



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Sede Sur

Departamento de Investigaciones Educativas

**Factores que intervienen en la conformación y consolidación de grupos
científicos en México: El caso del Instituto de Biotecnología (IBt) de la
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

Tesis que para obtener el grado de Doctor en Ciencias en la Especialidad de
Investigaciones Educativas

Presenta

Ariana Hayde Vergara López
Maestra en Ciencias

Director de tesis
Eduardo Remedi Allione
Doctor en Ciencias

Sinodales
Rosa María Torres
Doctora en Pedagogía

Inés Dussel
Doctora en Curriculum y Enseñanza

Eugenia Roldán
Doctora en Historia y Filosofía de la Ciencia

Raúl Rodríguez
Doctor en Educación

Junio, 2015

“Para la elaboración de esta tesis,
se contó con el apoyo de una beca CONACyT”

Agradecimientos

Con esta tesis cierro un ciclo más en mi trayectoria académica y profesional. Para mi es un gran logro haber alcanzado una de mis metas más importantes. Es por eso que quiero agradecer a todas las personas que siempre han estado a mi lado, apoyándome y motivándome para hacerlo realidad.

A mis padres y hermanos les agradezco su confianza, su apoyo y cariño que me brindaron a lo largo de este proceso.

A mi novio que siempre me brindó palabras de aliento, amor y apoyo incondicional.

Agradezco a mi director de tesis, lectores (miembros del jurado y Comité Tutorial) y grupo de trabajo (seminario interno) por la paciencia, consejos, disposición y ayuda brindada. Gracias por compartir conmigo sus conocimientos y por sus valiosas aportaciones.

A los miembros del personal del DIE que me brindaron su apoyo y estuvieron involucrados, de alguna forma, en el proceso de elaboración de esta tesis y en la presentación del examen de grado.

Agradezco a los investigadores, estudiantes y autoridades del IBt (UNAM) por la disposición, apoyo y paciencia que hicieron posible la realización de este arduo trabajo de investigación.

Es mi deseo, como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarles esta tesis a todas las personas que me motivaron a seguir adelante y ser perseverante para alcanzar este anhelo que se vuelve una realidad tangible.

Gracias de todo corazón

Factores que intervienen en la conformación y consolidación de grupos científicos en México: El caso del Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Resumen

El contexto cultural e institucional en el que están inmersos los grupos científicos (aspectos sociales, políticos, económicos y culturales) determinan el trabajo que realizan y condicionan la forma de producción de conocimiento. El Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que pertenece al Subsistema de Investigación Científica (SIC), posee características significativas que definen rasgos favorecedores de una cultura institucional que permiten la presencia de investigadores prestigiados y la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la Biotecnología. Es por ello que a través de un estudio de caso, como trabajo de tesis de doctorado, me interesa conocer **¿cómo se configura y cuáles son los elementos de la cultura epistémica e institucional del IBt? y ¿cómo esto, en intersección con la trayectoria científica de algunos investigadores, contribuyen a la conformación y consolidación de un colectivo de investigación científica?** Se trata de un estudio interpretativo en el marco de la investigación educativa, que usará diversas herramientas metodológicas en distintas etapas de la investigación, tales como: la reconstrucción de trayectorias académicas de algunos científicos por medio del Curriculum Vitae (CV), la entrevista a profundidad (semiestructurada) y la observación no participante (en laboratorios y seminarios). Esto para dar a conocer grupos científicos de México que destacan en el plano internacional de la ciencia (en el campo de la Biotecnología) y que, probablemente, son minoritarios dadas las condiciones y limitaciones socio-económicas y políticas del país; pero existen y de alguna forma debe darse a conocer cómo son, quiénes conforman a estos grupos, en qué condiciones trabajan, cómo lo hacen y por qué han alcanzado el reconocimiento que tienen en el campo científico.

Abstract

The cultural and institutional context in which they are immersed scientific groups (social, political, economic and cultural aspects) determine the work carried out and determine the form of production of knowledge. The Institute of biotechnology (IBt) of the University National Autonomous from Mexico (UNAM), which belongs to the subsystem of scientific research (SIC), has significant features that define an institutional culture favoring traits that allow the presence of prestigious researchers and gestation and consolidation of scientific groups of reference in the field of biotechnology. That through a case study, as doctoral thesis work, I want to know is why set up and what are the elements of the epistemic culture and institutional IBt? and would this intersection with the scientific career of researchers, contribute to the creation and consolidation of a group of researches?

It is an interpretive study within the framework of educational research, which will use different methodological tools at different stages of the research, such as: the reconstruction of academic careers of scientists through the Curriculum Vitae (CV), interview (semi-structured) depth and non-participant observation (in laboratories and seminars). This to publicize scientific groups from Mexico that stand out at the international level of the Science (in the field of biotechnology) and, probably, are minority given conditions and socio-economic and political constraints of the country; but there and somehow it should be known how are, who makes up these groups, in which conditions working, how do them, and why they have achieved recognition in the scientific field.

Índice

Contenido	Páginas
Presentación	6-7.
Introducción	8-32.
1. Planteamiento del tema de investigación.	
2. Objetivos y preguntas de investigación.	
3. Metodología de investigación:	
- Enfoque teórico-metodológico.	
- Estrategia metodológica.	
Capítulo 1. La institucionalización de la biotecnología y la creación del IBt.	33-106
1.1. Contexto sociopolítico en el que surge la Biotecnología.	
- La importancia de desarrollar la Biotecnología en México: Dificultades y ganancias.	
1.2. Historia del IBt e institucionalización de la Biotecnología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM):	
+ Antecedentes históricos: Institución y disciplina.	
- La Biotecnología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).	
1.3. Hacia la construcción de una ciencia de frontera: Estructuración del campo de la Biotecnología en el IBt.	
+ Hacia la configuración de liderazgos y grupos de investigación.	
Capítulo 2. Hacia el ideal del científico del IBt.	107-129.
2.1. Procesos de formación y socialización del científico:	
- Inversión de capitales (cultural, social, institucional, económico).	
- Endogamia académica.	
2.2. “Aprendiendo sobre hombros de gigantes”:	
- El aprendizaje del hábitus científico: El papel del tutor y los pares en el proceso de formación.	
- La importancia de la movilidad académica en distintas etapas de formación.	
- El liderazgo académico: Herencia académica o aprendizaje.	

Capítulo 3. Estructura, organización, condiciones de interrelación y formas de producción de conocimiento del IBt. 130-174.

3.1. Marco normativo y estructura organizacional en el que se desarrolla la ciencia en el IBt.

3.2. El laboratorio como célula de organización del trabajo.

- Composición de los grupos de investigación.
- Conformación de espacios de trabajo.

3.3. Lógicas de producción y difusión del conocimiento: Formas de trabajo, organización y estrategias del trabajo científico.

- Trabajo colegiado y transdisciplinario.
- Los vínculos internacionales y el marco de las agendas de investigación: Relaciones de recurso, vínculos y colaboraciones.
- Vinculación con el sector productivo, relación empresa-Universidad.

Capítulo 4. La legitimación del científico del IBt: Formas de obtención de reconocimiento y prestigio del científico. 175-211.

4.1. Formas de evaluación y obtención de prestigio académico.

- Tipos de producción científica y formas de obtención de reconocimiento: Publicaciones, desarrollos tecnológicos y patentes.

4.2. Símbolos de reconocimiento y prestigio en un campo de conocimiento.

- Reconocimiento entre pares...

Conclusiones generales 212-220

Bibliografía 221-232.

Anexos 233-272

Presentación

En el capítulo 1, se ubica al Instituto de Biotecnología de la UNAM (como establecimiento) en el espacio geográfico, en el tiempo sociohistórico y en la trama social. De acuerdo con Fernández (1998), la ubicación en el espacio geográfico mostrará cómo y en qué grado este Instituto mantiene relación con otras instituciones, dependencias y con la sociedad. Esto permitirá comprender el quehacer científico y las condiciones particulares de trabajo con las que cuenta para llevar a cabo sus actividades (que le atribuye ciertos rasgos o características particulares).

Primero se da un marco contextual en el que emerge la Biotecnología, plasmando las condiciones socio-económicas y políticas de la ciencia en México. Es importante considerar los diversos aspectos relacionados con la institución y la disciplina que son objeto de estudio; ya que, esto permite conocer cómo se institucionaliza la Biotecnología en el IBt (de la UNAM), cómo es que surge este Centro de Investigación, cómo se ha ido reestructurando hasta llegar a consolidarse y qué le otorga cierta particularidad y lo distingue de otras Instituciones. Además, se recuperan algunos antecedentes del Instituto sin pretender hacer historia institucional, sino para partir de un marco de referencia y conocer por qué se originó dicha institución y cómo se delinearon las áreas de investigación que han contribuido al desarrollo de ciencia de frontera de dicho colectivo científico en el campo de la Biotecnología.

La ubicación sociohistórica da a conocer los fines y los objetivos sociales que se espera que cumpla el IBt, así como las características del mandato social que pesan sobre éste, los márgenes de libertad e innovación y la cultura que lo contienen. De igual manera, la ubicación y el tipo de establecimiento permite estimar otros aspectos sobre el grado de poder y la posibilidad real de obtener recursos y márgenes de libertad para definir su propia acción.

En el capítulo 2, a través de las trayectorias de los científicos entrecruzadas con la cultura institucional, se da cuenta de los procesos sociales de preparación y conformación del sujeto dentro del campo científico y el papel de los grupos de referencia (disciplinarios e institucionales) que intervienen en la consolidación y la obtención de reconocimiento a lo largo de su trayectoria. Asimismo, considerando al científico como parte de un grupo de investigación, se aportan elementos de participación (como líder académico) en la consolidación del colectivo científico al que pertenece.

En el capítulo 3, a través de la indagación institucional se muestra el carácter ambivalente de la relación sujeto-institución y la ambigüedad de los mandatos sociales en ese espacio institucional (Fernández, 2006). De ahí que, en este capítulo, se da cuenta de la estructura organizacional y marco normativo que delinea las condiciones del espacio institucional en el que se desarrolla biotecnología y se establecen las formas del “quehacer científico”. Además de conocer las condiciones de interrelación y procesos de producción de conocimiento en varios grupos del IBt.

