente de buena calidad o ser un muy estimable colaborador de investigación. Estas alternativas también son válidas para el Doctor, pero se estima que son mayores las posibilidades de éste de llegar a tener una línea propia de trabajo. No hay límites seguros en nada, ni nada se puede predecir con certeza cuando se pretende imaginar el camino a seguir por un científico que está dando sus primeros pasos. Hay cualidades personalísimas que dan mejores indicaciones que los rendimientos escolares del camino que tomará un joven estudiante de ciencia.

Se considera universalmente que la *actividad más importante de un doctorado es la tesis*, en cuya realización y presentación el candidato deberá demostrar sus capacidades para llevar a cabo un trabajo original, con un alto grado de independencia. La tesis corresponde a una investigación individual y debe significar una contribución efectiva al progreso de la disciplina. Es dirigida por un tutor que no puede sino ser un investigador con una línea

establecida y productiva de trabajo, con reconocimiento internacional y experiencia en la formación de estudiantes de ciencia.

Aunque los programas difieren en diversos países, en el nuestro se ha hecho costumbre —que parece conveniente— que los estudiantes tomen asignaturas avanzadas, que les permitan profundizar algunas materias y complementar otras, y asimismo, participen en seminarios bibliográficos, que facilitan la adquisición de un dominio amplio de la literatura en la disciplina objeto de su doctorado. Estas exigencias académicas son especialmente necesarias en el sistema que estamos proyectando, con una licenciatura relativamente breve.

REQUISITOS PARA ESTABLECER DOCTORADOS

Es importante detenerse a considerar las *condiciones que una universidad debe exhibir para sentirse autorizada a otorgar el grado de Doctor* en alguna ciencia. El Centro de Estudios Avanzados en Biología (CEACB) se preocupó hace algunos años de este problema. Los investigadores participantes en su análisis, provenientes de las universidades con mayor desarrollo en investigación biológica, estuvieron de acuerdo en que deben coexistir varios grupos de investigadores dedicados a tiempo completo a la universidad, con líneas establecidas y productivas de investigación en el área de la mención. No bastaría que exista un investigador aislado, por brillante que sea. El estudiante de doctorado necesita de un ambiente diversificado, estimulante y crítico, y sólo así puede favorecerse la formación de un doctor. Por cierto que parece también importante disponer de docente-investigadores de muy buena preparación en áreas afines, que participen en la educación del estudiante, dándole unas bases sólidas y variadas. Si ya pedíamos estas condiciones a los profesores de licenciatura, ellas son absolutamente irrenunciables para la participación como docente en un doctorado.

Aunque parezca trivial, la institución debe estar consciente de que se hace necesaria una adecuada infraestructura de apoyo a las tareas de creación científica —tesis— que incluye locales debidamente acondicionados, bibliotecas y equipamiento instrumental, fondos adecuados para funcionamiento, talleres, personal de secretaría y personal técnico auxiliar, etc. Todo esto parece superfluo, pero es estrictamente necesario para hacer grato y productivo el trabajo, que suele ser competitivo con el de investigadores del resto del mundo, por el hecho de estar lo que se busca en las fronteras del conocimiento.

DOCTORADOS EN CHILE

Desde fines de 1970 estamos estimulando a los grupos más desarrollados en ciencias a hacer el esfuerzo de dar el grado de Doctor en nuestro país. En muchas áreas estamos capacitados para hacerlo, más aún si se cuenta con la colaboración de todos los que trabajan en un mismo campo, aun en diversas instituciones. Las razones para intentar desarrollar programas de doctorado en Chile son varias y las he comentado con alguna fundamentación en alguna parte (H. Niemeyer, Doctorados en Ciencia en Chile, *Mensaje*, 29, 581-587, 1980; Proposición de un Plan Nacional de Desarrollo de la Enseñanza de Postgrado en Ciencias Biológicas Básicas, RLA 76/006, PNUD/Unesco, 1978).

