



Facultad de Ciencias
Universidad de la República

¿Qué lugar para las
Ciencias Exactas y Naturales en
(la sociedad y la cultura de)
América Latina?

Rodrigo Arocena, Claudia Cohanoff y Amílcar Davyt

Unidad de Ciencia y Desarrollo
Facultad de Ciencias
Universidad de la República, Uruguay

Montevideo, julio 2003

Indice

Introducción	2
Parte I: Una lectura transversal de los informes por disciplina	3
Parte II: Enfoque general de la problemática encarada	11
Parte III: Para discutir algunos lineamientos generales de acción	19
Parte IV: Acerca de la formación en ciencias exactas y naturales	28
Anexo 1: Información de referencia	33
Anexo 2: Hacia un estudio de caso en Uruguay: formación y desempeño profesional de los graduados en ciencias básicas	50
Referencias bibliográficas	59

Introducción

La UNESCO ha promovido la realización de un estudio sobre *“La enseñanza universitaria de las ciencias exactas y naturales en América Latina: situación actual y desafíos”*. El proyecto está siendo coordinado por la Oficina de Montevideo de la UNESCO y la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Uruguay. En adelante, para abreviar, lo denominaremos Proyecto FC-UNESCO. Para llevarlo a cabo, se ha previsto la elaboración de cinco documentos, cuatro de tipo “sectorial” sobre “las condiciones actuales y los desafíos futuros de los planes y programas de estudio” en Biología, Física, Matemática y Química, respectivamente, y un documento general e interdisciplinario sobre *“La enseñanza universitaria de las ciencias exactas y naturales en América Latina: una visión integrada de la ciencia”*. En diciembre de 2002 se presentó una primera versión de ese documento general, del cual ésta es la versión revisada.

En la Parte I, se presenta una suerte de “relatoría” de los informes “sectoriales” disponibles, que son los que se refieren a Biología, Física y Matemática. Luego se aborda, en la Parte II, la cuestión general de la inserción de las ciencias exactas y naturales en la sociedad latinoamericana, procurando justificar la afirmación de que el primer problema de las CB en América Latina es el de la construcción de una base social y cultural más sólida que la actual. En la Parte III se esbozan, en el marco de la reflexión sobre las posibilidades de desarrollo de la región, ciertas ideas para profundizar las relaciones de sus Facultades de Ciencias con otros actores colectivos, y se deducen de ellas ciertas sugerencias concretas. En la Parte IV se encaran específicamente algunos problemas relativos a la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, incluso los que surgen de la compartimentación entre disciplinas, llegando también a formular algunas sugerencias.

El Anexo 1 presenta una información relativamente amplia sobre la situación y el contexto de la investigación y la enseñanza universitaria en América Latina, con lo cual ofrece ciertos elementos de juicio para el análisis de las afirmaciones formuladas previamente.

El Anexo 2 se ocupa de las perspectivas que se ven en Uruguay para los graduados en ciencias básicas, a partir de los primeros resultados de un estudio que los autores de este informe impulsaron en paralelo con la preparación del mismo, combinándolo con el dictado del curso “Universidad, Ciencia y Tecnología”, lo cual permitió contar con la colaboración de varios estudiantes en esta investigación.

Parte I: una lectura transversal de los informes por disciplina

Los “términos de referencia” para este documento establecen que el estudio en el cual se enmarca ha de incluir “una discusión de las perspectivas de los programas de enseñanza de las ciencias y los desafíos-oportunidades para su transformación, así como posibles perfiles, en relación a los destinos deseables de los futuros profesionales.” Los siguientes temas deberán ser considerados:

- a) Las carreras de ciencias exactas y naturales en la región
- b) Análisis de correspondencia con:
 - i. Las capacidades académicas y de investigación
 - ii. Las realidades económicas y sociales de los países de la región
- c) Destino de los profesionales de ciencias en América Latina
- d) Perfiles deseables futuros de los programas de enseñanza de las ciencias; formación requerida para los distintos destinos deseables de los futuros profesionales en ciencias
- e) Destacar las particularidades que podrían tener las variables (objetos de estos estudios) en relación a los paradigmas dominantes en centros académicos de excelencia de Europa y Norte América
- f) A manera de síntesis: desafíos y oportunidades para la enseñanza universitaria de la ciencia en América Latina

En esta parte, recopilamos ciertos elementos que los informes referentes a cada disciplina ofrecen para la discusión de cada uno de los temas consignados e insertamos ciertos comentarios preliminares, que serán desarrollados después.

Las carreras de ciencias exactas y naturales en la región

(a) Una meta de hecho prioritaria

De una u otra forma, todos los informes señalan que la enseñanza en Ciencias Básicas (CB) que se ofrece en América Latina tiene como meta primera la formación de investigadores.

El informe sobre Biología (Wong, 2002, en adelante mencionado como Inf Biol) presenta, en su capítulo 2, un “Panorama de la enseñanza en biología en Latinoamérica”, basado en información referente a veinte universidades de la región. En función de la misma anota (p.28): “En la mayoría de los casos analizados, la formación dentro de los programas de Licenciatura se presenta como diversificada y orientada a desarrollar supuestamente a la investigación como orientación primaria y a la cumplimentación de tareas prácticas (servicios técnicos, trabajos de campo, etc.) como orientación secundaria.”

El estudio de la situación de la Física (Magaña, 2003, en adelante mencionado como Inf Fís) hace una afirmación central: “La inmensa mayoría de las carreras tienen la vocación de formar investigadores y toman el enfoque de formar graduados preparados para realizar estudios de doctorado en Física y realizar investigación que, en la mayoría de los casos, se

realiza en las universidades públicas y en un porcentaje muy escaso en empresas privadas.” (Inf Fís, p.5)

El informe sobre Matemática (Jacovski y Wachenchauzer, 2002, en adelante mencionado como Inf Mat) apunta claramente en una dirección similar.

(b) *Panoramas de conjunto*

En relación a la Física, se dibuja el siguiente panorama global basado en la consideración de algo más de 45 carreras ofrecidas en la región: “La mayoría (más del 80%) de los programas de estudios de las carreras de Física de las universidades latinoamericanas están enfocados únicamente a la formación de investigadores científicos en Física. De este modo, los egresados de nivel licenciatura están preparados para iniciar cursos de doctorado en Física, no para una vida profesional, sino de estudiante graduado. En mucha menor medida las escuelas se dedican a formar docentes para la enseñanza de la Física y a formar físicos que puedan insertarse en las industrias para dar apoyo técnico, con el entrenamiento correspondiente. El porcentaje de las carreras que ofrecen asignaturas para dar formalmente opciones de salida en Física Aplicada o Ingeniería Física constituyen el 20% del total de las universidades latinoamericanas. El porcentaje correspondiente que ofrecen asignaturas para formalmente dar opciones para salidas oficiales en docencia constituyen también el 20%.” (Inf Fís, p.7) Se afirma también que: “En general los estudiantes obtienen una formación teórica mucho más sólida que la formación experimental” (Idem, p.7).

Respecto a la Biología, complementando afirmaciones transcritas antes, se observa que: “Algunos programas buscan el desarrollo de capacidades polivalentes, que habiliten para el ejercicio profesional inmediato (cumpliendo tareas aplicadas, de docencia, etc.) o que preparen para continuar estudios de postgrado en áreas más especializadas, aparejados al desarrollo de las consiguientes habilidades para la investigación y el análisis intelectual avanzados.” (Inf Biol, p.28) El documento consigna asimismo que: “En la mayoría de los casos, las carreras impartidas otorgan una titulación “genérica” de Licenciatura en Biología y los estudios abarcan 4 años usualmente. En algunos pocos casos, existen titulaciones intermedias (v.gr. Bachilleratos en Biología, de 3 años). En muchos programas, las titulaciones contemplan tendencias o áreas de especialización, incluyendo disciplinas biológicas aplicadas.”(Idem, p.26) Se ofrecen, por ejemplo, títulos en Bioquímica, Microbiología y disciplinas aplicadas, como Biotecnología, Ecología y Recursos Naturales, Acuicultura. En muchos casos, se ofrecen especializaciones, entre las que figuran Biología Celular y Molecular, Microbiología, Zoología, Botánica, Genérica, Fisiología, Ciencias Ambientales.

El informe sobre Matemática ofrece una tipología de los diversos contenidos y enfoques de las carreras de grado en la disciplina que se ofrecen en el continente. Una versión resumida, en aras a la brevedad, es la que se presenta a continuación.

Tipología de los contenidos básicos y enfoques disciplinares en las carreras de grado en Matemática.

Las carreras de grado en Matemática en América Latina pueden clasificarse, teniendo en cuenta la orientación de las mismas y/o las materias de sus planes de estudio, en cuatro grupos distintos. Los primeros dos grupos corresponden a carreras en Matemática pura y aplicada: Licenciaturas (o Bachilleratos) generales en Matemática (grupo I) y Licenciaturas (o Bachilleratos) en Matemática aplicada (grupo II). Los dos grupos restantes son: Licenciaturas en Estadística (grupo III) y Profesorados en Matemática (grupo IV).

- 1) Licenciaturas (o Bachilleratos) generales en Matemática:
 - a. Carreras con fuerte énfasis en Matemática pura, casi nada de otras disciplinas
 - b. Carreras que incluyen Física, Estadística y Computación
 - c. Carreras que requieren cursos de otras disciplinas, incluso de tipo humanístico
 - d. Carreras con diversificación según Matemática pura, aplicada y educación
 - e. Carreras con orientaciones en Matemática pura, aplicada u otras como por ejemplo: Informática, Investigación operativa, Actuariado, Enseñanza de las Matemáticas, Estadística, Física-Matemática, etc.
- 2) Licenciaturas (o Bachilleratos) en Matemática aplicada:
 - a. Carreras con una importante carga de Física
 - b. Carreras con la colaboración de otras disciplinas (por ejemplo: Metodología de las Ciencias Sociales, Computación básica, Introducción a la Sociología, Sistemas de información, Teoría Económica, Introducción a la Ciencia Política, etc.)
 - c. Carreras con orientaciones (por ejemplo: Ciencias Biológicas, Sistemas y control, Metodología Matemática de la Física, Computación Científica, Teoría de decisión, Robótica, etc.)
 - d. Carreras de Matemática industrial
 - e. Carreras de Matemática y Computación
- 3) Licenciaturas en Estadística.
- 4) Profesorados en Matemática:
 - a. Carreras con énfasis en práctica docente
 - b. Carreras con énfasis en el uso de la Física y la Informática para la enseñanza.

En los anexos que acompañan a este documento ofreceremos algunos elementos de juicio adicionales sobre los temas mencionados en esta sección.

Análisis de correspondencia con las capacidades académicas y de investigación y las realidades económicas y sociales de los países de la región

Los elementos de juicio ofrecidos por los informes por disciplina no son suficientes para aventurar conclusiones generales a este respecto.

Cabe sin embargo consignar que el Inf Biol dice (p.33): “En algunos pocos casos, la interrelación de la investigación universitaria con otras entidades extrauniversitarias (por ejemplo, con los organismos nacionales de ciencia y tecnología y entes estatales de investigación) parece darse de una manera integrada y activa. La práctica común pareciera ser, más bien, que la investigación es conducida como una labor autónoma y un tanto desvinculada del apoyo financiero, del seguimiento técnico y del interés político de los organismos estatales pertinentes.”

En relación a la Matemática, se afirma que en América Latina, hay poco o nada en los programas de enseñanza que acerque a los matemáticos a la sociedad: es débil la formación en lo que se refiere a las aplicaciones de la matemática, a sus conexiones con otras disciplinas, a la historia y la filosofía de la ciencia, así como a los estudios de carácter humanístico y de la realidad social en general (Inf Mat, p.22).

El documento sobre Física sostiene que las circunstancias históricas “han llevado de manera clara hasta nuestros días a un escaso apoyo de la iniciativa privada, esto es de las empresas, hacia la actividad de investigación científica en general y de la investigación en física en particular. Este hecho limita muy seriamente el desarrollo y arraigo de la investigación en física y su vinculación con la sociedad en cuyo seno se desenvuelve.” (Inf Fís, p.4) Se observa también que: “El financiamiento para la investigación científica es básicamente del gobierno. El porcentaje es muy variable. El financiamiento gubernamental fluctúa entre el 57% y hasta el 85%.” (Inf Fís, p.8)

Para la consideración de aspectos generales como los mencionados, nos referimos al Anexo 1.