Por otro lado, se hace énfasis en la producción de conocimiento que se lleva a cabo en los laboratorios. Por lo que se analiza al sujeto en función de su participación en el grupo (posición, rol y resultados de investigación) y al grupo de investigación como organización dedicada a la producción de conocimiento (con sus jerarquías, patrones y dinámicas de trabajo), considerando al laboratorio como un espacio de aprendizaje y legitimación en el campo de la Biotecnología. Por lo que se indagan algunas cuestiones sobre las lógicas, dinámicas y estrategias de producción en distintos laboratorios que conforman el colectivo científico en estudio.

En el laboratorio, los sujetos van generando un sentido de pertenencia (marcas de filiación) y participan en la construcción de un mismo objeto de conocimiento, ocupando diferentes roles o posiciones en el campo científico. De tal manera que se expone la forma de trabajo al interior de los grupos de investigación como reflejo de la cultura institucional del IBt. Es imprescindible mencionar que no se pretende hacer generalizaciones al respecto, ya que sólo se hace referencia a los grupos de investigación que me permitieron la entrada a su laboratorio y seminarios. En total fueron 5 grupos, de los cuales algunos trabajan como “consorcio de investigación”, ubicados en un mismo laboratorio. Las observaciones se realizaron en 3 laboratorios de 3 departamentos del Instituto.

Finalmente, en el capítulo 4, al conocer algunos datos de los científicos (derivado de otros capítulos), tales como: la adscripción institucional, las afiliaciones disciplinarias, la diferenciación temporal, el tipo de vinculación con la vida académica, entre otros elementos, se muestran algunas cuestiones relacionadas a las formas de evaluación y obtención de prestigio académico; así como del reconocimiento entre pares en el IBt.

Planteamiento del tema de investigación

Los estudios sobre la actividad científica (o tecno científica) desde la perspectiva social no son una novedad. Desde principios del Siglo XX se empezó a reflexionar desde la filosofía acerca de algunos problemas epistemológicos de la ciencia y, posteriormente, en torno a la construcción del conocimiento. Con el paso del tiempo y la aparición de diversas disciplinas con enfoques teóricos que tomaron como objeto de estudio a la ciencia¹, se planteó la necesidad de conocer no sólo las condiciones sociales (externas) en que se produce el conocimiento (como lo haría Merton), sino también la llamada “caja negra” de la actividad científica (Latour y Woolgar). Actualmente es ineludible realizar otro tipo de estudios para conocer la naturaleza de la producción científica, la dinámica subyacente del desarrollo científico, la caracterización de los actores, las formas de organización social (interna y externa), las negociaciones y alianzas; así como los consensos entre actores y dinámicas del grupo o comunidad científica en el mundo de la ciencia (Kreimer, 1995). De ahí que me interesa indagar sobre: Cómo se construye y se consolida un colectivo científico y cómo es ese campo de acción donde se da lugar a la producción del conocimiento (es decir, cómo se forman, cómo se organizan, cómo se relacionan, etc.).

Por un lado, los trabajos de Thomas Kuhn muestran la viabilidad de relacionar la historia del contenido de la ciencia y de los científicos. Lo cual es cuestionado después por Bloor², que parte de la idea del predominio de los factores extra-científicos (ligados a lo social) en la determinación del curso de la práctica científica. Por otro lado, los estudios de Latour y Woolgar revelan que la construcción social de la ciencia incluye factores, dimensiones y niveles de acción bastante heterogéneos; es decir, la construcción de un hecho científico no refiere sólo a un trabajo intelectual y discursivo, sino a un conjunto de prácticas, técnicas y objetos que son materializaciones de debates anteriores. Por lo que, los sociólogos de la ciencia son llevados a reconstruir las condiciones sociales, los diversos contextos y los dispositivos a través de los cuales

¹ Como la sociología del conocimiento (Bloor, Gibbons, Collins y otros) y la antropología de la ciencia, que tomaron como recursos teórico-metodológicos a la etnometodología (Lynch, Garfinkel, Anderson, entre otros) y etnografía de la ciencia (Latour, Woolgar, Knorr Cetina y otros).

² Bloor pretende construir una sociología del conocimiento a través de una teoría general sobre las conexiones causales entre los factores sociales y cognitivos, afirmando que existen lazos causales conectando las formas de control social de una sociedad, sus usos de la naturaleza, su conocimiento científico y las creencias y actividades de los científicos individuales. “El conocimiento para el sociólogo es lo que los hombres toman como conocimiento, que son las creencias a las cuales los hombres se aferran, estas creencias están institucionalizadas o los hombres las han dotado de autoridad” (Bloor, 1976; citado en Arellano: 2003: 2).

este hecho toma forma (Arellano, 2003). Es así como, usando herramientas antropológicas, se percatan de que los hechos científicos son construidos en un proceso social dentro de un espacio privilegiado³ (que es el laboratorio). Pero, eso sólo es posible conocer de manera vivencial; es decir, observando dentro del laboratorio las interacciones y manipulaciones que ahí ocurren.

De acuerdo con Knorr-Cetina (1996), los estudios de laboratorio abrieron un nuevo campo de investigación, dando un salto de los estudios sobre los métodos científicos al estudio de la actividad cultural de la ciencia; ya que, al pretender abrir “esa caja negra”, proponen vincular los aspectos cognitivos con los aspectos sociales que contextualizan, condicionan y/o determinan la producción de conocimiento. Por tal motivo es posible aproximarnos a conocer a los colectivos científicos a través del laboratorio; pero también deben considerarse otros aspectos en torno al trabajo en equipo en la producción del conocimiento (en el proceso de integración del conocimiento donde se establecen relaciones al interior de los grupos), así como a través de las redes científicas que se van estableciendo con la difusión del conocimiento (redes de conocimiento al exterior⁴).

Para Kuhn, las comunidades científicas existen en diferentes niveles, desde la agrupación constituida por todos los investigadores de las ciencias naturales hasta la comunidad por especialidades y temas de estudio. Esto resulta interesante porque introduce la idea de dominio de un campo de estudio y la forma en que los científicos se relacionan en torno a un tema determinado. Por otro lado, Merton considera que la comunidad científica es un elemento de la estructura social global, por lo que ésta mantiene relación con otros factores no incluidos en la organización de la misma. Por lo anterior, las comunidades científicas no pueden ser abordadas simplemente sobre la base de los estudios de laboratorio⁵. Bourdieu reconoce este aporte mertoniano; sin

³ Por lo tanto, los problemas de investigación, las pruebas y los argumentos son material sociocognitivo, que no pueden ser separados y analizados fuera del escenario social del que forman parte y han surgido; ya que, son parte sustantiva del juego social que se da en el espacio de investigación.

⁴ De acuerdo con Latour (1987), es indispensable tomar en cuenta la relación entre la dinámica interna (lo que se construye al interior del laboratorio) y la externa (el posicionamiento político) a través de la dinámica de los hechos (la acción y las prácticas).

⁵ Merton percibió que algunos comportamientos no pueden explicarse desde el primer conjunto normativo y desarrolló un segundo conjunto de normas entre las que figura “el principio de la proporcionalidad de la recompensa”. Esto refiere a que a los científicos que producen conocimiento significativo se les concede prestigio. Entonces, por cada aporte relevante que hace el científico recibe una recompensa y esta es proporcional a la importancia que a éste se le concede. En este sentido, Hagstrom (discípulo de Merton), define a la comunidad científica como un sistema de intercambio. Por lo que la relación que se establece entre científico y comunidad científica es de tipo transaccional, es un intercambio de información por reconocimiento (Hagstrom, 1965).

embargo, advierte que su concepto de campo científico⁶ se va a oponer a su concepto porque Merton no da cuenta de las luchas que se generan al interior de esta comunidad. Otra definición más reciente de lo que es una comunidad científica es aquella en donde la actividad científica que se desarrolla en colectivo no está determinada sólo por normas y valores, sino también por la pertenencia a determinadas instituciones o disciplinas (Casas, 1980).

Las comunidades científicas no son espacios homogéneos de producción de conocimientos. Se trata de organizaciones fuertemente segmentadas y en una tensión permanente: se puede observar por un lado los investigadores que efectivamente están integrados, es decir que son parte de proyectos o programas de investigación internacionales, que asisten a sus coloquios y administran datos que les permiten formular investigaciones en determinadas direcciones y que reciben subvenciones internacionales. Por otro lado, hay grupos e investigadores sin integración, cuya internacionalización es débil o nula y que trabajan de una manera a veces aislada, a veces orientada hacia la atención de las necesidades locales, intentando en la mayor parte de los casos imitar la agenda de investigación de los grupos más integrados (Kreimer, 2006:7-8; citado en Didou y Remedi, 2008a: 21).

Retomando las reflexiones de varios autores en torno a qué son las comunidades científicas, y el argumento de la Dra. Rosalba Casas (1980) donde afirma que no podemos usar ese concepto bajo un contexto como la sociedad mexicana, ya que no se puede adecuar, dado que la idea de comunidad implica un funcionamiento autónomo del sistema científico y en México la actividad científica está fuertemente influida por factores económicos y políticos. Entonces, no me parece pertinente considerar al IBt como una comunidad científica. Por lo que, de acuerdo con mis objetivos de investigación, el Instituto de Biotecnología (IBt) puede ser definido como “una colectividad u organización científica” (como alternativa conceptual de “comunidad científica”), que relaciona factores internos y externos, además de las interacciones entre los sujetos, lo cognitivo y lo social⁷. Para Nico Yahiel, “las colectividades y

⁶ En el análisis de la organización social de la investigación científica, otro elemento relevante es la noción de “campo científico” de Pierre Bourdieu, quien la define como sistemas de relaciones objetivas entre las posiciones adquiridas (en luchas anteriores) y el lugar (espacio de juego) de una competencia que tiene por desafío específico el monopolio de la autoridad científica inseparablemente definida como capacidad técnica y como poder social; es decir, capacidad de hablar y actuar legítimamente, de manera autorizada y con autoridad, o el monopolio de la competencia científica en materia de ciencia y que se lo reconoce como un agente determinado (Bourdieu, 1983). Por lo tanto, Bourdieu considera que no es suficiente analizar el interior del laboratorio, sino que es necesario tomar en cuenta la estructura general del campo y la posición particular que cada laboratorio tiene dentro de él.