Enumero en forma resumida las ventajas de hacer doctorado en el país: contribuyen al desarrollo de la disciplina y al trabajo de investigación; dan una medida de la capacidad del país en ciencia; son un estímulo a la vida académica al realizarse cursos y seminarios en los que pueden participar docente-investigadores que deseen actualizar conocimientos; la presencia de estudiantes en la etapa de realización de su tesis es un gran estímulo para el grupo donde trabajan y para el tutor que los guía; la presentación parcial o final de los resultados obtenidos en las tesis enriquecen las reuniones científicas.

NECESIDAD DE SISTEMA NACIONAL DE BECAS

Un complemento indispensable de la idea de realizar doctorados en Chile es el otorgamiento de becas de doctorado. Se estima de alta necesidad que el estudiante de doctorado dedique todo su tiempo a las actividades programadas y participe en docencia universitaria y otras actividades sólo en la medida que contribuyen a su formación. Esto se ha repetido muchas veces, desde hace al menos 10 años, e implica el otorgamiento de becas por la propia universidad donde realiza sus estudios o por el Estado. La Academia Chilena de Ciencias y el Comité Nacional de ICSU (International Council of Scientific Unions) han solicitado al gobierno el otorgamiento de *becas de carácter nacional* (Plan Nacional de Becas destinado a apoyar programas conducentes al grado académico de Doctor en el país. *Bol. Acad. Chilena Ciencias Inst. Chile* 2, 54-56, 1984; Estudios de Doctorado en Ciencias. *Bol. Acad. Chilena Ciencias Inst. Chile* 2, 57-59, 1984), que permitan su asignación a los mejores candidatos para realizar sus actividades donde parezca más conveniente. Como regla general, los organismos internacionales o privados

del extranjero no otorgan becas para realizar el doctorado en el país de origen del estudiante, por lo que se estima que el Estado debe asumir la responsabilidad de hacerlo⁴.

Hemos pensado, por otro lado, que el ambiente chileno, aun en las disciplinas más desarrolladas, es relativamente pobre en relación al de otras partes del mundo donde no sólo hay centros muy avanzados sino las distancias son menores entre ellos. Esta consideración nos ha llevado a postular la conveniencia —que se está cumpliendo de alguna manera— de que los jóvenes que se doctoren en el país salgan al extranjero a laboratorios e instituciones de alto prestigio por dos o tres años, haciendo lo que se denomina una *estadía de postdoctorado*. Estos postdoctorados ya están muy establecidos en el resto del mundo y parece una situación especialmente necesaria para los que se doctoren en Chile y otros países de desarrollo científico limitado.

FACTIBILIDAD DE ESTAS IDEAS

Me parece que si se conversa un poco más sobre los temas señalados se va a llegar al convencimiento de que una vez efectuado el diagnóstico de la situación en que se encuentra cada centro universitario, diagnóstico que debe ser realista y exigente, pueden hacerse planes de desarrollo que lleven a cumplir metas como las expuestas dentro de plazos prudentes. ¿Se puede hacer licenciatura? ¿En qué áreas? ¿Qué se tiene y qué falta? ¿Cómo engranarlas con el sistema actual de carreras profesionales? ¿Podrá avanzarse en alguna área hasta el Magister? Las universidades pequeñas o nuevas posiblemente tengan más posibilidades de realizar planes de esta naturaleza, pues quizás tengan menos compromisos adquiridos, y más cercanía física entre los profesores, como para que se reúnan a discutir estas materias. Creo que el destino de las nuevas universidades —universidades derivadas, como también se las llama— depende de la seriedad y rigurosidad con que formulen sus planes de crecimiento y desarrollo, con metas claras y propósitos decididos de alcanzarlos en plazos prudentes. Toda la comunidad científica chilena, estoy seguro, estaría dispuesta a prestar la colaboración que le pidieran para conseguir objetivos de superación.

⁴En diciembre de 1984 el señor Rector de la Universidad de Chile envió el Oficio N° 1471 al Ministro de Educación, en que propone la creación de becas nacionales para estudiantes de postgrado. La Academia Chilena de Ciencias se había dirigido antes al Ministerio (marzo 1983) solicitándole la aprobación de un Plan Nacional de Becas destinadas a apoyar programas conducentes al grado académico de Doctor en el país.