Destino de los profesionales de ciencias en América Latina

A este respecto, una vez más se destaca en América Latina la gran carencia de información, que debe ser vista como un serio obstáculo para pensar en profundidad todo lo que atañe a la formación en CB.

Así por ejemplo, el documento sobre Biología consigna datos relacionados con algunas universidades, pero afirma que no es posible ofrecer un panorama general sobre la inserción laboral de los biólogos: “A partir del trabajo desarrollado para preparar la presente revisión, se pudo constatar que la información sobre el destino final de los graduados en Biología en la región o no existe o se encuentra en la mayoría de los casos, fragmentada, dispersa y desactualizada.” (Inf Biol, p.36) Sin desmedro de ello, dice que “vemos situaciones muy disímiles en la región, dependientes, probablemente, del tipo de gestión gubernamental y del tipo de enfoque que se le da a la formación universitaria y a su relevancia social. Por un lado, tenemos el caso de ciertos países duramente golpeados por la situación socioeconómica, en donde el mercado laboral para los biólogos es cada vez más pequeño, lo cual limita severamente su ejercicio profesional en el campo en el que han sido formados. Por esta razón, los graduados en Biología en estas instituciones, son cada vez más pocos y los egresados tienen que desempeñarse en cualquier oportunidad laboral que se les brinde, muchas veces sin guardar relevancia con sus estudios.” (Idem, p.36)

Las principales líneas de trabajo de los biólogos contemporáneos que el Inf Biol destaca (p.11) son: la investigación - básica y aplicada, académica e industrial -, el cuidado de la salud y el medio ambiente, la educación y la difusión del conocimiento en general.

A los efectos de avanzar en la consideración de la cuestión mencionada en el párrafo anterior, se han realizado varias entrevistas a biólogos de la Facultad de Ciencias del Uruguay, a lo cual nos referimos en el Anexo 2.

Por su parte, el Inf Fís (p.6), en una aproximación primaria, calcula que hay no más de 6000 estudiantes de Física, a nivel de grado en toda Latinoamérica, donde cada año se graduarían en la disciplina unas 1000 personas. Además, estima que en América Latina hay aproximadamente 30 investigadores en Física por cada millón de habitantes. Sea como sea, “prácticamente todos los que concluyen un doctorado se dedican a realizar investigación en las

universidades públicas. Probablemente menos del 1% de estos doctores realiza investigación en empresas privadas.” (p.8)

En el Anexo 1, ya mencionado, se ofrecen algunos datos generales sobre las relaciones entre estudiantes, graduados en ciencias, investigadores, disciplinas y poblaciones, incluyendo comparaciones con otras carreras y regiones.

Perfiles deseables futuros de los programas de enseñanza de las ciencias; formación requerida para los distintos destinos deseables de los futuros profesionales en ciencias

El Inf Biol (p.7) afirma: “La misión de la formación universitaria en biología consiste en proveer la base académica para el entendimiento de los hechos y principios que rigen los fenómenos de la vida. Igualmente, debe proveer el marco intelectual para la expansión del conocimiento biológico, mediante la investigación científica y la interpretación intelectual del conocimiento aportado por un conjunto de especialidades como la anatomía, farmacología, bioquímica, fisiología, genética, biología celular y molecular, inmunología, microbiología, botánica, zoología, ecología, entre otras.”

Los planes de estudio en la disciplina han sido frecuentemente reformados en los últimos tiempos, a partir de perspectivas diferentes, procurando que sus contenidos respondan “más efectivamente a la necesidad de formar “biólogos integrales”, capaces de atender diversas funciones profesionales tales como la docencia, la investigación, la difusión del saber, las actividades productivas, etc.” (Inf Biol, p.39)

Todos los documentos se refieren ampliamente a la cuestión de la enseñanza en general, coincidiendo en que debe recibir atención prioritaria. En ciertos casos, ya la está recibiendo.

Así, el Inf Biol (p.35) dice: “En el caso de la formación profesional de biólogos, es imperativo el promover la aceptación de ambas vertientes ocupacionales, la docencia y la investigación, como áreas de igual importancia y legitimidad en el ejercicio profesional y como caminos igualmente lícitos y no excluyentes, para progresar en la vida académica.”

El tema recibe asimismo especial atención en el Inf Mat, que lo retoma en su recapitulación final, a la que nos referimos más abajo.

La cuestión es destacada también por el Inf Fís (p.5): “Muchas carreras ofrecen la salida de enseñanza de la física. Sin embargo es muy claro que aunque no existe en muchas carreras la salida docente, en los campos de trabajo posibles para los egresados que se mencionan en los documentos de presentación de las carreras está la salida docente.”

El documento sobre Matemática, en sus “Conclusiones”, subraya la relevancia de: (i) los profesorados en matemática que ofrecen una buena formación, constituyendo a la vez una salida laboral significativa y una contribución valiosísima a la mejora de la enseñanza; (ii) las carreras en estadística ofrecidas por Departamentos de Matemática de nivel adecuado – en particular “es importantísimo en América Latina la aplicación de la estadística a las ciencias sociales, y para ello debe haber suficientes estadísticos formados” -; (iii) las carreras de matemática con sesgo verdaderamente aplicado, por ejemplo con orientación industrial. Respecto a esto último, se indica que ya existen algunos ejemplos positivos, aunque “aún no hay datos suficientes para juzgar cuál es su verdadero impacto sobre la matrícula y sobre la empleabilidad de los graduados” (Inf Mat, pp.23-24).

Relaciones con los paradigmas dominantes en centros académicos de excelencia de Europa y Norte América

En un Anexo 1 se consignan ciertos datos que ayudan a visualizar tendencias respecto a la evolución de los contingentes de estudiantes, graduados e investigadores, en América Latina y en el mundo en su conjunto, lo cual puede ser útil para poner en perspectiva las observaciones recogidas a continuación.

El Inf Mat (p.1) estima que “la crisis que afecta a las carreras de matemáticas tradicionales en el mundo desarrollado también afecta – y en mayor grado – a las carreras en América Latina”, y afirma que “de igual manera que en el mundo desarrollado se plantean soluciones que pasan por desarrollar estadística, matemática aplicada, matemática computacional y matemática industrial, los mismos objetivos deberán ser seguidos en esta región”.

El documento antes mencionado se apoya en un informe difundido en 1998 por la “Society for Industrial and Applied Mathematics” (SIAM) de Estados Unidos, que se titula “The SIAM Report on Mathematics in Industry”. Su elaboración tuvo que ver “con la disminución en la última década de la oferta de cargos académicos en matemática y con la percepción generalizada de que la formación de grado en matemática se ocupa exclusivamente de preparar a los estudiantes para una carrera académica tradicional. La investigación encontró que las habilidades que la industria apreciaba en los matemáticos eran la capacidad de abstracción, el análisis de las estructuras subyacentes, el pensamiento lógico, y dominio para elegir las mejores herramientas para plantear y resolver problemas. Respecto a los aspectos negativos, los empleadores señalaron que los matemáticos debían mejorar su interés y comprensión de las aplicaciones prácticas, su capacidad de comunicación y de interacción con otros, y el conocimiento de otras disciplinas.” (Inf Mat, p.18) Las recomendaciones emanadas del estudio incluyen las siguientes: (i) ofrecer cursos cuyos centros sean las aplicaciones de la matemática a otras ciencias, organizados en colaboración con departamentos que cultiven esas disciplinas, e incluso crear orientaciones y títulos en conjunto; (ii) promover la resolución de problemas surgidos de la práctica, particularmente de naturaleza multidisciplinaria; (iii) incluir la formación en computación dentro de los programas de las carreras en matemática; (iv) “mejorar las habilidades de comunicación y de trabajo en equipo” (Idem).

Es interesante destacar que algo similar se afirma respecto a los físicos: “Claramente, una de las características más importantes de la formación de los físicos reside en su habilidad para resolver muy diversos problemas. Al mismo tiempo, los físicos que trabajan para las industrias, en los países desarrollados de Europa en los Estados Unidos, señalan que la parte que se les hace difícil para su integración a sus actividades dentro de las industrias, se refiere a las relaciones personales y a la comunicación con sus compañeros de trabajo. Los contenidos de las carreras de Física poco hacen para desarrollar o fomentar este tipo de habilidades tan importantes. Por otro lado, como resultado de estudios realizados en Europa en 1995, también se considera que para trabajar eficientemente dentro de una industria es necesario desarrollar habilidades como aprender a aprender, saber trabajar en grupo, saber tomar decisiones, tener disciplina personal y sentido de servir a la comunidad.” (Inf Fís, p.9)

Volviendo al caso de la matemática, se destaca el ejemplo del ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry), fundado por matemáticos para promover la vinculación de la disciplina con la industria de múltiples maneras, incluyendo la creación de centros denominados “Matemática como recurso industrial”; sus actividades cuentan con el

apoyo tanto de empresas e instituciones no académicas como de departamentos y grupos académicos (Inf Mat, p.25).

Respecto a la física, se señala una diferencia grande entre América Latina, donde la mayoría de las carreras se orientan a formar investigadores, y los países desarrollados, la que a su vez se refleja en la enseñanza: “El propósito explícito de las carreras de Física de preparar estudiantes que puedan concluir su doctorado, para realizar investigación científica determina, en mucho, el contenido de lo que enseña en la carrera y la manera de enseñarlo. Es una realidad que en los países desarrollados las dos terceras partes de los estudiantes que se gradúan en Física siguen carreras diferentes a las de un investigador en Física y que menos del 15% concluye un doctorado en Física. Es claro que la inmensa mayoría de los estudiantes de las carreras de Física no está buscando realizar trabajo de investigación en ciencia básica. Empieza un movimiento en los países desarrollados en el sentido de ver a la carrera de Física más como una actividad profesional en el sentido en que lo es una carrera de ingeniería. La Ingeniería a nivel licenciatura se ve como un grado terminal. Los graduados de ingeniería se ven como profesionales.” (Inf Fís, p.9)

Por su parte, el Inf Biol (p.9) destaca que:

“A nivel global, la biología (especialmente en disciplinas de punta como la biotecnología, la genómica, la ingeniería genética, etc) ha sido una de las ramas de más rápido desarrollo dentro de las ciencias básicas durante el último cuarto del siglo pasado, quedando su desarrollo concentrado fundamentalmente en los países desarrollados. En estos países, el horizonte profesional abierto por los continuos avances científicos cubre una diversidad de campos en los cuales, el trabajo de los biólogos puede hacer avanzar tanto las fronteras del conocimiento como la calidad de vida de la sociedad humana. Según la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos de América (3), existe una plétora de ejemplos sobre esta afirmación: los ecólogos juegan hoy y jugarán, aún más en el porvenir inmediato, un papel fundamental en el combate a los efectos del cambio climático global y en el manejo adecuado de los bosques y reservas naturales. Los biólogos marinos deberán desentrañar nuevas maneras de aprovechar racionalmente los mares y de recuperar los recursos oceánicos, esa frontera por descubrir y desarrollar. Los genetistas vegetales deberán desarrollar métodos para un mejor aprovechamiento de las especies de los cuales nos alimentamos, enfrentando el agotamiento de las técnicas agrícolas tradicionales. Los investigadores en biología humana deberán atacar los fenómenos de la vejez, curar enfermedades genéticas y lograr imposibles tales como la regeneración de tejido nervioso en inválidos, expandiendo las posibilidades de la ciencia médica a niveles insospechados.

Estos "biólogos del futuro" deberán trabajar en laboratorios y en el campos, otros lo harán en el espacio extraplanetario o en la profundidad, aún inescrutada, de los océanos. Otros desarrollarán sus trabajos en el entorno de la realidad virtual, creando y comunicándose todos por medios innovadores que aún no podemos imaginarnos.

Para aquellos que no vayan a dedicarse necesariamente a la investigación, una diversidad de campos profesionales que se basan en la aplicación, difusión y aprovechamiento del avance del conocimiento biológico presenta interesantes perspectivas, abarcando desde a medicina hasta la educación y la protección del ambiente.