⁷ De acuerdo con Latour (1987), es indispensable tomar en cuenta la relación entre la dinámica interna (lo que se construye al interior del laboratorio) y la externa (el posicionamiento político) a través de la dinámica de los hechos (la acción y las prácticas).

organizaciones científicas incluyen tanto a instituciones totales como a laboratorios individuales, oficinas, secciones científicas, grupos de problemas... La actividad científica se da principalmente en colectividades; pero éstas no están determinadas por normas y valores sino por la pertenencia a determinadas instituciones o disciplinas. Desde esta perspectiva, no solamente se estudian las interacciones e interrelaciones entre científicos sino además la relación entre el científico y la sociedad; es decir, entre la actividad científica y el sistema de la sociedad en general” (Casas, 1980:230).

Cada colectivo de investigación científica tiene características particulares. Dichos colectivos pueden ser epistémicos, en la medida en que son conformados por profesionales con experiencia reconocida en un campo de conocimiento en particular y con suficiente legitimidad en la toma de decisiones para la definición de políticas en ese campo científico (Knorr-Cetina, 2003). O bien pueden ser comunidades de práctica, que están conformadas por individuos que, con el fin de desarrollar un conocimiento especializado, comparten aprendizajes basados en la reflexión mutua sobre experiencias prácticas a través de un proceso de construcción de conocimiento significativo y de identidad colectiva (Wenger, 1998).

Es importante considerar que no todos los científicos hacen lo mismo, el contexto cultural e institucional en el que están inmersos condiciona qué investigar y cómo hacerlo. ¿Cómo se organizan, qué formación tienen, cómo fueron reclutados, quién les paga y quién manda? Son elementos que deben ser observados si se quiere conocer el trabajo científico (sus aspectos sociales, políticos, económicos y culturales) y cómo se produce el conocimiento (Kreimer, 2004).

“Los contextos socioculturales ubicados en la periferia parecerían operar como una restricción fundamental en la consolidación de equipos de investigación exitosos en términos de la evaluación de sus pares en la <<comunidad científica internacional>>” (Kreimer, 2010:44). No obstante, no toda la ciencia de los países atrasados es marginal al acervo del conocimiento y que el trabajo científico en estos países tiene sus propias reglas que deben ser entendidas no como síntomas de atraso o de modernidad, sino como parte de su propia cultura y de las interacciones con la ciencia internacional (Cueto, 1989).

Los científicos latinoamericanos consideran que más que características nacionales, existen las condiciones socioeconómicas que distinguen a la ciencia en los

países desarrollados de los del Tercer Mundo⁸ (Lomnitz, 1991). Para comprender las prácticas científicas en sociedades periféricas es necesario tener en cuenta la dinámica particular de la ciencia en la escena internacional, en relación (o en oposición) a los factores que operan en el contexto local de desarrollo de las mismas. Por un lado se debe analizar la interacción de los grupos más representativos de tradiciones locales con la trama compleja de las relaciones sociales. Por otro lado es indispensable una indagación hacia el interior de las tradiciones mismas (Kreimer, 2010).

Según Hodara (1997) es posible obtener razonable calidad en la investigación científica en América Latina cuando se satisfacen 3 requisitos: 1) Liderazgo científico que no obedece a las tentaciones del protagonismo político y público; 2) Una relativa seguridad en el flujo de recursos de capital y humanos; y 3) Un activo intercambio con los centros disciplinarios extranjeros. ¿Qué sucede en el caso de México?, ¿cómo los científicos consolidan sus trayectorias profesionales? y ¿de qué depende la existencia de grupos científicos consolidados en este país? “Es necesario penetrar más allá de los muros de los laboratorios para establecer cómo operan y se articulan algunas dimensiones sociológicas como: los condicionamientos cognitivos que están asociados al logro de la trayectoria intelectual (las formas de razonamiento, las prácticas de trabajo, la evaluación y los criterios de publicación) y los condicionamientos socioestratégicos que están asociados al mantenimiento o el crecimiento de la reputación profesional, las estrategias, las limitaciones, las redes, etc.” (Kreimer, 2010: 48).

La existencia de factores éticos, personales y sociales permite considerar la ciencia como una cultura; ya que consta de actividades, valores, reglas morales o de conducta, y los miembros (los científicos) comparten ese sistema de creencias, técnicas y formas de comunicarse (Campos, 1991). Cada una de esas culturas está formada por una o varias disciplinas y se expresan con “costumbres tribales” como las ha definido Cronin (2005), dependiendo del grupo del que se trate. La cultura se expresa según diferentes normas propias. Conocer la organización de las relaciones heterogéneas contenidas en la actividad concreta de la investigación científica es útil para conocer las comunidades de investigación y acercarnos a lo que Knorr-Cetina

⁸ En el desarrollo de la ciencia latinoamericana, la internacionalización desempeñó un papel crucial. Dicho procesos no ocurrió hasta en los 80's; por lo que, se puede decir que la ciencia se desarrolló con posterioridad y en condiciones particulares y distintas respecto de lo acontecido en contextos institucionales más dinámicos y propios de las sociedades centrales (sobre todo, en Estados Unidos y Europa Occidental). Kreimer y Thomas (2005) sugieren que debido al contexto de los países periféricos, la producción científica no posee uso social o económico en el país en el que es producido. A este fenómeno lo denominan CANA (Conocimiento Aplicado No Aplicable).

llama “maquinarias de la construcción de conocimiento” y a los diferentes mundos de vida orientados hacia el conocimiento (Córdoba, 2010).

La producción de un determinado conocimiento responde a actividades de investigación en contextos concretos. Entonces, para aproximarnos a cualquier colectivo de investigación científica es indispensable conocer su cultura institucional y epistémica (que están ligadas y se influyen mutuamente). Cada cultura está configurada por una “telaraña de significados” que enmarca y da sentido a las acciones de los sujetos (Geertz, 1992). Asimismo, cada sujeto reinterpreta, reproduce y transforma “su propio sistema simbólico de significados donde adquieren sentido sus valores, supuestos, creencias y saberes” (Sañudo, 2008: 24). En este sentido, cada grupo “es lo que es” en función de la cultura que comparten los sujetos; es decir, una comunidad o grupo se define y se caracteriza por un sistema simbólico de significados propio que valora y legitima condiciones de interrelación y procesos de producción de conocimiento. De ahí que para conocer al IBt es indispensable conocer su cultura institucional y epistémica.

Por un lado, la cultura institucional da cuenta de las características del entorno, aspectos aprendidos en la vida organizacional (hábitos y modos de conducta), roles que se instalan para mantener cohesionados a los grupos sociales, redes de comunicación y sistemas de valores, mitos y creencias compartidos y transmitidos en los grupos de trabajo (Schvarstein, 1992). Por otro lado, la cultura epistémica⁹, que refiere al campo de producción del conocimiento que incluye aspectos prácticos, simbólicos y organizacionales de la actividad científica (Knorr-Cetina, 2003), genera un conjunto de significados, valores, expectativas y comportamientos, que a su vez produce patrones y dinámicas que comparten los miembros de un grupo. Por tal motivo, la cultura epistémica crea, garantiza y legitima las condiciones de interrelación y los procesos de producción del conocimiento dentro de un marco espacial y temporal determinado (Pérez, 1998). Además, al compartirse todos esos elementos entre los miembros de una comunidad científica, se genera un sentido de pertenencia e identidad.

Para comprender la realidad social que constituye una institución se necesita conocer las interacciones significativas que se producen entre los individuos y que determinan sus modos de pensar, sentir y actuar. Sin embargo, re-conocer estas

⁹ Las culturas epistémicas son estudiadas a partir de tres dimensiones: 1) La construcción de los objetos de estudio, 2) Conjunto de símbolos que dan cuenta de las reconfiguraciones en el interior de cada cultura y 3) Las relaciones sociales que se establecen en cada una de ellas (Knorr-Cetina, 2003).

interacciones significativas (aprehendidas en lo situacional) obliga a observar a la institución como un conjunto cultural que ofrece un sistema de valores y normas, una forma de vivir en la institución y procesos de socialización (Remedi, 2004). Este tipo de estudios involucra aspectos relevantes, tales como: el proceso de formación de los sujetos, las dinámicas de socialización, el proceso de desarrollo y transmisión de la identidad; así como las condiciones en las que se lleva a cabo el “quehacer científico”.

El estudio sociológico de la colectividad científica se basa en el análisis de las interrelaciones sociales en donde se incluyen los demás componentes de una estructura social dada. Para los representantes de este enfoque, la actividad científica se da principalmente en colectividades; pero éstas no están determinadas por normas y valores sino por la pertenencia a determinadas instituciones o disciplinas. Propone el estudio, no solamente de las interacciones e interrelaciones entre científicos sino entre el científico y la sociedad; es decir, entre la actividad científica y el sistema de la sociedad en general (Casas, 1980).

Por lo anterior, a través de un estudio de caso como trabajo de tesis de doctorado, me interesa **conocer ¿cómo se configura la cultura epistémica y cuáles son los elementos de la cultura institucional del IBt? y ¿cómo esto, en intersección con la trayectoria científica de algunos investigadores, contribuyen a la conformación y consolidación de un colectivo de investigación científica?**

Objetivos de investigación

Parto de la idea de que el contexto cultural e institucional en el que están inmersos los grupos científicos (aspectos sociales, políticos, económicos y culturales) determinan el trabajo que realizan y condicionan la forma de producción de conocimiento. El caso que me interesa estudiar es el Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que pertenece al Subsistema de Investigación Científica (SIC), porque posee características significativas que definen rasgos favorecedores de una cultura institucional que permiten la presencia de investigadores prestigiados y la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la Biotecnología. Dicha disciplina es una de las áreas del conocimiento científico más relevantes y que ha tenido un mayor impacto en el desarrollo de diversos sectores (salud, agrícola, medio ambiente, industrial, entre otros). De ahí que la Biotecnología sea considerada como un campo interdisciplinario

de gran potencial para el desarrollo económico del país, además de ser una prioridad en el Programa de Ciencia y Tecnología en México.

Me interesa dar a conocer grupos científicos de México que destacan en el plano internacional de la ciencia (en el campo de la Biotecnología), y que probablemente son minoritarios dadas las condiciones y limitaciones socio-económicas y políticas del país; pero existen y de alguna forma debe darse a conocer cómo son, quiénes conforman a estos grupos, en qué condiciones trabajan, cómo lo hacen y por qué han alcanzado el reconocimiento que tienen en el campo científico.

Por lo tanto, mis **preguntas** de investigación son las siguientes:

- ¿Cuáles son los rasgos de la cultura científica (cultura institucional y epistémica) que sostienen la producción y el reconocimiento de los grupos de investigación del IBt?
- ¿Qué elementos de la trayectoria científica de los investigadores contribuyen a la consolidación de los grupos de investigación del IBt?
- ¿Cómo es que un colectivo de investigación científica se puede convertir en un polo de saber en el campo de la Biotecnología?

Metodología de la investigación

+ Selección de casos de estudio:

¿En qué contexto se sitúa el objeto de estudio?

Para empezar, se consideró como criterios de selección del lugar de estudio:

- 1) Que se tratara de un colectivo de investigación científica de prestigio y reconocida a nivel nacional e internacional.
- 2) Que estuviera conformada por miembros con trayectoria exitosa.

Históricamente, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha tenido la infraestructura y los recursos humanos más adecuados y modernos del país para hacer investigación. Sin el conocimiento generado en la Universidad, difícilmente se comprendería la historia de la ciencia en México. Y en el campo de la biotecnología en México, entre otras instituciones, el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM posee características significativas que definen rasgos institucionales favorecedores de la presencia y gestión de investigadores y grupos exitosos; ya que al pertenecer al Subsistema de Investigación Científica (SIC), el IBt realiza trabajos de primer nivel en el campo de la biotecnología. Además de que este Instituto está conformado por

investigadores reconocidos y premiados a nivel nacional e internacional. Incluso, entre los líderes académicos que trabajan en el Instituto, 5 de ellos han obtenido el Premio Nacional de Ciencias.¹⁰

Cabe mencionar que no es casualidad que se eligiera al IBt, ya que es de los Institutos más productivos y citados en el campo de la Biotecnología. Además de considerar la importancia de éste a través de otras investigaciones y/o tesis al respecto y por la cercanía con algunos científicos que, en otro momento, fueron objeto de estudio de mi director de tesis.

¿Quiénes son los entrevistados?

Para seleccionar los casos de estudio, se realizó la búsqueda de semblanzas curriculares de los líderes de los grupos de investigación que conforman los 5 departamentos del IBt (40 líderes¹¹) a través de diversas fuentes de información. Después, se construyó una base de datos en el programa Excel y SPSS con las siguientes variables e indicadores:

- **Trayectoria académica:** Año de ingreso, institución y disciplinas de estudio de licenciatura y posgrados; así como estancias de investigación.
- **Trayectoria laboral:** Experiencia laboral previa, actividad laboral actual, experiencia en investigación, sabáticos, participación en comités editoriales, experiencia docente (dirección de tesis, asesorías, participación en comités de evaluación, etc.).
- **Pertenencia o afiliación a grupos, asociaciones o comunidades científicas:** Pertenencia al SNI y a otras Academias de Ciencias o grupos de investigación.
- **Premios y reconocimientos:** Nivel SNI, nivel PRIDE, diversos premios.
- **Productividad científica¹²:** Número de publicaciones, número de citas y patentes.

El análisis de la base de datos me permitió reconstruir algunos momentos de las trayectorias formativas y laborales de los líderes del Instituto. De los 5 departamentos

¹⁰ De los 40 líderes académicos de grupos de investigación sólo 12 investigadores fueron seleccionados, de los cuales 9 son nivel SNI III (y nivel PRIDE "D") y 3 son nivel excelencia o eméritos (Darszon, Bolívar y Possani). En el Área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, el Premio Nacional de Ciencias ha sido otorgado a: Francisco Bolívar (en 1992), Lourival Possani (en 1995) y Alberto Darszon (2009); mientras que en el Área de Tecnología y Diseño Industrial, el premio ha sido otorgado a: Agustín López Munguía (2003), Alejandro Alagón (2005) y Carlos Arias Ortiz (2014).

¹¹ En diciembre de 2009, se reportan 101 investigadores y 84 técnicos académicos; es decir, un total de 185 académicos (el 46.5% son mujeres y el 53.5% son hombres). De éstos, sólo 40 son líderes académicos de grupos de investigación (de los 5 departamentos que conforman al IBT).

¹² Lo relevante de los datos en torno a las publicaciones y patentes no sólo es el recuento de la producción científica (lo cuantitativo), sino también la identificación de coautorías y redes de conocimiento construidas como medio de socialización y/o difusión del conocimiento. Cabe destacar que las revistas científicas "constituyen el modo canónico de transmisión del conocimiento certificado y de múltiples maneras más o menos sutiles orientan la identidad del científico a través de artefactos culturales de control" (Vessuri, 2007: 6).

de investigación sólo 4 de éstos se encuentran más consolidados, por eso dejé a un lado un departamento. Y de los miembros de los 4 departamentos seleccionados, identifiqué a los científicos que bajo ciertos parámetros socialmente construidos (correspondientes al Perfil PROMEP y SNI) podrían ser considerados prestigiados, entre los cuales se encuentran científicos que han obtenido el Premio Nacional de Ciencias.

Se seleccionaron **12 líderes de académicos de 4 departamentos de investigación** que son representativos del Instituto de Biotecnología (IBt). Cabe señalar que centro la mirada en los líderes de investigación porque un líder ya es parte de una élite científica. Por lo que éste participa en la normatividad sobre los criterios de control y evaluación que norman el “deber ser” sobre quienes ingresan a la disciplina. Así como también el líder es quien se encarga de establecer y dictaminar las pautas de reclutamiento y la regulación de la práctica de los investigadores consolidados y no consolidados, y funge como árbitro experto para dictaminar los trabajos de sus colegas, aceptar o rechazar las publicaciones en las revistas de prestigio y determinar quiénes pueden ser miembros de las asociaciones y colegios (Hamui, 2010).

Los criterios de selección fueron los siguientes:

- Tener una trayectoria escolar continua y haber estudiado en programas de posgrado de excelencia académica y reconocidos a nivel internacional.
- Tener una profesionalización en algún área de conocimiento, que implica: tener continuidad en una línea de investigación, o bien, desarrollar una línea de investigación creativa e innovadora que tenga un impacto en el desarrollo de la Biotecnología en México y a nivel internacional.
- Ser miembro SNI nivel 3 o de excelencia.
- Tener premios y reconocimientos a nivel nacional e internacional.
- Contar con una alta producción científica.
- Haber tenido un papel importante en la consolidación de grupos de investigación y del propio IBt.

12 CASOS SELECCIONADOS:				
No.	DEPARTAMENTO	CAMPO DE FORMACIÓN	LÍDERES ACADÉMICOS	NIVEL SNI
1	GENÉTICA DEL DESARROLLO Y FISIOLÓGIA MOLECULAR	Biología/ Biomedicina/ Genética y Biología Molecular.	Dr. Mario Enrique Zurita Ortega ¹³	III
2		Química Farmacéutica/ Virología/ Biomedicina.	Dr. Carlos Federico Arias Ortiz ¹⁴	III
3		Biomedicina/ Virología.	Dra. Susana López Charretón ¹⁵	III
4		Química/ Bioquímica/ Ciencias de la vida/ Biología Celular.	Dr. Alberto Darszon ¹⁶	Excelencia
5	INGENIERÍA CELULAR Y BIOCÁTALISIS	Ingeniería Química/ Biotecnología.	Dr. Enrique Galindo Fentanes ¹⁷	III
6		Química/ Bioquímica.	Dr. Francisco Gonzalo Bolívar Zapata ¹⁸	Excelencia
7		Ingeniería Química/ Ingeniería Bioquímica.	Dr. Agustín López-Munguía Canales ¹⁹	III

¹³ Jefe del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular del IBT, además de ser Coordinador en México de las becas PEW para América Latina. Tiene como línea de investigación: Los factores que intervienen en la transcripción y reparación del ADN durante el desarrollo usando como modelo a *Drosophila melanogaster*.

¹⁴ Hasta el 2013 fue Director del IBT. Su área de investigación es la virología molecular, con particular interés en el estudio de la epidemiología y la biología molecular de virus causantes de gastroenteritis infantiles, incluyendo a los rotavirus y los astrovirus. Más recientemente ha iniciado una línea de investigación dedicada al estudio de la variabilidad genética del virus influenza. Recibió el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología en el 2014.

¹⁵ Recibió el Premio L'ORÉAL-UNESCO para las Mujeres y la Ciencia en el 2012. Actualmente es líder académico del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular. La Dra. López labora en el mismo grupo de investigación que el Dr. Arias, por lo que su área de investigación es la virología molecular, con particular interés en el estudio de la epidemiología y la biología molecular de virus causantes de gastroenteritis infantiles.

¹⁶ Líder académico del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular del IBT. Desde 1980 tiene como principal línea de investigación "la regulación del transporte iónico en el espermatozoide", un complejo mecanismo de gran precisión y que es fundamental para lograr la fecundación de muchas especies animales. Ha sido precursor en el estudio de los canales iónicos del espermatozoide, determinando su expresión y regulación de su función. Obtuvo el Premio Nacional de Ciencias (en el área Físico– matemáticas en el 2009).

¹⁷ Jefe de Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología del IBT. Ha sido reconocido con el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2002), con el Premio "Sven Brohult" (2004) que es la máxima distinción que otorga la Fundación Internacional para la Ciencia (siendo el primer mexicano en recibirlo) y, recientemente, le fue otorgado el Premio AgroBio 2010. La línea de investigación que le interesa es el desarrollo de las técnicas de cultivo celular en gran escala, conocida de forma genérica como tecnología de fermentación.

¹⁸ En 1982 desempeñó el cargo de primer Director del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología de la UNAM (CEIINGEBI) y en 1991 como primer Director del Instituto de Biotecnología (IBT). Su trabajo de investigación y desarrollo tecnológico es pionero a nivel mundial en el área de la biología molecular y la biotecnología, en particular en el aislamiento, caracterización y manipulación de genes en microorganismos. Francisco Bolívar Zapata, con más de treinta años como profesor-investigador de la UNAM, es reconocido a nivel internacional. Entre sus premios destaca: El Premio Nacional de Ciencias y Artes Gobierno de la República (1992) y el Premio Príncipe de Asturias, en el área de Ciencias Naturales (en 1991). Ha dirigido la tesis a varios miembros del personal académico que labora en el Instituto de Biotecnología (por lo menos a 20 investigadores, incluyendo al Dr. Zurita).