Aún para el ciudadano común, un conocimiento actualizado de los avances continuos de la Biología deberá servir para apoyar diversos aspectos de su vida cotidiana: desde decisiones en torno a su salud y su responsabilidad ambiental hasta un entendimiento respecto a cómo interactúa y evoluciona la vida, representando un conocimiento indispensable para la toma de decisiones que afectan la calidad de vida de todos los ciudadanos.”

Desafíos y oportunidades para la enseñanza universitaria de la ciencia en América Latina

El Inf Biol (p.5) afirma que “el territorio comprendido por América Latina y el Caribe es la región biológicamente más rica de la Tierra.” Sostiene asimismo que: “Por otro lado, nuestra situación de subdesarrollo ha ido imponiendo severos riesgos a toda esta riqueza. La expansión de la frontera agrícola, la desertificación, la sobreexplotación de nuestros bosques, ríos y mares, la cacería indiscriminada, la contaminación ambiental, etc. significan la pérdida diaria e irremplazable de cientos de especies endémicas. (Idem, p.6) El análisis que ofrece de la cuestión de la biodiversidad concluye así: “Es en medio de este cuadro rico, caótico y desafiante, en donde los biólogos latinoamericanos encuentran todos sus retos y posibilidades y en donde les toca desarrollar y realizar sus carreras profesionales, desde diversas aproximaciones disciplinares, independientemente de sus múltiples limitaciones y obstáculos.” (Inf Biol, p.6)

En el mismo sentido, en la sección final del informe se concluye que “No obstante ser Latinoamérica una región que concentra gran parte de la biodiversidad planetaria y poseer enormes recursos naturales en riesgo, nos atrevemos a asegurar que la investigación biológica en América Latina no ha satisfecho las enormes posibilidades intrínsecas de producir conocimiento, a partir del rico entorno natural y de la diversa realidad sociocultural en donde se ubica.” (Inf Biol, p.46)

El Inf Mat (p.23) sostiene: “El mayor desafío que enfrentan las carreras de matemática, tanto en América Latina como en el resto del mundo, es el de revertir la tendencia actual a tener cada vez menos impacto en la sociedad real, que se deberá lograr a través de una mayor inserción en la sociedad. Esto choca con la realidad de que los programas de estudio tradicionales tienen poca relación con otras disciplinas; en particular, el alejamiento de la matemática de la física ha provocado que, con algunos planes de estudio de matemática pura, un alumno pueda llegar a graduarse sin haber cursado jamás una materia de alguna disciplina que no sea matemática. Hay una tendencia a crear – o mantener – carreras de matemática pura (muchas de las carreras ‘sin denominación de orientación específica en el título’ son de hecho carreras en matemática pura), cuya salida fundamental es integrarse a la vida académica. Si bien un graduado de estas carreras está potencialmente capacitado para trabajar exitosamente en la actividad privada o en organismos no académicos del gobierno, usualmente no tiene el interés ni la motivación para hacerlo, pues inconscientemente se le transmite el mensaje de que su futuro está en la investigación (en matemática pura, por supuesto).”

Por su parte, el Inf Fís (p.10) sostiene: “El poder insertar a los graduados de las carreras de Física en el mercado de trabajo latinoamericano sin que necesariamente tengan que concluir un doctorado, haciéndose útiles [... es uno] de los desafíos a encarar. Para todo ello se requerirá de recursos materiales y de personas. Sin embargo, tenemos una excelente oportunidad para diseñar programas de colaboración latinoamericana para hacer menos difícil la transición hacia los cambios necesarios.”

Con respecto a esto último, el Inf Biol (p.49) dice en sus conclusiones: “Deben promoverse acciones de cooperación académica integral, en la región. Ello puede y debe conducir a la preparación y ejecución de programas investigativos y/o formativos conjuntos, entre universidades de un mismo país o de distintos países, en una o más regiones de Latinoamérica.”

Parte II: Enfoque general de la problemática encarada

La clave de bóveda del problema que nos preocupa es la escasa relevancia de las Ciencias Básicas en América Latina.

En muchas Facultades de Ciencias Básicas (FC) de la región se realizan notables esfuerzos para ampliar las *capacidades* disponibles; enfrentando obstáculos siempre grandes y a menudo inmensos, se procura, en particular, incrementar el número de graduados en Ciencias Básicas y mejorar su formación. Los logros, si bien significativos en varios casos, no están en términos generales a la altura de las energías y las esperanzas involucradas. Y difícilmente pudiera ser de otra manera, pues el papel de las ciencias en la sociedad no depende sólo de las capacidades científicas disponibles sino también, y fundamentalmente, de las *oportunidades* para poner en juego creativamente tales capacidades, retroalimentándolas, amplificándolas y legitimándolas socialmente (Arocena y Sutz, 2000). Si estas oportunidades son escasas, las capacidades se desaprovechan, tienden a perderse de una u otra forma y, en todo caso, no pueden expandirse significativamente.

Una primera interrogante a la que debemos prestar gran atención dice pues relación con las perspectivas de inserción de las CB en las sociedades latinoamericanas. Tal interrogante tiene varias dimensiones, incluyendo una muy concreta, que constituye un nudo problemático central para las Facultades de Ciencias Básicas latinoamericanas: la difícil inserción laboral de sus graduados.

Algunos impactos de la problemática ocupacional

La gravedad del problema es sobradamente conocida. Entre los notorios efectos de las escasas posibilidades ocupacionales de los graduados en CB figuran los siguientes:

(i) Se configura un impulso a la deserción, que se suma a varios otros de naturaleza distinta cuando, a medida que los estudiantes se van familiarizando con su Facultad de CB, descubren la angustia que genera, entre sus compañeros más avanzados y los graduados jóvenes, la escasez de oportunidades laborales.

No disponemos de cifras globales que den una medida de la deserción, comparando por ejemplo el promedio de las inscripciones anuales durante un cierto período – una década, pongamos por caso – con el promedio de graduaciones anuales durante un período de la misma extensión, corrido hacia el futuro cinco años. Sería útil recabar ese tipo de información. Algunos datos parciales sugieren que la relación puede ser del orden de diez a uno, y bastante mayor que la registrada en el conjunto de las carreras universitarias, lo cual sugiere que a los factores generales que impulsan hacia la deserción se suman otros, entre los cuales sospechamos que tiene singular gravitación la anticipación de un panorama ocupacional poco alentador.

(ii) La problemática laboral induce una sensación de frustración, que se expande entre docentes y estudiantes, al comprobar los magros resultados de tantos esfuerzos. Se enseña, frecuentemente, a alto nivel, pese a todos los problemas que caen bajo el rótulo “masificación” y en condiciones de penuria material. En ese contexto, muchos jóvenes se esfuerzan por acceder a una formación sólida y no pocos empiezan a lograrlo, pero son poquísimos los que llegan a disponer, a la vez, de capacidades significativas y de oportunidades para ponerlas a

valer. Ello supone un alto costo espiritual, reconocido o no, para las casas de estudio involucradas, que ante todo son comunidades de docentes y estudiantes.

(iii) Tal problemática constituye probablemente el mayor estímulo a la emigración de jóvenes científicos, que se hace sentir en gran parte del continente. No ignoramos que quienes emigran pueden colaborar de varias maneras con sus países de origen y, en particular, con las instituciones donde se formaron; tampoco se nos ocurriría calificar la decisión individual de emigrar. Pero no podemos dejar de subrayar aquí la convicción – sin duda de carácter “tradicional”, pero que nos sentimos capaces de fundamentar sólidamente, si falta hiciere – de que ninguna cuota de “brain gain” compensa, a las naciones latinoamericanas, por el “brain drain” que padecen. Cuando varios de los mejores graduados de una cierta generación en una cierta disciplina han debido radicarse en el exterior, ¿cuál es el mensaje que se está dando a la juventud? ¿Y cuál es la justificación para gastar de esa forma una fracción de los menguados recursos públicos en países acogotados por la pobreza?

Sobre la orientación de la enseñanza

Algunos de los informes citados más arriba destacan – en algún caso, de manera muy crítica – que, en las Facultades latinoamericanas de CB, la enseñanza se orienta preponderantemente a formar investigadores académicos. Creemos que una primera discusión de la cuestión debe ubicarla en el marco general al que venimos aludiendo, pues de lo contrario se dejan de lado algunas de sus causas profundas y, lo que es más grave, se hace difícil abordar el fenómeno de manera constructiva.

Conviene empezar notando que se trata de una tendencia bastante previsible; casi toda comunidad tiende a enseñar, explícita y sobre todo implícitamente, para ser lo que ella misma es, pues eso es lo que conoce y en mayor o menor medida sabe hacer. Si además se trata de una comunidad que, como la de los investigadores académicos, valora altamente lo que hace y dedica parte sustantiva de su tiempo a la formación de jóvenes, la tendencia no puede sino ser muy fuerte.

Mirado el asunto desde el punto de vista de los estudiantes de CB, inmersos en un contexto cultural y social que valora poco y conoce menos esas actividades, a las que no les abre casi ningún espacio para el desempeño laboral fuera de la academia, ¿cuál puede ser el mensaje que reciben a lo largo de su carrera? El éxito está ligado a la inserción académica.

Parece ser globalmente cierta la afirmación de que los programas de las disciplinas básicas refuerzan esa tendencia; ello constituye un problema al que debemos prestar atención prioritaria. Pero, para poder manejarlo con posibilidades de éxito, hay que contextualizarlo. En este sentido, corresponde subrayar que la tendencia analizada no es consecuencia de que predomine en la ciencia latinoamericana la vocación por encerrarse en la torre de marfil – no conocemos ningún indicador objetivo que muestre que semejante vocación tiene mayor proporción de cultores en esta región que en otra cualquiera del planeta –, sino que su causa primera radica en la objetiva irrelevancia de las CB en nuestras sociedades.

Así enfocada la cuestión, resulta que la misma no puede ser encarada subvalorando ni, mucho menos, desperdiciando las trabajosamente construidas capacidades para la investigación de tipo académico sino, por el contrario, reforzándolas y, paralelamente, imbricándolas en un esfuerzo de espectro más amplio.

Ese parece ser un punto de partida razonable para empezar a modificar la tendencia a orientar la enseñanza de las CB prioritariamente hacia la formación de nuevos investigadores

académicos. Es preciso subrayar que dicha tendencia, además de los cuestionamientos que merece desde el punto de vista social y cultural, es simplemente insustentable. Si la mayor parte de los estudiantes de CB aspiran a una inserción académica, la frustración y la desocupación serán inevitablemente lo que encuentre una proporción creciente de ellos, al tiempo que, dentro de las propias Facultades de CB, los conflictos por las escasas plazas disponibles harán crecientemente irrespirable el clima de trabajo colectivo.

A su vez, en ese contexto, las comunidades de docentes y estudiantes que realizan investigación de tipo académico y forman esencialmente para seguir realizando ese tipo de investigación, difícilmente dejarán de tener lazos débiles con sus sociedades. Sus integrantes, personal o grupalmente, suelen en los hechos cultivar variadas relaciones sociales, a menudo de gran valor. Pero también es cierto que lo anotado supone, para las instituciones y equipos académicos en tanto tales, un factor de desarraigo, que suele reflejarse por ejemplo en los criterios para evaluar las propias actividades y en lo que se considera como desempeños exitosos.

En suma, la cuestión que hemos discutido en esta sección nos devuelve a lo que más arriba hemos caracterizado como la clave de bóveda de nuestro problema, a cuya reformulación nos abocamos a continuación.

La interrogante central

Son muchos los elementos de juicio que apuntan a ubicar en el centro de nuestra atención esta pregunta: ¿cómo pueden las Facultades de Ciencias Básicas contribuir a profundizar y ampliar la inserción social y cultural de esas Ciencias en América Latina?

La búsqueda de respuestas a tal interrogante, necesariamente variadas e inevitablemente parciales, podría constituir un hilo conductor entre otros para la reflexión a la que este documento pretende contribuir.

Quizás no sea ocioso subrayar que esa búsqueda no puede sino ser una tarea lenta, a largo plazo, debido al tamaño de los obstáculos objetivos a afrontar, los cuales, con cierta artificiosidad, pueden clasificarse en dos grandes grupos: (i) culturales e ideológicos; (ii) económicos y políticos.