¹⁹ Secretario Académico del IBT. Obtuvo el Premio Nacional en Tecnología (en el 2003), por sus estudios de las enzimas que modifican los carbohidratos complejos y por sus colaboraciones en la ingeniería de los reactores de la enzima penicilina de acilasa. Sus principales líneas de investigación se centran en la producción, caracterización y aplicación de enzimas en la industria alimentaria. Entre los estudiantes que ha formado a lo largo de su trayectoria se encuentra el Dr. Enrique Galindo Fentanes.

8	MEDICINA MOLECULAR Y BIOPROCESOS	Ingeniería Química.	Dr. Octavio Tonatíuh Ramírez ²⁰	III
9		Medicina/ Biomedicina/ Inmunoquímica.	Dr. Alejandro Alagón Cano ²¹	III
10		Historia Natural/ Biofísica Molecular/ Bioquímica.	Dr. Lourival Domingos Possani Postay ²²	Excelencia
11	MICROBIOLOGÍA MOLECULAR	Biomedicina.	Dra. María Alejandra Bravo de la Parra ²³	III
12		Biología/ Biomedicina.	Dra. Elda Guadalupe Espín Ocampo ²⁴	III

+ Enfoque teórico-metodológico

El presente trabajo es un estudio de caso, de corte cualitativo²⁵, que se abordará desde la perspectiva disciplinar de la sociología y antropología de la ciencia, apoyándose en recursos teóricos del análisis de las instituciones. Por un lado, la Sociología y Antropología de la ciencia, brindarán elementos teóricos para indagar en torno a la producción de conocimiento científico como una práctica social (en la que participan sujetos que trabajan colectivamente); así como para observar la actividad científica en base a la reflexividad constitutiva de las prácticas que se desarrollan como

²⁰ Jefe de Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos. Ha sido merecedor de distinciones en el extranjero y ha recibido los premios más importantes en México sobre su campo de trabajo. Destaca su participación en el grupo Proquifin S.A. de C.V. con la creación de la compañía Probiomed, primer empresa nacional que incursiona en el campo de la biotecnología desarrollando y llevando al mercado por primera vez en México proteínas recombinantes terapéuticas humanas; asimismo, su ingreso al IBT fue importante ya que este científico es pionero en diversas áreas de la bioingeniería sobre las cuales no existían antecedentes en México y que representan campos de alta punta tecnológica en el concierto internacional.

²¹ Líder Académico del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos. Ha hecho grandes contribuciones al conocimiento de la bioquímica de venenos de especies mexicanas y de la genética molecular. Y desarrolló el medicamento "Anascorp", siendo el primer medicamento mexicano aceptado por la Agencia de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos. Alejandro Alagón, ha logrado registrar varias patentes de esos y otros productos, que lo coloca como uno de los hombres de ciencia más emprendedores y en el 2005 fue distinguido con el Premio Nacional de Ciencias y Artes (en la categoría tecnología y diseño).

²² Líder académico en el Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos. Sus áreas de investigación han sido: Los venenos de alacranes (sus toxinas: estructura y función), biología molecular, electrofisiología e inmunología. Ha dirigido posdoctorados de otros países y entre sus ex alumnos, que han sido premiados a nivel nacional e internacional, entre los cuales se encuentra el Dr. Alagón y varios investigadores titulares de la UNAM. Ha recibido varios premios por su trabajo, entre los que destaca el Premio Nacional de Ciencias en 1995.

²³ Líder académico del Departamento de Microbiología Molecular. Ha obtenido diversas distinciones nacionales e internacionales, entre las que destaca: El Premio L'oreal- UNESCO Awards for Women in Science 2010 L'oreal-UNESCO (en el 2009).

²⁴ Líder académico del Departamento de Microbiología Molecular. Sus áreas de investigación han sido: la genética, la fisiología y la biología molecular de bacterias. Ha recibido el Premio Sor Juana Inés de la Cruz (2005).

²⁵ El paradigma cualitativo se centra más en la interpretación de las actividades de los individuos, la comprensión y explicación de los hechos y acontecimientos. Se trata de un proceso que no tiene límites discernibles en la investigación (es un ir y venir entre la mesa de campo y la teoría). En cuanto a sus técnicas o métodos de investigación, utiliza aquellas que le permiten al investigador observar desde adentro de los grupos y las perspectivas de los miembros (Heras, 1997).

parte de la cultura epistémica de una comunidad científica. Por otro lado, el análisis institucional me permitirá analizar al IBt como un referente cultural, simbólico e imaginario que ofrece a sus miembros un espacio para gestar vínculos y representaciones en relación al quehacer científico. En conjunto, estos enfoques aportarán estructuras conceptuales y encuadres metodológicos (como herramientas de análisis) para reflexionar sobre las formas en que se constituyen y consolidan los grupos científicos exitosos y el papel de los líderes en la obtención del prestigio y reconocimiento (nacional e internacional).

Se trata de una investigación interpretativa²⁶, con enfoques conceptuales determinados por perspectivas teóricas con una amplia tradición disciplinar. Para aproximarme al objeto de estudio será necesario el uso de diversas herramientas metodológicas en distintas etapas de la investigación, podemos decir que recurriremos a la “triangulación²⁷”.

Se usará el Currículum Vitae (CV) como un instrumento de apoyo en la reconstrucción de las trayectorias formativas y laborales de los líderes de investigación que serán objeto de estudio²⁸. Incluso, las formas de presentación de los CV pueden servir como un indicador del grado de estructuración de los campos disciplinarios y del grado de interiorización de las reglas del juego por parte de los sujetos; ya que la manera en que se estructura un CV depende tanto de la especificidad disciplinaria como del estado de la relación de fuerzas vigentes entre los sujetos (grupos disciplinarios, espacios institucionales, figuras de liderazgo, grupos de poder) en los momentos en que se dirimen los requisitos propios y necesarios de los perfiles y trayectorias instituidos como legítimos (García, 2005).

²⁶ La tarea de la investigación interpretativa es la de descubrir maneras específicas a través de las cuales formas locales y no locales de organización social y cultural se relacionan con actividades de personas específicas en sus elecciones y acciones sociales conjuntas. La investigación interpretativa involucra: a) intensa y larga participación en el contexto investigado, b) cuidadosos registros de lo que ocurre en dicho contexto juntamente con otras fuentes de evidencia y c) análisis reflexivo de todos esos registros y evidencias así como descripción detallada, utilizando la narrativa y transcripciones literales de verbalizaciones de los sujetos (Erickson, 1986).

²⁷ El término “triangulación” refiere a la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación, en el estudio de un fenómeno singular. Si los métodos difieren el uno del otro, proporcionan al investigador un mayor grado de confianza, minimizando la subjetividad que pudiera existir en cualquier acto de intervención humana (Denzin, 1989).

²⁸ De acuerdo con García (2005), en el Currículum Vitae (CV) podemos encontrar elementos que refieren al capital cultural (títulos y grados), capital simbólico (prestigio), capital social (redes), capital económico (becas e ingresos) e incluso capital político (poder, influencia, carisma).

Además, se utilizarán recursos etnográficos para el levantamiento de datos: la entrevista a profundidad²⁹ (semiestructurada) y la observación no participante³⁰ (con apoyo del diario de campo³¹) para estudiar y comprender la cultura epistémica del IBt, así como para significar la trayectoria de los sujetos en estudio. Por medio de la entrevista, no sólo podremos obtener información sobre los diversos procesos contenidos en las trayectorias individuales y del grupo científico al que está inscrito, sino que además se obtendrán relatos de experiencias o “prácticas en situación” para captar la lógica de la acción en su desarrollo biográfico y la configuración de las relaciones sociales en su desarrollo histórico (Bertaux, 2005), que nos será útil para dar cuenta de sus prácticas y dinámicas en el proceso de producción de conocimiento.

+ Estrategia metodológica:

En un **primer momento**, la metodología contempla **el análisis documental** (fuentes bibliográficas y hemerográficas), el cual consiste en:

a) Una revisión de la literatura, desde la antropología y sociología de la ciencia, sobre diversos aspectos en torno a las comunidades científicas, tales como: campo científico, *habitus* científico, comunidades epistémicas, comunidades de práctica, redes de conocimiento, redes sociotécnicas, ethos científico, consolidación de grupos de investigación, laboratorio, entre otros. Esto para definir con qué elementos teóricos y desde qué perspectiva se indagará la realidad donde se inserta el objeto de estudio.

b) Una búsqueda de información acerca del IBt de la UNAM. No pretendo hacer historia institucional del IBt, pero es importante considerar que el pasado institucional tiene como propósito aclarar el presente. Además de que la historia institucional permite conocer de qué manera pasa de generación en generación el mandato fundacional y qué cambios se han generado a lo largo del tiempo, tales como: nuevas formas de ejercer autoridad, formas de trabajo innovadoras y transdisciplinarias en los

²⁹ La entrevista es relevante porque “son los sujetos quienes construyen la situación concreta” y es por medio de sus voces que podemos llegar a conocer cómo interpretan la cultura institucional en la que se encuentran inmersos. A través de la entrevista en profundidad es posible comprender las perspectivas que tienen los informantes respecto de sus vidas, experiencias o situaciones, tal como las expresan con sus propias palabras (Taylor, 1999).

³⁰ La observación será de tipo no participante, como su nombre lo indica, el investigador debe limitarse a observar de forma silenciosa y desde un punto donde no interrumpa en las actividades del grupo que desea estudiar.

³¹ El diario de campo es un instrumento que el investigador utiliza para llevar un registro sistemático de las acciones de los individuos e, incluso, las actitudes del propio investigador. Cuando éste realiza un diario de campo es necesario controlar su etnocentrismo y señalar con claridad qué textos pertenecen al informante (entrecomillándolo) y cuáles al investigador (Díaz, 1997).

laboratorios, líneas y proyectos de investigación, formas de reconocimiento entre pares, construcción de figuras de liderazgo, entre otros.

Por un lado, se investigaron los **antecedentes históricos del IBt** a través de miembros internos cercanos al núcleo fundador, así como por documentos conmemorativos de aniversario de la institución elaborados por el fundador³². Esto para conocer los orígenes del IBt, la estructuración de los campos de producción de conocimiento y los cambios en la estructura y organización institucional del Instituto³³. Así mismo es posible conocer a los personajes fundadores y herederos que fueron pieza clave en la conformación de grupos de investigación consolidados que son parte de este colectivo científico de investigación.

Por otro lado, se llevó a cabo una búsqueda de información sobre **diversos aspectos institucionales del IBt** para empezar a realizar la caracterización del Instituto. Con esta información se pretende dar cuenta de la estructura y organización que hacen referencia a las condiciones o ambiente de trabajo en el que se desarrolla el “quehacer científico”, así como hacer observables aquellos elementos de la cultura institucional (epistémica) que configuran espacios donde se construyen imaginarios, procesos de identificación y sentidos de pertenencia.

Entre los **aspectos institucionales** que se están considerando³⁴, se encuentran los siguientes:

1. Estructura y organización académica del instituto.
 - 1.1. Grupos y líneas de investigación.
2. Políticas de operación y mecanismos de financiamiento.
3. Convenios y redes con otras instituciones, empresas y laboratorios (a nivel nacional e internacional).
4. Criterios de selección para el ingreso y promoción de los miembros del IBt (formas de reclutamiento y consolidación del científico).
 - 4.1. Criterios de evaluación del desempeño académico.
 - 4.1.1. Normas, pautas y criterios del sistema de recompensas.

³² Los testimonios contenidos en los documentos elaborados por el fundador recogen el recuerdo colectivo institucional, proceso fundamental en la identificación e integridad en una comunidad y sostén de la identidad del sujeto. De tal forma que las prácticas y las relaciones que los sujetos sostienen son deudoras de las prácticas y las relaciones sociales que los fueron constituyendo. Son parte de la memoria institucional que concede coherencia y sentido de continuidad a la comunidad de sujetos que actúan en ella (Remedi, 2005a).

³³ Entender el tiempo significa liberar una serie de pactos y denegaciones que, inconscientemente, tiene estructurado el quehacer institucional en un presente eterno donde los sujetos no encuentran claramente su destino. La historia en las estructuras institucionales expresa la historia entendida como una búsqueda perpetua de la diferencia y, a su vez, un encuentro con los otros (Remedi, 2004).

³⁴ Algunos elementos que dan cuenta de la cultura organizacional son: las características del entorno, aspectos aprendidos en la vida organizacional (hábitos y modos de conducta), roles que se instalan para mantener cohesionados a los grupos sociales, redes de comunicación y sistemas de valores, mitos y creencias compartidos en los grupos de trabajo (Schvarstein, 1992).

En un **segundo momento** la metodología contempla el trabajo de campo en **2 fases o etapas**:

Fase I. La primera etapa consiste en el **análisis del Currículum Vitae (CV) y la realización de la entrevista a profundidad** como métodos de recabación de datos para conocer las trayectorias de los sujetos y cómo éstos significan al IBt como institución de vida.

Por un lado, como complemento al primer acercamiento que se hizo de los líderes de investigación del IBt (con la base de datos de los 40 casos de donde se seleccionaron los casos de estudio), **se buscó y analizó el CV³⁵** de los 12 casos seleccionados con el propósito de **reconstruir algunos momentos importantes de las trayectorias de los sujetos** (momentos que han influido en la consolidación de su carrera como científicos). Dicha reconstrucción tiene la finalidad de:

- Reconocer el tránsito que hace el sujeto en su carrera profesional, jugando distintas posiciones en el grupo dentro del campo científico.
- Identificar las relaciones de filiación entre tutor y estudiante, que está relacionado con la configuración de su identidad.
- Conocer “las inversiones de capital” que los científicos hacen para formar parte de un grupo, entre otros aspectos más.

Por lo tanto, la búsqueda de **datos en CV** incluye los siguientes aspectos:

1) Datos sociodemográficos: Lugar de residencia y laboral (como indicador de movilidad geográfica).

2) Proceso de formación (Trayectoria escolar o académica):

2.1) Capital académico:

2.1.1) Fecha de ingreso a los estudios (indicador de continuidad o interrupción de los estudios), institución donde realizó los estudios (movilidad geográfica durante el proceso formativo) y disciplinas o áreas de conocimiento que estudió (indicador de profesionalización).

2.1.2) Líneas de investigación en las que desarrollaron sus tesis (para detectar continuidad o discontinuidad en líneas de investigación).

2.1.3) Becas de estudio que obtuvo a lo largo de su trayectoria escolar.

2.1.4) Reconocimientos y premios recibidos durante la trayectoria escolar.

3) Trayectoria laboral:

3. 1) Experiencia laboral previa a la incorporación del IBt

³⁵ Entre las fuentes de información donde se realizó la búsqueda de CV de los investigadores, se encuentran: <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/buscador/investigadores>; <http://www.biomedexperts.com/>; <http://www.scopus.com/>; http://www.acmor.org.mx/descargas/ACMor_miembros_2010.pdf; y <http://www.franciscobolivar.com/becas.htm>.

3.1.1) Posiciones en el campo científico y redes de conocimiento que ha ido construyendo.

3.2) Condiciones de trabajo actual:

3.2.1) Tipo de contratación.

4) Experiencia en formación de recursos humanos:

4.1) Tipo de participación en trabajos de titulación de nivel licenciatura, maestría y doctorado.

5) Experiencia en comités editoriales (nacional e internacional)

5.1) Revistas en las que ha colaborado como miembro del comité editorial.

6) Productividad científica (coautorías con estudiantes y pares). Esta información es relevante porque la productividad individual y colectiva nos refiere al contexto organizativo en que se desenvuelve la labor de los grupos y los investigadores, contexto que determina las pautas de trabajo, las culturas y la dinámica del trabajo de investigación, el prestigio de la institución y la trayectoria de cada investigador. Además del dato que arroja el CV del sujeto, se recurrió a la base de datos del *Institute for Scientific Information*³⁶ (ISI) que, frecuentemente, es utilizada para estudios métricos de la ciencia y para evaluar el desempeño de la actividad científica³⁷. Y se consultaron otras bases de datos similares como: BiomedExperts³⁸ y Scopus³⁹, entre otras.

7) Pertenencia al Sistema Nacional de Investigación y otras asociaciones gremiales a las que pertenece (SNI, SNC, otro): Nivel SNI y nivel PRIDE.

8) Premios y reconocimientos a lo largo de la trayectoria laboral (a nivel nacional e internacional).

Por medio de la **entrevista semiestructurada** fue posible complementar la información recabada por medio del CV para realizar un análisis a profundidad sobre los líderes de grupos de investigación que fueron seleccionados (los 12 casos). Con estos testimonios se conocieron diversos aspectos en torno al proceso de formación y socialización de los científicos, así como de los procesos de consolidación y conformación de redes de conocimiento en distintos momentos de la trayectoria

³⁶ “Éste fue adquirido en 1992 por el gigante consorcio editorial Thomson Corporation, es el responsable de la publicación “Science Citation Index” que provee información a la comunidad científica. Registra alrededor de 3, 700 revistas científicas en ciencia y técnica, cubriendo más de 100 disciplinas. La versión actual con acceso en línea “Web of Science” cubre más de 5, 800 publicaciones académicas” (Patalano, 2005:220).

³⁷ Aún con los riesgos o dificultades que esto representa debido al margen de error tan grande en la búsqueda del “nombre” del investigador en la base ISI, que puede presentar hasta 7 variantes (Rodea, 2006).

³⁸ BiomedExperts es una red de científicos sociales donde se puede investigar, colaborar y conectarse con los investigadores y expertos médicos de todo el mundo (<http://www.biomedexperts.com/>).

³⁹ Scopus es una base de datos sobre ciencia y tecnología que permite la consulta y el acceso a las referencias bibliográficas de 14.000 publicaciones científicas (peer-review) procedentes de 4.000 editoriales distintas y que, en total, proporciona acceso a unos 27 millones de referencias (<http://www.info.scopus.com>).

académica y laboral de los líderes, tales como: la incorporación del *habitus*⁴⁰, roles y posiciones en el campo científico, la construcción de sentido de pertenencia e identidad del *ethos* científico, entre otros aspectos. Entonces, con la información de las entrevistas, además de dar cuenta de algunos aspectos institucionales y sobre la conformación y consolidación del grupo de investigación al que se adscriben dichos líderes⁴¹, permitió identificar los elementos que contribuyen a la obtención de reconocimiento del científico y del grupo al que se adscribe. Asimismo, permitió hacer una primera aproximación de cómo los científicos se organizan, conforman y consolidan grupos de investigación. Además de identificar las dinámicas y las lógicas de producción y difusión de conocimiento (incluyendo los tipos de participación y colaboración en el campo científico).

A continuación se muestra el **guion de entrevista**:

1) Rasgos de historia familiar:

- Motivos, elementos que influyeron para dedicarse al quehacer científico.
- Influencia familiar.
- Compromiso con la profesión que eligió.

2) Trayectoria escolar o académica (para indagar en torno a la iniciación y consolidación de líderes del IBt):

- Elementos que influyeron en la elección de carrera e instituciones donde se realizó sus estudios.
- Personas importantes en su formación académica.
- Primer acercamiento a los laboratorios (cómo fue y en qué momento).
- Experiencia en estancias de investigación (durante estudios de posgrado y después en la etapa laboral).
- ¿Cómo incide hacer una estancia en el extranjero durante su trayectoria de formación académica?

3) Trayectoria laboral (para indagar sobre la conformación, funcionamiento y consolidación de grupos de investigación en el IBt):

*** Sobre el científico:**

- Experiencia laboral previa (instituciones donde trabajó antes de ingresar al IBt).

⁴⁰ “El *habitus* como sistema de disposiciones en vista de la práctica, constituye el fundamento objetivo de conductas regulares y, por lo mismo, de la regularidad de las conductas. Y podemos prever las prácticas [...] precisamente porque el *habitus* es aquello que hace que los agentes dotados del mismo se comporten de cierta manera en ciertas circunstancias. El *habitus* no es el destino, como se lo interpreta a veces. Siendo producto de la historia, es un sistema abierto de disposiciones que se confronta permanentemente con experiencias nuevas y, por lo mismo, es afectado también permanentemente por ellas” (Bourdieu, 1987: 40).

⁴¹ Dependiendo de la información contenida en el Currículum Vitae de los sujetos, se van a reducir los ejes de análisis que se abordarán en la entrevista. El objetivo es optimizar tiempo y no extender demasiado la entrevista.