Los primeros hunden sus raíces en el pasado lejano. Se remontan a la tradición cultural que la conquista ibérica impuso. “Castilla miserable, ayer dominadora, desprecia cuanto ignora”, dice el verso de Antonio Machado. En el terreno de las ideas, los conquistadores y los regímenes que ellos establecieron estaban mucho más cerca de la Inquisición y de la dogmática medieval que del Renacimiento y de la Revolución Científica. La dominación colonial, y en particular las universidades que durante ese largo período fueron creadas en Hispanoamérica, no valoraron mayormente a la ciencia ni, menos aún, a la tecnología, a menudo envuelta en el desprecio aristocrático por las técnicas manuales.

La cultura oficial de las nuevas repúblicas no cambió demasiado las cosas. Aún en naciones que tempranamente promovieron la universalización de la enseñanza elemental, la enseñanza de “artes y oficios” fue estructurada en institutos tipo correccional o depósito para jóvenes de “mala conducta”. La cultura se identificó con las Bellas Artes, las Letras, las Humanidades, no con la creación tecnológica ni con la exploración científica de la Naturaleza. Esa visión coja del quehacer creativo sigue vigente en numerosas oficinas culturales, y se retroalimenta con otra casi simétrica que, al hablar de Ciencia y Tecnología, excluye del Olimpo de la científicidad a las Ciencias Sociales y Humanas. No menos grave es la

supervivencia, aunque vergonzante, de la divisoria entre una educación “bachilleresca” para jóvenes destinados a ser “cultos”, que apunta a las carreras universitarias tradicionales, y una educación técnica, de carácter “terminal”, para jóvenes que habrán de incorporarse rápidamente al “mercado” en posiciones laborales subordinadas. Cuando lo que podemos caracterizar como *el trinomio inseparable Ciencia - Tecnología - Enseñanza avanzada permanente* se va convirtiendo en la fuerza productiva fundamental, aquella divisoria no colabora por cierto a la inserción social de las CB ni, cosa mucho más grave, a la expansión de las capacidades productivas de nuestros países.

Notemos todavía que el pensamiento latinoamericano predominante sobre el desarrollo, aún en su etapa de mayor originalidad e impacto ideológico – de los años ’50 a los ’80 –, no ha sabido encarar en profundidad las cuestiones de la ciencia y la tecnología. Ni las contribuciones de la CEPAL ni las debidas a la llamada “teoría de la dependencia” avanzaron mayormente en esa dirección; su tratamiento del tema parece sugerir la idea de que la industrialización de por sí generara capacidades de cambio técnico. Estudios pioneros acerca de las condiciones reales de la producción de conocimientos en los países periféricos, como los de Jorge Sabato o Fernando Fajnzylber, que han tenido incluso gran relevancia académica internacional, no llegaron a integrarse verdaderamente, ni en el pasado ni en el presente, a los cuerpos de ideas prevalecientes en la reflexión sobre el desarrollo. Son marginales, como la ciencia y la tecnología en la cultura oficial y en las principales ideologías en pugna.

Esos obstáculos de índole cultural e ideológica se entretrejen con otros de tipo económico y político, largamente modelados también por la historia. A diferencia de lo que ha acontecido en otras regiones, los períodos de auge económico de nuestros países se basaron muy poco en la generación endógena de conocimientos científicos y tecnológicos. Esta última no ha quedado pues asociada con el éxito o la prosperidad, ni entre los empresarios ni entre quienes dirigen los aparatos estatales o aspiran a hacerlo.

Desde la primera de las tres etapas que los especialistas distinguen en la historia económica contemporánea de América Latina (el llamado “crecimiento hacia afuera”, de base primario-exportadora, que predominó grosso modo desde mediados del siglo XIX hasta la crisis de la década de 1930) se configuró una poderosa tendencia a comprar en el “Norte” el conocimiento necesario para producir bienes y servicios. Durante el período siguiente (el “crecimiento hacia adentro”, sustentado en la industrialización por sustitución de importaciones, que tuvo su auge entre las décadas de 1940 y 1980) aquella tendencia no fue realmente revertida, aunque en algunos países llegó a ser significativa la innovación técnico productiva endógena, por lo general de tipo informal. En la tercera etapa, que hemos empezado a vivir a partir de la “década perdida” en lo social y económica de los ’80, las estrategias económicas más favorecidas no apuntan por cierto a fortalecer la investigación realizada dentro de fronteras ni generan mayor demanda para ella; en realidad apenas si la tienen en cuenta. Hoy como ayer, la creación científica es una actividad marginal a las principales dinámicas de la economía.

Por todo ello, no es de extrañar que en la agenda política real – el conjunto de asuntos que son percibidos como relevantes y sobre los que se considera necesario adoptar decisiones – las cuestiones científicas y tecnológicas estén ausentes. En líneas generales, no se las reputa importantes cuando se piensa en los posibles márgenes de autonomía económica, política y cultural de nuestros países.

Para un trabajo de largo plazo

Revertir las tendencias profundas a las que se ha hecho alusión no será fácil. Pensando en una labor sostenida y de largo aliento, que apunte a colaborar a ello – aunque sea muy modestamente – convendría tener en cuenta, entre otros, aspectos como los siguientes.

(a) *Cómo es la vinculación de las CB con el sector productivo*: hace falta investigar sistemáticamente la situación actual y la potencial. Sabemos que esa vinculación es muy débil hoy en día, y tendría poca justificación una labor destinada a volver a comprobarlo; pero, si el objetivo es escudriñar perspectivas, entonces es fundamental conocer las experiencias reales exitosas – proporcionalmente pocas, pero en conjunto numerosas y significativas –, que debieran ser entendidas, divulgadas y a partir de las cuales se podría aprender mucho.

(b) *La enseñanza de las CB en los distintos componentes de los sistemas de educación formal y en las expresiones informales*: cabe sospechar que, si desde muy temprano, se enseñan las CB en un completo divorcio con las otras manifestaciones de la cultura, revertir esa separación más tarde tendrá escasas posibilidades de éxito. Habría que buscar senderos – una vez más, detectando las experiencias fecundas, aunque sean comparativamente pocas, y apoyándose en ellas – para vincular la enseñanza de las CB con la historia y la filosofía, el arte y la literatura, la tecnología, las ciencias sociales y la discusión de los grandes problemas colectivos.

(c) *Las CB en los programas de divulgación cultural y en los medios de comunicación*: es evidente que este ítem se liga directamente con los dos anteriores; gran parte de la enseñanza – o de su ausencia – se canaliza hoy vía los “medios”; la manera en que los mismos presenten – o ignoren – los esfuerzos científicos endógenos incidirá no poco en la disposición de los “tomadores de decisión” (a nivel de empresas, municipios, hospitales, etc.) a dirigir hacia adentro o hacia afuera sus demandas de conocimientos. Las tareas involucradas, que incluyen las específicas del periodismo científico, no pueden ser realizadas sin una participación mucho mayor que la actual de los investigadores – entre los cuales varios realizan una labor sacrificada en este terreno, frecuentemente muy útil –, pero tampoco cabe suponer que tales tareas pueden ser resueltas sólo o preponderantemente por científicos.

Lo anotado recién es un ejemplo de algo que nos permitiremos repetir a lo largo de estas páginas: para afrontar los principales problemas que tienen por delante, particularmente en el campo de la enseñanza, las comunidades de CB de América Latina han de forjar, con otros actores colectivos, redes de colaboración que sean considerablemente más amplias y sólidas que las actualmente en operaciones.

Uno de los informes “sectoriales” se ubica en una sintonía parecida: “En el proceso por realzar el papel y la relevancia de la Biología en el desarrollo de nuestras sociedades, es muy importante ganar nuevos aliados y nuevos auditorios. Los programas en biología deben vincularse a iniciativas gremiales y ciudadanas junto a las sociedades profesionales de biólogos; los profesores e investigadores en biología deben participar activamente en las acciones que promuevan los mecanismos de cooperación como las redes regionales temáticas (en donde participan sus universidades); ellos mismos deben exigir participación dentro de las tareas de promoción general a la ciencia que deben conducir los organismos nacionales de ciencia y tecnología respectivos y, sobre todo, tanto investigadores como estudiantes y docentes deben emprender acciones para ganar legitimidad como interlocutores sociales válidos, promoviendo su agenda ambiental, educativa y científica de una manera más activa y efectiva.” (Inf Biol, p.50)

Recapitulando, en la búsqueda de nuevos senderos y de nuevas colaboraciones para profundizar sustantivamente la inserción de las CB en América Latina, hace falta encarar dos grandes cuestiones de índole muy general:

- (i) **Las CB en la solución de problemas sociales**
- (ii) **El lugar de las CB en la cultura y en la formación ciudadana**

Respecto a la primera cuestión, convendría recopilar la información, apuntando a una labor sistemática en esa dirección; estamos pensando en algo así como un “Observatorio” de ejemplos y posibilidades respecto a lo que las capacidades disponibles en CB pueden aportar para la solución de los grandes problemas sociales.

Conviene notar aquí que el papel en las aplicaciones de la investigación fundamental no sólo se ha modificado mucho sino que sigue cambiando, abriendo perspectivas de interacción más estrechas incluso que en el pasado próximo. En efecto, durante gran parte de la historia, la tecnología – el conjunto de respuestas sistemáticas a las preguntas del tipo “¿cómo hacer?” tales o cuales cosas – tuvo una relación escasa y distante con la investigación científica; esa relación siguió siendo bastante débil incluso durante la etapa inicial de la industrialización, pero empezó a cambiar rápidamente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, dando lugar a lo que algunos autores han denominado “el matrimonio de la ciencia y la tecnología” y otros “el matrimonio de la ciencia y las artes útiles”. La tecnología directamente basada en la ciencia – de la cual la electricidad y la química orgánica figuraron entre los primeros ejemplos, ampliamente destacados – constituyó una de las grandes fuerzas transformadoras de la realidad durante el siglo XX, para bien y también para mal, como lo recuerda dolorosamente el auge de las capacidades destructivas. Ahora bien, puede conjeturarse que durante las últimas décadas aquel “matrimonio” se fue transformando, dejando de ser una “pareja tradicional”, con roles bastante bien establecidos y diferenciados, generalmente desempeñados por separado, para empezar a convertirse en una “pareja moderna”, con actividades bastante más entremezcladas. Las fronteras entre los contextos de descubrimiento y de aplicación se han hecho, en muchos casos, realmente tenues; en particular, la tecnología usa cada vez más resultados científicos recién formulados e incluso aún no bien establecidos. Por cierto, la tendencia que destacamos se manifiesta de maneras diferentes y con vigor variable en los distintos campos de las CB, pero sospechamos que es importante en todos. En cualquier caso, convendría estudiar en concreto – a nivel de laboratorio y de terreno – los indicios de esa hipotética transformación en el “matrimonio” entre ciencia y tecnología, pues una de sus principales consecuencias parece ser el incremento en flecha de la incidencia directa de las CB en la solución de “problemas prácticos”.

Ahora bien, multiplicar la colaboración de las CB con la atención a la problemática social general exige abordar una serie de aspectos concretos y polémicos, algunos de los cuales mencionamos a continuación, con el propósito tan sólo de “guardarlos en memoria”, para considerarlos con alguna detención más adelante. Uno de esos aspectos es el de la *agenda de investigación*, que incluye los temas, problemas y preguntas que reciben atención prioritaria así como el tipo de respuestas o soluciones que se buscan; hace falta considerar atentamente cómo se elabora esa agenda, en términos explícitos y, sobre todo, en términos implícitos, que suelen ser los más relevantes, pues la orientación de la investigación depende de un cúmulo de factores – tradiciones, casualidades, posibilidades, impulsos – complejamente entremezclados. En la conformación de la agenda gravita poderosamente toda la maquinaria de evaluación y estímulos de la investigación, la cual va marcando directa o indirectamente las líneas de trabajo

que tienen mayores posibilidades de ser reconocidas y apoyadas. La agenda y los estímulos – “premios y castigos” – inciden considerablemente en la configuración del trabajo de investigación y, en especial, en su mayor o menor lejanía con determinados problemas.