- Proceso de ingreso y reclutamiento en el IBt (cómo y por qué ingresa, qué papel tuvo en la conformación de los grupos de investigación, cómo le hace para montar su laboratorio...).
- Experiencia laboral actual (actividades que desarrolla y tiempo de dedicación).
- Experiencia en docencia y tutoría (perfil del estudiante, apoyo a estudiantes en la inserción al mercado laboral, estudiantes destacados, estudiantes que al egresar se incorporan a laborar al IBt).
- Experiencia en difusión y divulgación científica y tecnológica.
- Experiencia en comités editoriales.
- Asistencia a congresos y otro tipo de eventos académicos.

* **Sobre la institución:**

- Espacios de toma de decisión en el IBt.
- Participación en la definición de normas y formas de organización del trabajo en el IBt.
- Normas de participación de los miembros de su grupo de investigación en torno a la producción y difusión del conocimiento.
- Definición de líneas de investigación que se desarrollan en el IBt.
- Responsabilidad y compromiso como líder de grupo.
- Criterios de prestigio y reconocimiento en el IBT y en su campo disciplinario.
- Mecanismos de evaluación a los que son sometidos en el IBT.
- Trabajo colegiado en el laboratorio.

* **Sobre el grupo:**

- Estructura y organización del grupo de investigación al interior del laboratorio.
- Fuentes de financiamiento para el desarrollo de sus proyectos (tipo y formas de obtención).
- Apoyo que le brinda la UNAM para el desarrollo de sus proyectos (redes en el extranjero, a nivel nacional y en el IBt).

* **Sobre su forma de trabajo:**

- ¿Cómo le hace para difundir el conocimiento que produce su grupo de investigación en el laboratorio?
- ¿Qué implica sacar una publicación? y ¿Quiénes participan, cómo se distribuye el conocimiento, cuánto tiempo les toma sacar una publicación).
- ¿Qué implica sacar una patente?
- ¿Qué se publica y qué se patenta?

* **Sobre la influencia o impacto de su trabajo en el campo de la Biotecnología:**

- ¿Es miembro o pertenece a algún grupo con autoridad y poder en la toma de decisiones políticas respecto al desarrollo de la ciencia en el campo de la Biotecnología?
- ¿Alguna vez ha contribuido al diseño de políticas científicas en el campo de la Biotecnología?... ¿Cómo?
- ¿Ha tenido un impacto el resultado de sus investigaciones en el desarrollo o cambio de políticas científicas en el campo de la Biotecnología?... ¿De qué manera?

**4) Sentido de identidad y pertenencia en relación con el IBt y la UNAM/
Percepciones y opiniones en torno al oficio del científico:**

- ¿Cómo podría definir a la comunidad científica del IBt?
- ¿Qué significa para usted ser miembro del IBt y de la UNAM?
- ¿De alguna manera se ve beneficiado al ser miembro del IBt y de la UNAM?
¿En qué sentido y por qué?
- ¿Cómo influye o impacta el éxito y el prestigio del grupo del que forma parte en su trayectoria como científico?
- ¿Cómo se consolida un científico?
- ¿Cuál es su opinión respecto a cómo se llega a ser un científico exitoso?

Después de la etapa de aplicación de las entrevistas, se determinaron los ejes a partir de los cuales se realizaría **una primera exploración como parte del proceso de análisis de las entrevistas**. Para esto se consideraron los objetivos de la investigación y la información obtenida de las entrevistas⁴².

A continuación se mencionan **los ejes de análisis de la entrevista**:

1) Trayectoria del científico: Posiciones que juega el científico para llegar a formar parte de un colectivo de investigación científica:

1.1) Iniciación y consolidación de líderes académicos del IBt:

- Procesos de formación y socialización del científico (instituciones, programas de estudio, tutores y formación disciplinar a lo largo de su trayectoria académica).
- Proceso de ingreso al IBt / Conformación y consolidación de líneas de investigación.
- Figuras académicas y formas de ejercer el liderazgo (en su trayectoria laboral).
- Mecanismos o estrategias de obtención de reconocimiento y prestigio (en la trayectoria laboral).

**2) Campos de producción y reproducción de conocimiento en el IBt:
Configuración socio-cognitiva del campo de la biotecnología en el IBt:**

2.1) Conformación, consolidación y reproducción de grupos de investigación.

2.2) Dinámicas y procesos del quehacer científico:

- Lógicas de producción y difusión del conocimiento: Formas de trabajo, organización y estrategias del trabajo científico.

⁴² La perspectiva exploratoria se nutre de ella misma, se reorienta constantemente al hilo de los primeros descubrimientos, que es hacer emerger líneas de fuerza, ejes, "los nudos" del campo" (Bertaux, 2005). Por lo tanto, en esta primera etapa exploratoria del análisis de las entrevistas, lo que pretendo es dar cuenta de los procesos esenciales, de los rasgos estructurales y de los ejes centrales que darán cuenta de mi objeto de estudio.

- Redes sociales y redes de conocimiento (relaciones de recurso, vínculos y colaboraciones).

3) Marco normativo y estructura organizacional en el que se desarrolla la ciencia en el IBt:

- *Condiciones bajo las que trabaja el científico (en etapa formativa y profesional): Normas, financiamiento, organización, etc...*

Fase II. Finalmente, la segunda etapa de trabajo de campo refiere al **registro de observaciones en un diario de campo** sobre las prácticas que llevan a cabo los sujetos en los laboratorios para conocer y dar cuenta de cómo trabajan, cómo se relacionan, cómo significan su espacio de trabajo (en el laboratorio), los roles, etc.

El encuentro entre investigador y pobladores, según muestran las técnicas etnográficas, está atravesado por una tensión fundante: Los usos e interpretaciones del estar allí para el investigador/miembro de una cultura o sociedad, y para los pobladores/informantes, que las técnicas con su flexibilidad permiten identificar y analizar. Pero esta flexibilidad descansa en el investigador que transforma a las técnicas de recolección de información en partes del proceso de construcción del objeto de conocimiento. En esta búsqueda, donde descubre simultáneamente lo que busca y la forma de encontrarlo, el investigador se convierte en la principal e irrenunciable herramienta etnográfica (Guber, 2001:45).

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, la primera consistió en la realización de entrevistas a los 12 líderes académicos y asistencia a reuniones académicas del IBt. Mientras que en la segunda etapa se realizaron las observaciones en los laboratorios y seminarios de trabajo; así como también se realizaron algunas entrevistas a diversos miembros de los grupos de investigación⁴³: investigadores asociados, técnicos académicos y estudiantes (de distintos grados).

“Observar un grupo en un laboratorio es reconocer la existencia de varias trayectorias entrelazadas donde puede advertirse legitimaciones y posiciones de poder simbólico e imaginario. El laboratorio puede entenderse como una construcción colectiva de una práctica local que hace posible cumplir con las exigencias de la institución” (Remedi, et. al., 2010: 18). Por ello es significativo indagar en torno a cuáles son las lógicas, dinámicas y estrategias de producción en distintos laboratorios que conforman la comunidad científica en estudio. De ahí que la segunda etapa de trabajo de campo consistió en la realización de observaciones en laboratorios y

⁴³ Ver Cuadro No. 1 en la parte de Anexos.

seminarios de algunos grupos científicos (así como algunas entrevistas para contrastar la información de las observaciones), que conforman la muestra de los 12 líderes seleccionados para este estudio de caso.

Para llevar a cabo las observaciones, se envió a finales de marzo del 2013 una carta para solicitar el permiso a los 12 investigadores; pero de éstos, sólo 5 respondieron favorablemente: Dr. Enrique Galindo (Jefe del Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis), Dr. Octavio Ramírez (Actual Director del IBt y miembro del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos), Dr. Carlos Arias (miembro del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular), Dra. Susana López (miembro del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular) y Dr. Possani (miembro del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos). No conozco la razón por la cual algunos líderes académicos no respondieron la petición, pero supongo que por el tipo de investigación que realizan (al mantener acuerdos confidenciales con otras Instituciones con los que colaboran) no es fácil dar acceso a su laboratorio a cualquier persona. Incluso aquellos que sí aceptaron abrir su espacio de trabajo para ser observado, condicionaron mi estancia y el tiempo permitido para llevar a cabo las observaciones.

Debido a que el IBt se ha visto rebasado por el número de investigadores, varios grupos de investigación trabajan como consorcios. En el caso del Dr. Ramírez, hizo un consorcio con la Dra. Laura Palomares (otra líder académico) y debido a que el Dr. Ramírez invierte más tiempo en su cargo como Director del IBt, la Dra. Palomares es la que tiene mayor responsabilidad en el funcionamiento del laboratorio. Este consorcio comparte laboratorio con el grupo del Dr. Galindo (aunque son de distinto departamento). El Dr. Galindo tiene su propio grupo de investigación que dirige con el Dr. Carlos Peña y el Dr. Leobardo Serrano. En el caso del Dr. Arias y la Dra. López, desde un principio han trabajado de manera paralela y actualmente como consorcio. Entonces, ellos comparten un laboratorio, pero cada uno cuenta con su grupo de trabajo. Mientras que el Dr. Possani, hizo un consorcio con el Dr. Baltazar Becerril y el Dr. Gerardo Corzo (que a su vez forma parte del consorcio del Dr. Alagón), los cuales comparten el laboratorio que en un principio sólo era del Dr. Possani. Aunque, el Dr. Corzo tiene parte de sus estudiantes en el laboratorio del Dr. Possani y otros en el laboratorio del Dr. Alagón.

Por lo tanto, las observaciones sólo se realizaron en tres laboratorios que forman parte del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, del Departamento de

Ingeniería Celular y Biocatálisis y del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular.