Se ha previsto que este documento se enmarque en “una visión integrada de la ciencia”, objetivo tan difícil como compatible, al que corresponde hacer referencia ya a esta altura. En efecto, uno de los sentidos primordiales en que cabe aspirar a esa integración, en tiempos de irreversible expansión de las especialidades y de los saberes parcelados, tiene que ver con las posibilidades de que distintos especialistas lleguen a entenderse y puedan colaborar por encima de las fronteras que separan sus respectivas especialidades. Ello es, por supuesto, imprescindible para que las CB puedan colaborar en la solución de grandes urgencias sociales. Se esboza así una interrogante crucial: ¿es posible hacer un espacio significativo, en la formación de los estudiantes de CB, para el abordaje de grandes problemas que – como la desertificación, el manejo del agua y tantos otros – requieren aportes de varias disciplinas?

Pasando ahora a la segunda de las dos cuestiones generales anotadas más arriba – el lugar de las CB en la cultura y en la formación ciudadana –, resulta claro que no es fácil abordarlo en nuestras universidades. Así lo sugiere uno de los informes que hemos glosado en la Parte I de este documento: “Dados los antecedentes históricos de la enseñanza a nivel universitario en América Latina, hacer de la ciencia parte integrante de nuestra cultura latinoamericana es un claro desafío.” (Inf Fís, p.10) No ayuda a ello la estructura de nuestra enseñanza superior, signada por la yuxtaposición de facultades dedicadas a la preparación de especialistas, con una muy débil institucionalización de la colaboración entre disciplinas y de los diálogos entre las distintas manifestaciones de la cultura. Ese predominio abrumador de las estructuras “verticales” en desmedro de las “horizontales” o “transversales” lleva a dudar de que nuestras universidades tengan un grado importante de unidad intrínseca: una construcción no es tal si tiene sobre todo columnas y carece casi por completo de vigas.

Esa dificultad estructural constituye un obstáculo adicional para abordar una tarea en sí misma difícilísima, como lo es el diálogo de las CB con otras manifestaciones de la cultura. Así lo muestra, por ejemplo, lo comparativamente poco que se ha avanzado en esa dirección pese a todo lo que se ha hablado e intentado desde que, hace alrededor de medio siglo, C.P. Snow lograra un inmenso impacto al hablar del foso que separa a “las dos culturas”, la que cultiva las artes y las humanidades y la que cultiva la tecnología y las ciencias de la naturaleza (Snow, 1993). Aunque en conjunto no se haya logrado realmente “cruzar la línea de Snow”, como explícitamente se propuso, deberíamos volver a poner la cuestión sobre el tapete. Cabe la fuerte sospecha de que no existe remedio ni arreglo definitivo para la separación entre esas “dos culturas” pero que, en cada circunstancia de tiempo y de lugar, hay que ensayar soluciones parciales y específicas, so pena de que el divorcio no ya entre dos sino entre centenares de “culturas” fragmentadas haga imposible los diálogos y vacíe de sustancia a la noción misma de cultura científica y humanística. La tarea se asemeja a la del jardinero, que sabe bien que nunca “resolverá” de manera definitiva el problema de las malezas, pero que no deja de combatir las para evitar que su jardín desaparezca.

Para bien y para mal – nos estamos repitiendo – las CB han alcanzado una inmensa gravitación en la vida de todos. Tienen cada vez más incidencia, como soluciones pero también como problemas, en asuntos que a todos involucran y en cuya dilucidación, por ende, desde el punto de vista de una visión normativa de la democracia, todos debieran intervenir. En este sentido, una mejor comprensión de lo que son y lo que no son las CB, de sus posibles beneficios y perjuicios, se ha constituido en parte insoslayable de la formación para el ejercicio de la ciudadanía. Creemos que ésta es una de las dimensiones a tener muy en cuenta cuando se reconsidera la enseñanza de las CB y el papel de las Facultades que las cultivan. En este

sentido, no se puede dejar de lado que, desde hace ya varias décadas, la ciencia no es necesariamente sinónimo de progreso para la gente: también encarna para muchos, y a menudo con motivos sólidos, riesgos y amenazas. Reducir las manifestaciones de todo ello a ejemplos de atraso e irracionalismo sólo es posible desde una concepción peligrosamente limitada de la sociedad y también de la ciencia. Quienes realmente creen que las CB pueden hacer a la sociedad y a la cultura de América Latina un aporte mucho mayor del que hasta ahora les ha sido posible, deberían encarar en toda su magnitud el tema del (des)prestigio de la ciencia.

No debiera interpretarse lo que antecede como la afirmación de que existe una actitud globalmente negativa hacia la ciencia en el continente. Creemos que más bien lo contrario es cierto; existen estudios de opinión pública que apuntan a corroborar esta presunción. Por ejemplo, datos recientes de algunos países latinoamericanos – fruto de una encuesta de carácter por cierto preliminar y parcial – indican que más del 70% de los entrevistados creen que el desarrollo de la C&T es el principal motivo de mejora en la calidad de vida de la sociedad. También la mayoría considera que, si se descuida la ciencia, “nuestra sociedad será cada vez más irracional”. La gran mayoría considera que “los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que los efectos negativos”. (OEI/RICYT, 2003) A reserva de estudios más completos, cabe conjeturar que existe un importante apoyo potencial a la investigación nacional: la cuestión es pasar de la potencialidad a la realidad.

Todo lo dicho en esta sección apunta a sustentar la afirmación de que *el primer problema de las CB en América Latina es el de la construcción de una base social y cultural muchísimo más sólida de la que ha tenido hasta el presente.*

Parte III: Para discutir algunos lineamientos generales de acción

Intentaremos pasar a continuación del esbozo de un enfoque global a ciertas sugerencias para abordar acciones concretas. No es por cierto cosa fácil. La urgencia de los problemas llama a no refugiarse en el enunciado de generalidades, pero no se puede ignorar el inmenso obstáculo que supone la escasez de recursos, por lo cual tampoco resulta demasiado útil limitarse a listar iniciativas potencialmente valiosas. Hay que hacer, además de gran parte de las cosas que ya se están haciendo, varias otras nuevas – en el sentido de que, si bien pueden ser conocidas, su realización tiene en todo caso un carácter incipiente –, contando para todo ello con medios realmente reducidos. Se constituye así una especie de “nudo gordiano” que, a diferencia del que menciona la leyenda, no puede ser cortado. Habrá pues que combinar el avance gradual en materia de innovaciones con la búsqueda de nuevos recursos y con la reasignación de los ya disponibles, materiales y sobre todo humanos. Esa combinación y su despliegue a lo largo del tiempo, seleccionando prioridades en cada etapa y ensayando posibilidades para sustentarlas, es por supuesto la materia por excelencia de la Política con mayúscula. Encararla en las especificidades de cada contexto corresponde a los “órganos” colectivos o individuales encargados de la adopción de decisiones. Este documento no tiene la más mínima pretensión de señalar pautas para ello. Sólo aspira a completar una somera presentación de su tema ofreciendo, en esta Parte III, algunos insumos para la discusión.

Desde la perspectiva de la generalización de la educación avanzada y permanente

En los países ricos, en el lapso de una generación, el acceso a la enseñanza terciaria pasó de ser algo reservado a una minoría – no más del 20% en general – a constituirse en la trayectoria “natural” de la mayoría de los jóvenes, pues en promedio es la que sigue ya algo así como el 60% del correspondiente tramo de edad. Más allá de los números precisos, que difieren según los países y cambian para crecer, el fenómeno constituye, en la perspectiva de la historia, una verdadera revolución. Da cuenta del creciente influjo que el conocimiento avanzado tiene en la economía contemporánea y en las relaciones de poder en general. Pone así de manifiesto una de las grandes claves de la estratificación social, de las divisorias entre grupos y regiones.

Junto a la generalización de la enseñanza terciaria, en ciertas regiones se va abriendo camino la tan comentada educación permanente (Ver por ejemplo Delors *et al*, 1996). No hace falta justificar aquí su importancia. Basta con anotar que ha llegado a ser evidente que, en la educación, ha terminado la época de pensar en función de cualquier tipo de “enseñanza terminal”.

En las próximas décadas, quienes no puedan acceder a formas de la enseñanza avanzada, de calidad y permanentemente renovable confrontarán una cuádruple amenaza de marginalidad: (i) en el mundo del trabajo, pues se les hará cada vez más difícil conseguir posiciones ocupacionales que no estén signadas por la precariedad, las bajas remuneraciones y las malas condiciones de labor; (ii) en el ejercicio de la ciudadanía, ya que un número significativo de las decisiones colectivas se vincularán con conocimientos relativamente sofisticados; (iii) en las posibilidades de disfrutar de ciertas formas de la cultura, de la expresión creativa, de las visiones del mundo; (iv) en la preservación de la calidad de vida personal y de los seres próximos, dado el carácter cada vez más complicado y conflictivo de

grandes problemas cotidianos, como por ejemplo los que se refieren al ambiente o la prevención de enfermedades.

Ahora bien, al respecto, los hechos están muy por detrás de las palabras; no es ello de extrañar, pues hacer realidad estas últimas implica cambios inmensos, particularmente en las formas de enseñar y en las instituciones dedicadas a hacerlo. Señalemos, de la manera más sumaria, tres motivos que sustentan la última afirmación: (i) no se enseña de la misma manera a jóvenes de 18 años que a gente mucho mayor, que puede haber dejado de estudiar durante mucho tiempo y que en cualquier caso dispone tanto de otra flexibilidad para el aprendizaje como de otra experiencia laboral; (ii) es materialmente imposible que el sistema educativo formal pueda por sí solo ofrecer enseñanza avanzada y permanente a la mayoría de la población; (iii) este tipo de enseñanza sólo puede ser implementada de manera efectiva y fecunda en estrecho contacto con los desempeños laborales socialmente valiosos y con las organizaciones donde los mismos se llevan a cabo. Por consiguiente, se hace necesario tanto aprender a enseñar de formas nuevas como hacerlo mediante relacionamientos institucionales mucho más amplios que en el pasado.

Las cuestiones anotadas se hacen particularmente difíciles cuando se tiene en cuenta una tendencia que constituye probablemente la más preocupante en materia de enseñanza, y seguramente la que más desvirtúa los esfuerzos en pro de la extensión de la educación avanzada y permanente. Nos referimos a la gran cantidad de jóvenes que van quedando, incluso muy tempranamente, al margen del sistema educativo, gran parte de los cuales carece además de inserción laboral formal. Abrir a esos jóvenes nuevas perspectivas – combinando necesariamente posibilidades de trabajo con formas de enseñanza diferenciadas – es tan urgente como complicado.

Esas cuestiones se vinculan al conocimiento en general y, cada vez más directamente, a las CB en particular. Uno de los motivos de ello es que una parte no menor de las causas que impulsan a la deserción tienen que ver con la precaria formación previa en esas disciplinas y también con el rechazo que algunas de ellas suscitan entre muchos jóvenes, en particular la matemática. A la inversa, reincorporar – a jóvenes y a no jóvenes – a los estudios requiere brindar de maneras nuevas oportunidades de obtener y actualizar una cierta formación científica.

A las Facultades que cultivan las CB les cabe pues una gran responsabilidad en lo que se está constituyendo en una de las misiones cardinales de las universidades públicas: contribuir activamente a la construcción de alternativas para la generalización de la enseñanza avanzada, de calidad, permanentemente vinculada con el trabajo y renovable a lo largo de la vida entera. Cuando se trata de las universidades de regiones periféricas, como América Latina, esa misión tiene que ver con el enfrentamiento tanto a la creciente inequidad social interna de nuestros países como a su dependencia externa, económica, política y cultural.

Las observaciones precedentes pueden contribuir a subrayar la importancia de ciertas líneas de acción para la enseñanza en las Facultades de CB, algunas de las cuales han sido destacadas en muchas ocasiones, incluso en los informes “sectoriales” antes considerados. En las próximas secciones iremos precisando, a modo de sugerencias, varios de esos lineamientos concretos.

Formación docente e investigación educativa

En todo el intercambio de ideas, escrito y oral, que ha tenido lugar en torno a este Proyecto FC-UNESCO, se ha insistido una y otra vez en la importancia de que las Facultades de CB se involucren activamente en la formación de los docentes de otras ramas de la enseñanza. Se ha señalado, por ejemplo, que la respectiva Facultad de la Universidad de Buenos Aires implementó durante la década de 1990 carreras de profesores de enseñanza secundaria de ciencias, que se considera que han formado docentes más capacitados que los egresados de los institutos específicos¹. Así pues, algunas de las Facultades representadas en este Proyecto disponen ya de una experiencia valiosa en la materia, y creemos que todas coinciden en su relevancia.

No hace falta destacar en este contexto lo que puede aportar, a la revitalización de la enseñanza de las CB a todos los niveles, la incorporación de gran cantidad de jóvenes con una sólida formación científica, adquirida en un medio creativo, donde el planteo de preguntas y la búsqueda de nuevas respuestas es la actitud habitual. Si esos jóvenes pueden combinar su preparación científica con una no menos seria formación pedagógica y si no se interponen trabas de tipo reglamentario para su ejercicio de la docencia, se hará un avance sustancial en la inserción laboral de los graduados en CB y, más en general, tenderá a mejorar la cultura científica de la población en general.

Parecería que buena parte de los obstáculos que se interponen en ese camino tienen que ver con el relacionamiento con otros centros decisorios del sector público. En algún caso al menos, ciertas trabas provienen de que en institutos de formación docente se argumenta que su propia trayectoria es despreciada y que las Facultades de CB apuntan a apropiarse en exclusiva del derecho a otorgar los títulos vinculados. Por supuesto, la competencia por las posiciones laborales subyace a buena parte de las discusiones.

Las consideraciones esbozadas en esta sección, así como el enfoque general que orienta este documento, llevan a una doble negativa: las Facultades de CB **no** pueden ser ajenas a la formación en esas disciplinas de los docentes de los diversos niveles y **no** pueden pretender asumir esa tarea en exclusividad. Lo primero es condición necesaria para que aquellos docentes se formen en ambientes creativos, se mantengan en contacto estrecho con ellos y tiendan a enseñar de manera “abierta”, desde las preguntas y los problemas, mostrando a las ciencias como obras en construcción, con avances y también fracasos, contribuyendo así a que los estudiantes aprendan a aprender. Lo segundo es condición necesaria para enseñar en contacto estrecho con la práctica educativa, para aprovechar la valiosa experiencia disponible en ese terreno, para asignar la importancia adecuada a la formación pedagógica.

Ahora bien, tan o más importante que la capacitación de los futuros docentes es la recapitación permanente de los docentes en ejercicio. Esta última no puede abordarse con la misma oferta de enseñanza con la que se recibe a jóvenes de 18 años. Las frustraciones que ello genera no son difíciles de imaginar, ni de corroborar en la práctica. Por otro lado, es frecuente que, trabajando de igual a igual – vale decir, aportando cada uno sus propias capacidades – investigadores universitarios de una disciplina y docentes de la misma, en otros ámbitos de enseñanza, realicen experiencias fecundas, que van más allá de la actualización de los conocimientos de los últimos, pues se encuentran nuevas maneras de presentar y utilizar conocimientos, nuevos o viejos. Parecería que esta cuestión es de las que exige un máximo de flexibilidad e inventiva. Por consiguiente, encarar la tarea a la que nos referimos demanda asignarle recursos específicos, en materia de gente, organismos y dineros. Es muy probable que

¹ Intervención de Pablo Jacovkis, Decano de la FC de la UBA en la Reunión Preparatoria del Proyecto, Montevideo, marzo 02.

el “efecto multiplicador” de esta labor compense la variedad y la magnitud de los esfuerzos que demanda.

Para mejorar y diversificar la oferta docente es preciso, en especial, priorizar la investigación educativa. Uno de los documentos sectoriales afirma que “es fundamental el papel de la investigación educativa aplicada al caso particular de la disciplina biológica” (Inf Biol, p.49). Cabe decir algo similar para el conjunto de las CB, subrayar que se trata de encontrar mejores maneras de enseñarlas a todos los niveles – fuera y también dentro de las Facultades directamente involucradas-, y notar que esa labor tiene que ser encarada en conjunto con otros organismos, particularmente los que se especializan en Ciencias de la Educación. En la perspectiva de la educación permanente y de las nuevas divisorias sociales vinculadas al conocimiento, toda la cuestión de la innovación educativa adquiere una relevancia aún mayor que en el pasado (Arocena, 2002).

A esta altura, podemos ya consignar ciertas “sugerencias” para la discusión de acciones futuras. Señalemos que tanto las que figuran a continuación como las que se insertarán más adelante no pretenden ser enunciados originales sino tan solo recapitulaciones de ideas ampliamente conversadas, que en varios casos ya están siendo aplicadas desde tiempo atrás. En realidad, lo apropiado sería que los lineamientos para la acción de las Facultades de CB fueran, ante todo, una sistematización de lo mejor de las experiencias en curso. En ese entendido anotamos las siguientes

Sugerencias (1)

(1a) Las Facultades de CB que se integren en una Red latinoamericana podrían establecer como uno de sus lineamientos de acción conjunta la colaboración en la formación y capacitación de los docentes de los distintos niveles de la enseñanza. En tal caso, convendría que lo hicieran saber en un documento público, que sería formalmente entregado a las respectivas autoridades educativas y a las organizaciones internacionales vinculadas. El planteo subrayaría la intención de buscar acuerdos estables de cooperación con los institutos dedicados a la formación docente.

(1b) Las Facultades de la Red deberían promover la investigación sobre la enseñanza de las CB, cooperando con otras instituciones, en la perspectiva de la educación permanente, la cual puede caracterizarse mediante la consigna “todos pueden siempre seguir estudiando o recomenzar sus estudios”.

Las Facultades de Ciencias Básicas en los “protosistemas” de innovación latinoamericanos

La reflexión contemporánea sobre los procesos de cambio técnico y productivo ha puesto de manifiesto la relevancia de su dimensión “sistémica”. Ello significa que el nivel, la calidad y la orientación de la innovación técnico-productiva dependen considerablemente de la presencia real de variados actores y de sus relacionamientos. En términos bastante aproximados, se habla de “Sistemas de Innovación” para referirse al conjunto de organismos y actores más directamente involucrados en la innovación técnico-productiva y a los vínculos entre ellos. La abundante labor de investigación en torno a esa temática tiene entre sus más fecundos antecedentes uno latinoamericano y a menudo desconocido, el trabajo de Jorge

Sabato y algunos colaboradores sobre “el problema de las interacciones” en la innovación así sobre las posibilidades y dificultades del avance tecnológico en la periferia (Sabato editor, 1975; Sabato y Mackenzie, 1982). En realidad, la noción de Sistema de Innovación está prefigurada en el artículo de Sabato y Natalio Botana de 1968, en el que se introduce la metáfora del “triángulo” del desarrollo científico-técnico, cuyos vértices debieran ocuparlos el Estado, el Sector Productivo y el Sector generador de conocimientos.

En ese artículo, la metáfora sirve – dado que en un triángulo los lados no son menos importantes que los vértices – para subrayar el carácter decisivo que tiene la fortaleza o la debilidad de los vínculos entre esos tres grandes actores, o grupos de actores. En la mayor parte de América Latina, tales vínculos siguen siendo muy débiles, lo que constituye uno de los mayores obstáculos para la expansión de las capacidades productivas, y hace que, en realidad, apenas si se puede hablar en el continente de “sistemas” de innovación. En general, lo que prima no es la articulación entre actores sino más bien la desarticulación. En dicho marco se inscribe la ajenidad de las CB a las dinámicas productivas del continente, a la que nos hemos referido más arriba. A pesar de que en los últimos tiempos las universidades públicas latinoamericanas han hecho algunos esfuerzos importantes por colaborar con el Estado y el Sector Productivo en materia de innovación, factores profundos – también señalados antes – han frustrado buena parte de esos esfuerzos, por lo que al respecto sigue siendo notoria la “soledad del actor universitario” (Arocena y Sutz, 2001b).

Sería necesario que las Facultades de CB definieran una estrategia orientada a colaborar en la construcción de verdaderos “sistemas de innovación” y a su inserción en ellos, de modo de colaborar más directamente con el Desarrollo Humano Sustentable de nuestros países.

Esa orientación general puede implementarse mediante muy variadas tareas concretas, algunas de las cuales se mencionan a título de ejemplo en los próximos párrafos.

Las Facultades de CB podrían proponer, en relación a sus áreas de competencia, una *Agenda de Investigación para un nuevo Desarrollo*, que defina ciertas líneas de trabajo interdisciplinario que pueden colaborar a encarar mejor ciertos grandes problemas, como la alimentación, el manejo del agua, la desertificación, los riesgos tecnológicos y, más en general, la agregación de valor de conocimientos y calificación tanto a la producción de bienes y servicios como a la preservación del ambiente.

Albert Hirschman, gran maestro en la temática del Desarrollo, insistía en que la cuestión no es tanto determinar la combinación óptima de factores como encontrar y poner a valer recursos que en el Subdesarrollo están ocultos o desaprovechados. En buena medida, América Latina desaprovecha sus recursos en materia de conocimientos porque la costumbre es comprarlos en el exterior y porque no sabe que existen en el interior. Se suele ignorar gran parte de las investigaciones que se están realizando, sus potenciales aplicaciones y las capacidades humanas de alto nivel que están disponibles. Las Facultades de CB debieran confeccionar y actualizar sistemáticamente un *Mapa de la oferta de conocimientos y calificaciones* que podrían aprovecharse para la innovación técnico productiva.

Entre los recursos que debemos aprovechar mejor, empezando por saber más de lo que pasa con ellos, figuran los propios graduados en CB. Como se anota en los informes “sectoriales”, disponemos de poca información acerca de lo que hacen y de lo que piensan respecto a la formación que recibieron, de lo cual hay mucho que aprender. El *Seguimiento de los graduados* aparece así como otra tarea prioritaria, que sería por demás útil encarar con criterios comunes, que permitieran comparar y compartir experiencias.

El problema de poner el conocimiento a disposición de los potenciales usuarios es antiguo y ha sido afrontado de múltiples maneras. Uno de los principales antecedentes es lo

que se conoce como “extensionismo agrario”, desde hace mucho tiempo practicado en distintas regiones, América Latina incluida. Entre los índices de la debilidad de nuestros sistemas de innovación en relación a la industria cabe incluir la casi nula presencia en la región del “extensionismo industrial”, orientado a poner conocimientos a disposición de las empresas del sector - particularmente las más pequeñas, que son las más carenciadas al respecto –, por ejemplo financiando pasantías de expertos que pueden ayudar a detectar necesidades, posibilidades y formas de atenderlas. La creciente importancia productiva directa del conocimiento científico básico lleva a pensar en las posibilidades de impulsar el *extensionismo científico*.

Apresurémonos a señalar que la terminología del “extensionismo” paga tributo a una concepción bastante superada, afín a la “transferencia de tecnología”, según la cual los procesos de ese tipo son esencialmente unidireccionales, pues pondrían en contacto a los que “saben” con los que “no saben”, de donde toda la cuestión radicaría en “transferir” de los primeros a los segundos. Entre los avances empíricos y conceptuales que dieron origen a la concepción de los Sistemas de Innovación se destacan los vinculados a la comprensión de las relaciones entre “productores” y “usuarios” de conocimientos como procesos interactivos, en los que la conjugación de saberes distintos puede dar lugar a innovaciones exitosas (Lundvall, 1985, 1988). Convendría pues hablar de “interaccionismo” más bien que de “extensionismo”, pero usaremos esta última palabra para no apartarnos demasiado de lo usual.

En esta perspectiva, el “extensionismo científico” consiste en el conjunto de programas que pueden llevar a que se detecten posibilidades de resolver de maneras nuevas problemas diversos mediante conocimiento científicos, ya disponibles o que podrían obtenerse. Es obvia la relación de esta línea de trabajo con otras dos mencionadas antes, *Agenda de Investigación y Mapa de Oferta*. Una manera entre varias posibles para implementarla consiste en financiar (por ejemplo, mediante la colaboración del sector público y los organismos empresariales) pasantías de jóvenes científicos en empresas, cooperativas, municipios, etc., para estudiar, junto con quienes en tales entidades se desempeñan habitualmente, las perspectivas de aprovechar mejor sus recursos incorporando conocimiento científico. La experiencia sugiere que ésta puede ser una de las mejores vías para, muy particularmente, abrir espacios ocupacionales a los graduados en CB, por lo cual la actividad sugerida se liga directamente también con el *Seguimiento de graduados*.

Aquí resulta impostergable consignar una digresión: lo dicho más arriba, y también consideraciones más generales, llevan a señalar que, en la continuación de este Proyecto FC-UNESCO, la ausencia de estudios sobre **Informática** y **Geociencias** deberá ser paliada de alguna manera. Notemos de pasada que las oportunidades de inserción laboral para los estudiantes de informática y geología suelen ser altas.² En cualquier caso, el “extensionismo” y la investigación en estas áreas son relevantes para ampliar la influencia de las CB en nuestras sociedades.

Tanto el “extensionismo” como la inserción laboral tendrán mayores alcances, presumiblemente, si se diversifica la oferta de estudios con alto contenido de CB. Nos estamos refiriendo a programas de formación ofrecidos en conjunto por las Facultades de CB con otras Facultades e instituciones educativas, y también con otras organizaciones, como grandes empresas públicas o asociaciones de productores. Se trata de entidades que cada vez más precisan graduados “tecnocientíficos” con perfiles especializados – en formas de la contaminación, manejo de recursos hídricos, uso de la genética y la virología, física de

² Así lo destacó Pablo Jacovkis, Decano de la FC de la UBA en la Reunión Preparatoria del Proyecto, Montevideo, marzo 02.

materiales, tecnología estadística y computacional, etc. Se trataría en ese sentido de “carreras mixtas”, que deberían tener un carácter experimental y muy flexible, constituyendo probablemente programas a término, vale decir, a ofrecer durante un cierto período, y en cualquier caso sujetos a revisión frecuente.

Tales programas pueden, por supuesto, estructurarse tanto a nivel de grado como de postgrado. Hay ya una interesante experiencia en lo que se refiere a Maestrías de carácter aplicado, organizadas a partir de iniciativas surgidas en grupos de investigación “básica”. En algún caso, una empresa de alta tecnología se “auto incubó” en una de esas Maestrías.³

En esta sección nos hemos venido refiriendo a cuestiones que se inscriben en una temática general: Desarrollo, Ciencia y Tecnología. Repetimos que, en gran medida, nos basamos en lo que ya se está haciendo. En lo que hace al Desarrollo, más que “inventar” hay que “explorar”, detectando y difundiendo las experiencias más prometedoras. Como síntesis consignamos las siguientes

Sugerencias (2)

(2a) Sería fecundo que una Red de Facultades de CB de América Latina elaborara y pusiera a la consideración de los gobiernos y de la ciudadanía en general una Agenda de investigación en temas prioritarios para nuevos estilos de desarrollo.

(2b) Las Facultades de CB podrían explorar en conjunto sus posibilidades de colaborar en el manejo de grandes problemas sociales, presentando una suerte de Oferta colectiva de los conocimientos de los que disponen.

(2c) Es muy necesario realizar un sistemático “Seguimiento” de graduados, averiguando lo que hacen y opinan, relevando los principales problemas con que se topan y las experiencias más innovadoras que llevan a cabo.

(2d) Dada la incidencia cada vez mayor y más directa de las CB en distintos terrenos, ha llegado el momento de ensayar diversas formas de “Extensionismo” científico en los campos de la producción, la salud y muchos otros.

(2e) Resulta muy útil que las FC ofrezcan, junto con otras instituciones, programas de formación con sólido contenido en CB y perfil especializado, orientados a canalizar conocimientos e investigaciones hacia las necesidades de sectores específicos.

Para una “visión integrada de la ciencia”

La “excentricidad”, en el sentido literal de la palabra, de la ciencia en la cultura contemporánea responde – más allá de sus determinantes históricos y regionales específicos – a factores generales, entre los que no se puede dejar de notar la creciente fragmentación del conocimiento científico. A su vez, la primera causa de ello es seguramente la propia multiplicación del conocimiento, pero no es la única, ni de por sí hace imposible la construcción de “visiones integradas”, parciales y provisionales como la ciencia misma, pero

³ Nos referimos a la empresa ATGen y a la Maestría en Biotecnología de la FC de la Universidad de la República, Uruguay.

imprescindibles para que la ciencia sea una parte verdadera de la cultura, y a ella puedan de alguna manera acceder los seres humanos que estén interesados en hacerlo.

Cabe preguntarse si la multiplicación y división simultánea de los conocimientos científicos no los va convirtiendo en una especie de nueva Babel de “técnicas” y/o “lenguajes” especializados, a menudo con tremendo impacto práctico, entre los cuales los diálogos se hacen cada vez más difíciles y cuyo conjunto, visto desde afuera, resulta apenas comprensible. Hay una tendencia fuerte que empuja en esa dirección, que como tal no se revertirá, pero que en principio no parece imposible contrabalancearla en medida significativa. A su fortalecimiento mucho ha contribuido la trayectoria espectacular de las CB durante el siglo XX, la cual, como a menudo se ha señalado, ha entrado en contradicción con el sentido común forjado por la experiencia cotidiana de los seres humanos. A las propias CB les corresponde pues una responsabilidad central en la (re)construcción de propuestas para una “visión integrada de la ciencia”.

Pensemos, en una metáfora muy burda, a la ciencia como un círculo en expansión, de donde la “frontera del conocimiento” está representada por una circunferencia de radio creciente, y la tarea científica puede medirse – en “coordenadas polares” – por el radio y el ángulo, que representan respectivamente el avance especializado y la visión integradora. La historia muestra sin lugar a dudas que los progresos de las ciencias (cualquiera sea la acepción razonable que se retenga de la palabra progreso) depende del trabajo “en las dos coordenadas”. Pero, por causas varias que no cabe analizar aquí, lo que de hecho se prioriza es el avance “radial”, al tiempo que la expansión de la frontera implica que una dosis dada de trabajo sólo puede cubrir un “ángulo” decreciente. Habría que prestarle mucho mayor atención a esta segunda “coordenada”, al menos por tres motivos: (i) lo requiere el avance mismo de la ciencia, tanto en lo que se refiere a su capacidad de encontrar respuestas profundas a interrogantes sustantivos como en su carácter de conocimiento organizado racionalmente y intersubjetivamente comunicable; (ii) es imprescindible para que la ciencia pueda ser captada como parte de la cultura; (iii) es un capítulo insoslayable de todo programa de mejoramiento de la formación científica de la ciudadanía.

Los dos últimos ítems se conectan directamente con un tema que ha recibido mucha atención últimamente, “cultura y desarrollo”, aunque curiosamente en ese contexto poco se habla de “cultura científica”, justo cuando las capacidades colectivas para generar, usar y orientar el conocimiento científico han llegado a ser factores claves del desarrollo, o de su fracaso. La cuestión se conecta con la de los Sistemas de Innovación, destacando el papel que en éstos deberían cumplir tanto el conjunto de las instancias educativas como los medios de comunicación.

En esta perspectiva, colaborar desde las CB a la construcción y difusión de visiones más integradas de la ciencia demanda dos tipos de tareas, una más bien interna a la academia y otra externa. La primera apunta a reivindicar también la dimensión “angular” del trabajo científico, la que busca conectar diversas direcciones de investigación, comparar enfoques, analizar similitudes y diferencias en las ideas medulares, entender la evolución de éstas, esbozar panorámicas de conjunto. No hace falta decir que en todo esto le corresponde un papel fundamental a los historiadores y filósofos de la ciencia; cabe lamentar que los diálogos entre ellos y los investigadores en CB sean por lo general tan débiles.

La tarea mencionada debiera vincularse con la otra, de carácter “externo”, que suele denominarse como “divulgación” o “difusión” científica. No tenemos nada contra esas denominaciones, pero sí contra la noción a menudo implícita en ellas de que se trata de labores comparativamente sencillas, que los científicos pueden realizar por sí solos en ratos libres. Más que de divulgar, se trata de dialogar, escuchando atentamente preguntas y objeciones,

explorando las distintas imágenes existentes de la ciencia, teniendo realmente en cuenta rechazos e incomprensiones, a menudo muy fundadas. La propia expansión del conocimiento ha hecho mucho más difíciles estas tareas, requiriendo para realizarlas como mínimo, por lo general, una colaboración estrecha de investigadores en CB dispuestos a dedicarle tiempo a ello – y estimulados a hacerlo – con educadores y/o con especialistas en Comunicación Social que, además, han adquirido una formación científica.

La frase precedente señala una tercera línea de trabajo: la colaboración de las Facultades de CB con las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Comunicación Social, para la formación de periodistas científicos y la elaboración de programas de divulgación científica. Esta tarea se ubica a mitad camino entre las dos anteriores, en la medida en que tiene que basarse en “visiones integradas” de la ciencia y apunta a expandir la cultura científica de la sociedad en su conjunto.

En resumen:

Sugerencias (3)

(3a) Cabe asignar un espacio a los estudios interdisciplinarios, con participación de especialistas de las ciencias humanas y sociales, que apunten a ofrecer “visiones integradas” del conocimiento científico de la Naturaleza.

(3b) Las Facultades de CB tendrían que colaborar en la formación de periodistas científicos.

(3c) Parte de los investigadores en CB debieran tener, entres sus tareas expresas y reconocidas, la cooperación, particularmente con educadores y comunicadores, en tareas orientadas a la expansión de la cultura científica de la ciudadanía.

Parte IV: Acerca de la formación en ciencias exactas y naturales

Algunos grandes problemas

En los intercambios de ideas acerca de la problemática de la enseñanza en las Facultades de CB de América Latina, hay por lo menos tres cuestiones que aparecen recurrentemente. A saber:

- (i) la promedialmente insuficiente formación con que los estudiantes ingresan a la vida universitaria, lo que se traduce en un gran impulso a la deserción;
- (ii) el afianzamiento creciente de la compartimentación entre disciplinas;
- (iii) las escasas perspectivas de inserción laboral de los futuros graduados.

Del último aspecto nos hemos ocupado reiteradamente en las páginas precedentes, y al respecto agregaremos más abajo todavía alguna sugerencia. Por supuesto, se vincula con el primero de los tres puntos recién consignados, pues las carencias previas suelen “arrastrarse”, haciéndose sentir en especial en la dificultad para encarar preguntas o situaciones nuevas, lo que va en desmedro del desempeño eficiente en un contexto de prácticas profesionales cambiantes. Precisamente, los estudiosos del tema de la “utilidad económica” del trabajo en CB han sostenido a menudo que ella radica sobre todo en la formación de gente con capacidades para afrontar problemas no convencionales (Pavitt, 1993). Y ésta es una de las vías por las cuales las tres cuestiones consideradas se ligan, ya que la formación previa defectuosa dificulta muy especialmente la obtención de una formación relativamente amplia, al tiempo que una especialización acentuada no facilita el manejo de situaciones nuevas ni la adaptación a condiciones cambiantes.

Como ya lo notamos, el sistema prevaleciente de evaluación y reconocimiento premia la especialización, por lo cual de hecho fomenta la compartimentación. Se plantea pues una cuestión realmente difícil: *¿cómo se forma para la interdisciplinariedad?*

Algo intentaremos decir más adelante, aún a sabiendas del riesgo de esterilidad que ello implica pues, como se ha observado a menudo, el tema de la interdisciplinariedad es el que registra más alto cociente entre lo que se dice y lo que se hace.

En esta sección nos limitaremos a subrayar que el primero de los problemas antes listados – la deficiente formación previa de los estudiantes que llegan a las Facultades de CB – no hará, presumiblemente, sino hacerse cada vez más complicado. Convergen hacia ese pronóstico tanto las dificultades grandes que se constatan en la Enseñanza Media como el propio crecimiento del alumnado y la diversificación de sus antecedentes educativos, experiencias previas, niveles socioculturales y edades. En la perspectiva de la educación permanente, tal diversificación no sólo es previsible sino también altamente deseable. Pero no puede ser manejada ofreciendo a todos los estudiantes el mismo tipo general de oferta educativa, que sigue siendo en lo esencial la que se brindaba cuando se pensaba en que el “estudiante tipo” era un joven de 18 años, proveniente de una familia de nivel sociocultural medio o alto y provisto de una formación “liceal” relativamente sólida. La realidad se parece ya poco a tal esquema – por suerte, pues se trataba de una educación para minorías – y se parecerá cada vez menos. Por consiguiente, el ideal igualitario que inspira a la universidad pública latinoamericana no puede ser cultivado ofreciendo enseñanza igual a todos. Quienes difieran sensiblemente de aquel “estudiante tipo” tendrán una alta chance de fracasar a poco de ingresar a la Facultad de CB en la que han depositado sus esperanzas. Es difícil que ello se

pueda modificar sustantivamente mediante cursos de “nivelación”; el problema no es tanto la diferencia de información sino la de formación, y a este respecto intentar ahorrar mucho tiempo suele ser una manera de perderlo.

Parece urgente que la idea de diversificar las propuestas educativas – según los antecedentes de los estudiantes – oriente ensayos varios, diversificando trayectorias pero no para cerrar posibilidades a algunos sino para abrirlas. En todos los casos, las opciones deben permitir seguir estudiando siempre y ofrecer caminos para acceder a los niveles de formación más alta.

Lo dicho aquí y en secciones previas puede resumirse en las siguientes

Sugerencias (4)

(4a) Hace falta tener muy presente la vieja verdad según la cual el propósito de contribuir mediante la educación a una mayor equidad social exige enseñar de manera desigual a quienes están en situaciones desiguales.

(4b) En particular, conviene ofrecer trayectorias académicas diferentes para estudiantes que ingresan con muy distintos niveles de formación.

Una pista: “Modo 1” más “Modo 2”

¿Cómo hacer para superar o paliar los problemas de la compartimentación entre disciplinas? Por supuesto, ignoramos “la” solución, y hasta dudamos de que exista: los espíritus “renacentistas”, capaces de cultivar todas las artes y todos los saberes, si alguna vez fueron de este mundo, ya no lo son. Pero seguramente no es poco lo que se hace y lo que se puede hacer para conjurar ciertos efectos muy nocivos de la especialización excesiva – del avance casi exclusivamente “radial”, con escasa amplitud “angular”, si se nos permite volver a nuestra pequeña metáfora. Aquí queremos esbozar una pista, que quizás no sea inútil para buscar alternativas concretas en cada situación específica.

Hace algunos años, tuvo gran repercusión una obra (Gibbons *et al*, 1994) sobre “el nuevo modo de producción de conocimientos”. La tesis central, expuesta de manera abusivamente breve, es que las características prevalecientes en las prácticas de la investigación están cambiando de lo que los autores denominan como el “Modo 1” a un “Modo 2”. En el primero, la investigación tiene carácter fundamentalmente académico; se organiza en torno a las disciplinas, mediante equipos relativamente estables, que trabajan en el “contexto de descubrimiento”, en función de preguntas que surgen sobre todo desde “el interior” de las ciencias involucradas. En el “Modo 2”, la investigación se realiza primordialmente en el “contexto de aplicación”, a partir de equipos interdisciplinarios, que se estructuran, por lo general a término, para abordar problemas planteados desde “el exterior” de la academia. Infinitas discusiones se han planteado alrededor de la contraposición de esos dos “modos”; aquí ni siquiera las rozaremos, pues la hemos evocado para sugerir que, *sustituyendo la contraposición por la combinación, quizás tengamos una pista útil para la enseñanza.*

Intentaremos ejemplificar lo que decimos en el caso de la Física y de la Matemática, ciencias respecto a las cuales se plantea – particularmente en los respectivos informes

“sectoriales” – una gran preocupación, no sólo por la formación excesivamente especializada y orientada a la investigación en la propia disciplina de sus graduados, sino también por las dificultades para comunicarse y trabajar en equipo con las cuales estos últimos parecen tropezar a menudo. Sería seguramente frustrante “sustituir” completamente esa formación, un tanto unilateral, por otra que, por ejemplo, pretendiera basarse sólo en “problemas”. Pero se podría combinar dos tipos de formación, uno *vertical*, estructurado en torno a los encadenamientos lógicos de los conocimientos en la respectiva disciplina, el “mayor” en cuanto a tiempo (por ejemplo, para calibrar la sugerencia, entre el 60 y el 80% del tiempo de trabajo estudiantil), con otro *horizontal o transversal*, de carácter flexible y tentativo (“experimental” desde el punto de vista educativo), orientado al trabajo en equipos multidisciplinarios en torno a problemas y/o proyectos.

La primera línea de trabajo apunta al avance “radial” del conocimiento, en la dirección de la disciplina escogida; se apoya en una extensa experiencia académica, que sin duda puede ser mejorada, en particular a partir de los aportes de la investigación educativa, pero que sería absurdo dejar de lado. Por supuesto, esta línea incluye las materias de otras disciplinas que se consideran necesarias para la formación en la ciencia de que se trate.

La segunda línea apunta a ampliar el “ángulo” bajo el cual los estudiantes ven a la ciencia; también se dispone de experiencias valiosas en la materia. Nos limitaremos aquí a subrayar que no se la puede pensar como una yuxtaposición de materias varias, sino que debe tener un “esqueleto” sólido; ello requiere: (i) un hilo conductor, constituido por un problema o conjunto de problemas, que cada grupo “multidisciplinario” de estudiantes debe encarar, y (ii) un equipo docente responsable de toda la trayectoria en esta “segunda línea” del grupo en cuestión. En particular, este equipo asesoraría a los estudiantes respecto a los cursos que les convendría seguir a los efectos de colaborar con la tarea de su respectivo grupo, pero siempre abriendo un campo amplio a la diversidad de opciones.

Probablemente en Química y en las Ciencias de la Vida haya que pensar las cosas de manera un tanto diferente, pero tal vez la “pista” esbozada no sea inútil. En cualquier caso, valdría la pena intercambiar puntos de vista y valoraciones de experiencias que ayuden a calibrar posibilidades.

Notemos que, en todo caso, el equipo docente responsable de la dirección “horizontal” debiera ser apoyado por otros que ofrezcan materias inherentemente “transversales” (Historia y Filosofía de la Ciencia; Ciencia, Tecnología y Sociedad; Ética de la Investigación, Planificación y Gestión, etc.), que puedan colaborar a: (i) ampliar perspectivas culturales, (ii) facilitar los diálogos entre estudiantes de disciplinas distintas y (iii) contextualizar los problemas específicos que los distintos grupos de estudiantes deberían, en alguna medida, “resolver” o, más precisamente, tomar como eje de su “proyecto” de trabajo.

En suma:

Sugerencias (5)

(5a) Se podría considerar las posibilidades de combinar dos “modos” para la enseñanza universitaria de las CB, uno específico a cada disciplina y estructurado según sus lógicas propias, y otro “transversal”, multidisciplinario y vertebrado en torno a problemas o proyectos.

(5b) El segundo modo incluiría una oferta “semi estructurada” de cursos de otras disciplinas – básicas, tecnológicas, sociales y humanísticas.

(5c) Para calibrar esta propuesta, conviene empezar por comparar críticamente las experiencias diversas que apuntan a superar la excesiva “compartimentación” de la enseñanza de las CB.

Culturas, estructuras y trayectorias diversificadas

Las sugerencias precedentes apuntan a impulsar colaboraciones interdisciplinarias, la necesidad de lo cual va mucho más allá del campo de las CB. Al intentar ampliar el campo de la colaboración, aparecen grandes problemas adicionales. Algunos, bastante conocidos, tienen que ver con la estructura prevaleciente en nuestras universidades públicas, analizada en múltiples obras, incluyendo una clásica (Ribeiro, 1971); sus conexiones con las dinámicas contemporáneas de la generación y utilización del conocimientos son consideradas en Arocena y Sutz (2001a). Otros problemas son vistos como de índole cultural; así por ejemplo, se afirma que en la Universidad de Buenos Aires hay dos culturas distintas, una la de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en parte acompañada por la Facultad de Filosofía y Letras, y otra la profesionalista⁴.

No cabe discutir aquí estas dos clases de problemas, que por cierto tienden a reforzarse mutuamente. Lo que importa señalar es que ellos ponen de manifiesto una dimensión adicional del aislamiento de las CB en América Latina, la que existe dentro de las propias universidades, que se suma a la de estas últimas, en tanto generadoras de conocimiento avanzado, dentro de las respectivas sociedades nacionales. Lo que en este contexto más interesa es que tales problemas dificultan considerablemente el desarrollo de una de las principales líneas de mejora de la enseñanza, la diversificación de trayectorias académicas, mediante la combinación de “módulos” educativos ofrecidos en facultades distintas. Un ejemplo de ello lo constituye la cuestión⁵ de cómo estructurar carreras tipo “ingeniero físico”. A la inversa, impulsar esas trayectorias puede contribuir a superar vallas estructurales y culturales, pues se trata de *carreras de encuentro*.

Existen ya muchos ejemplos de tales carreras, que convendría multiplicar. Suelen dar lugar a títulos de grado ofrecidos en conjunto por dos o más facultades. No menos importantes son sus implementaciones a nivel de postgrado. Las nuevas conexiones entre ciencia y tecnología pueden hacer especialmente fecundo dedicar esfuerzos a crear “interfases” entre grados en CB y postgrados en disciplinas tecnológicas, y viceversa. Por supuesto, ciertas carreras de encuentro – físico computacional, biólogo matemático, etc. – pueden emerger dentro de las propias CB, como se anota en alguno de los informes “sectoriales”. Un prerrequisito insoslayable para resolver todas esas cuestiones es la flexibilidad, tanto conceptual como reglamentaria.

Más aún, dado el tipo de capacitación que brinda la formación en CB – cuando es buena –, que tiene que ver sobre todo con las aptitudes para afrontar problemas no estandarizados y situaciones muy nuevas, habría que multiplicar las posibilidades de que esa formación sea parte de las más variadas trayectorias educativas. Por otra parte, en sociedades crecientemente permeadas tanto por las posibilidades como por los riesgos asociados a las

⁴ Intervención de Pablo Jacovkis, Decano de la FC de la UBA en la Reunión Preparatoria del Proyecto, Montevideo, marzo 02.

⁵ Planteada por Fernando Magaña, Director de la FC de la UNAM en la Reunión Preparatoria del Proyecto, Montevideo, marzo 02.

ciencias, ¿cómo se espera aprovechar aquéllas y conjurar éstos si no hay muchísimas personas – dirigentes políticos, empresarios, sindicalistas, comunicadores, juristas, filósofos, docentes, funcionarios públicos, consultores, etc. – con formación científica? Es necesario llegar a organizar una amplia gama de *diplomas en CB*, que pueden involucrar por ejemplo de 3 a 5 semestres de estudios. Así se podría diversificar las opciones de los estudiantes que ingresan a las Facultades de CB y ofrecer una formación susceptible de ser combinada con muchas otras.

La perspectiva de la educación permanente pone lleva a plantear también la cuestión de la formación y/o actualización en CB de personas maduras, en particular profesionales de otras carreras. Además, convendría atender a la siguiente interrogante: ¿cómo se recicla un científico? Pero ya es tiempo de recapitular.

Sugerencias (6)

(6a) Ampliar la oferta de *carreras de encuentro*, de grado y de postgrado, entendidas como trayectorias diversificadas que combinan, de manera orgánica y flexible, “módulos” correspondientes a distintas áreas del conocimiento y, eventualmente, a distintas facultades.

(6b) Analizar la posibilidad de ofrecer distintos *diplomas en CB*, que amplíen las opciones de los estudiantes y constituyan “módulos potenciales” para esas trayectorias diversificadas.

Epílogo

Cultivar las CB es una de las condiciones necesarias para el enriquecimiento cultural y el desarrollo humano sustentable de América Latina. No poco se ha hecho en ese terreno, pero es imprescindible hacer mucho más. Para ello se requieren nuevos recursos y, sobre todo, usar mejor los recursos disponibles, a menudo descuidados o subutilizados. Por consiguiente, urge agudizar la imaginación colectiva. También es imprescindible revisar los criterios con los que se evalúa el desempeño de quienes se dedican a las CB, apuntando a reconocer y estimular la pluralidad de esfuerzos involucrados en la construcción de la base social de la investigación latinoamericana. En tal perspectiva, este documento sugiere redefinir el cometido educativo de las Facultades de CB, desplazando su “baricentro” desde la formación de licenciados hacia una tarea que, por supuesto, incluye a la mencionada pero es mucho más amplia: la colaboración para expandir los conocimientos científicos básicos de la población en general y sus capacidades para usarlos de maneras socialmente fructíferas.