Finalmente, considerando toda la información recabada y los objetivos de esta investigación, se diseñaron los siguientes **ejes y categorías de análisis para dar respuesta a las preguntas de investigación:**

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	EJES PRIMARIOS	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS PRIMARIAS	EJES TRANSVERSALES	FUENTES DE INFORMACIÓN
<p>1. ¿Cuáles son los rasgos de la cultura institucional y epistémica que sostienen la producción y el reconocimiento de los grupos de investigación del IBt?</p>	<p>a) Cultura Institucional (Schvarstein, 1992; Schein, 1985; Lomnitz, 1978; Casas, 1980; Enríquez, 1989; Frigerio, 1992, 1996; Fernández, 1998, 2006; Garay, 2000; Käes, 1989, 2004; Remedi, 2004; Landessman, 2006, 2009; Pérez, 2004).</p> <p>b) Cultura Epistémica (Knorr-Cetina, 2003; Pérez, 2003; Gibbons, 2001; Kreimer, 2005; Sandkühler, 2004).</p>	<p>a1) Marco institucional (estructura y organización): Formas de organización, reglamentos internos, normas, financiamiento, políticas de evaluación, sistema de comunicación interna y externa, sistemas de recompensas, etc...</p> <p>a2) Mandato institucional.</p> <p>a3) Aspectos aprendidos en la vida organizacional (hábitos y modos de producción).</p> <p>a4) Roles (instituidos e instituyentes).</p> <p>a5) Mitos y creencias institucionales.</p> <p>b1) Conformación y consolidación de líneas de investigación:</p> <p>b1.1) Tradiciones de investigación científica.</p> <p>b1.2) Nuevas formas de producción de conocimiento.</p> <p>b2) Expectativas y valores del quehacer científico.</p> <p>b3) Condiciones de interrelación y procesos de</p>	<p>a) Política científica y tecnológica en México: Contexto sociopolítico en el que surge la Biotecnología.</p> <p>b) Historia Institucional.</p> <p>c) Estilo institucional.</p> <p>d) Institucionalización de la Biotecnología en el IBt.</p> <p>e) Imaginarios colectivos.</p> <p>f) Identidad institucional.</p> <p>g) Lo instituido e instituyente.</p> <p>h) Atravesamientos y transversalidades.</p>	<p>- Búsqueda de información documental.</p> <p>- Entrevistas.</p> <p>- Observaciones etnográficas.</p>

		producción de conocimiento (dinámicas y patrones de producción de conocimiento).		
--	--	--	--	--

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	EJES PRIMARIOS	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS PRIMARIAS	EJES TRANSVERSALES	FUENTES DE INFORMACIÓN
<p>2. ¿Qué elementos de la trayectoria científica de los investigadores contribuyen a la consolidación de los grupos de investigación del IBt?</p>	<p>a) Procesos de formación y consolidación del científico (García, 2005; Lomnitz, 1991, 2005; Kent, 2009; Kreimer, 2009; Vessuri, 2007; Izquierdo, 2006; Ponce de León, 2013).</p> <p>b) Conformación y consolidación de grupos de investigación (Hamui, 2005, 2010; Grediaga, 2009; Kent, 2010; Shinn, 2007; Lappasade, 2008; Varela, 2010; Kreimer, 2007; Remedi y otros, 2010; Landesmann, 2001; Frigerio, 1992; Molins, 1998; Abric, 1985; Whitley, 1978).</p>	<p>a1) Trayectoria formativa y trayectoria laboral (inversión de capitales en distintas etapas): capital cultural (títulos y grados académicos), capital simbólico (prestigio y reconocimiento), capital social (redes y espacios sociales), capital económico (ingresos, becas, apoyo económico y patrimonio), y capital político (poder, influencia, presión, carisma).</p> <p>a2) Relación tutor-estudiante.</p> <p>a3) Movilidad académica.</p> <p>a4) Figuras académicas y formas de ejercer el liderazgo en el grupo de investigación.</p> <p>a5) Endogamia académica.</p> <p>b1) Conformación de grupos: Fundadores y herederos (transmisión intergeneracional).</p> <p>b3) Composición de los grupos de investigación:</p> <p>b2.1) Posiciones y roles del científico en el laboratorio: Jerarquía social y jerarquía cognitiva.</p> <p>b2.2) Movilidad de científicos en las trayectorias de los grupos de investigación.</p> <p>b.2.3) Grupos sujeto-Grupos objeto.</p> <p>b3) Productividad científica:</p>	<p>a) Cultura institucional.</p> <p>b) Historia Institucional.</p> <p>c) Marcos o planos de identidad (representaciones sociales e imaginario colectivo).</p> <p>d) Lo instituido y lo instituyente.</p> <p>e) Lo manifiesto y lo latente.</p>	<p>- Reconstrucción de trayectorias a través del CV y testimonios de entrevistas.</p> <p>- Observaciones etnográficas.</p> <p>- Búsqueda de reglamentos y otros documentos institucionales.</p>

		<p>b3.1) Tipos de producción científica: Publicaciones, desarrollo tecnológico, patentes.</p> <p>b3.2) Formas de colaboración (estrategias de vinculación): Redes de investigación y redes sociales (colaboraciones nacionales, internacionales, transdisciplinarias, interdisciplinarias, vinculación con el sector productivo, empresa- universidad, etc...).</p> <p>b3.2) Formas de evaluación y obtención de prestigio académico.</p> <p>b4) Prestigios y reconocimientos en el grupo de investigación.</p>		
--	--	---	--	--

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	EJES PRIMARIOS	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS PRIMARIAS	EJES TRANSVERSALES
<p>3. ¿Por qué podemos considerar al IBt como un colectivo de investigación científica consolidado y relevante en el campo de la Biotecnología?</p>	<p>a) Cultura científica. b) Consolidación de grupos de investigación. c) Trayectorias científicas. d) Reconocimiento y prestigio científico.</p>	<p>Se retoman las categorías identificadas en cada eje que se plantearon.</p>	<p>a) Historia Institucional. b) Estilo institucional. c) Identidad colectiva.</p>

Capítulo 1. La institucionalización de la biotecnología y la creación del IBt.

1.1. Contexto sociopolítico en el que surge la Biotecnología.

- La importancia de desarrollar la Biotecnología en México: Dificultades y ganancias.

Las instituciones implican una historicidad y control, siempre tienen una historia de la cual son producto. Asimismo, la producción de un determinado conocimiento responde a actividades de investigación en contextos y contenidos concretos. Por tal motivo es trascendental comprender el proceso histórico del IBt y conocer el contexto dentro del cual se crea y se institucionaliza una disciplina científica.

Entre 1930 y 1970, la ciencia fue considerada motor del progreso. Esto implicó un énfasis en la investigación básica, respondiendo a la necesidad de formar sistemas de investigación y recursos humanos. "Bell (1995) afirma que muchas de las concepciones y de los supuestos en los que descansó la política de ciencia y tecnología durante los años 60's y 70's fueron engañosas. Lo que ha repercutido en los planteamientos que muchos países heredaron y que se sustentaron en una concepción errónea" (Casas, 2007: 140). En México, en los años 50's, no se contaba aún con las condiciones necesarias para orientar la investigación científica hacia la solución de problemas particulares del país. Sin embargo, durante ese período tanto la cultura académica como la cultura burocrática estaban conscientes de la función social que la ciencia podía jugar en el avance de un país en desarrollo; a pesar de que la investigación científica y tecnológica fue quedando cada vez más aislada de las necesidades socioeconómicas del país.

De acuerdo con Casas (2007), entre 1970 y 1980, la ciencia era considerada como la solución de problemas y había un predominio de la cultura de la política burocrática y de la administración del Estado; así como un énfasis en la investigación aplicada, que respondiera a las prioridades económicas y a la competitividad industrial. En 1970, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), la finalidad era revertir el atraso científico, lograr la independencia económica y marcar el inicio de la institucionalización de las Políticas de Ciencia y Tecnología (PCyT) en México (incrementando la oferta de ciencia y tecnología); además de producir un desplazamiento de la concepción de la ciencia como promotora del progreso hacia una cultura académica orientada hacia el cultivo de la ciencia en sí misma.

A mediados de los 70's, surge en Estados Unidos lo que se denominó Biotecnología Moderna, también conocida como Ingeniería Genética, tecnología de

ADN recombinante y Biología molecular. Mientras que en México, la Biotecnología que se desarrollaba estaba más enfocada a la Microbiología industrial, enzimología aplicada e Ingeniería bioquímica (con Alfredo Sánchez Marroquín⁴⁴).

Según el Dr. Francisco Bolívar, la Biotecnología moderna es definida como “una actividad multidisciplinaria que se sustenta en las técnicas y conocimientos de muchas disciplinas (biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, bioquímica, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas, entre otras), que permite el estudio integral y la manipulación de sistemas biológicos (microbios, plantas y animales). A partir de dicho estudio integral y del uso de los sistemas biológicos, sus productos y sus partes, la biotecnología moderna busca hacer una utilización inteligente, respetuosa y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el alimentario, el industrial y del medio ambiente” (Alagón, 2011).

En los años, 50's y 60's, los investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (del área de Microbiología) fueron de los primeros que desarrollaron trabajos a través de procedimientos de biotransformación en reactores de fermentación. Asimismo, Carlos Casas Campillo⁴⁵ (bioquímico que colaboraba en el Grupo de Productos Naturales Vegetales de la UNAM y era parte de SYNTEX) fundó el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINEVESTAV del IPN, donde se obtuvo la primera colección microbiana de alto nivel. Simultáneamente, a fines de los 70's, Francisco Bolívar Zapata desarrollaba una prolongada estancia posdoctoral en la Universidad de California y participaría de forma determinante en la generación del primer vector de clonación, transformación y expresión genética (el plásmido pBR322)

⁴⁴ “... Primer científico mexicano, tanto en la Facultad de Química de la UNAM como en la ENCB del IPN, que se dedicó a la aplicación industrial de los conocimientos microbiológicos para la producción industrial de antibióticos y enzimas. Entre 1946 y 1967, publicó una serie de trabajos clásicos sobre la microbiología del pulque. Su texto publicado en 1961: <<Principios de Microbiología Industrial>>, es un libro pionero en México y en los países de habla hispana; así como también fue entusiasta promotor del cultivo del amaranto y desarrolló una tecnología novedosa para su industrialización...” (Alagón, 2011).

⁴⁵ “Casas Campillo fue autor único de siete patentes internacionales y coautor de otras tres, todas ellas ligadas con la oxidación selectiva de los esteroides por la acción de cultivos de hongos microscópicos. Después de su experiencia en Syntex, se dedicó a la vida académica y contribuyó a la formación inicial de importantes investigadores como: José Ruiz Herrera y Salomón Bartnicki García, también fue profesor de Mayra de la Torre, cuyo trabajo se indica más adelante, como uno de los ejemplos exitosos de la BT mexicana. Casas Campillo fue promotor de la producción de proteínas por la fermentación del petróleo en México y el organizador del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINEVESTAV en Zacatenco. Por todo ello, obtuvo el Premio Nacional de Ciencias y Artes en 1973 y fue admitido en el Colegio Nacional en 1974. Así, Carlos Casas Campillo, junto con Alfredo Sánchez Marroquín, contribuyeron al nacimiento de la Biotecnología en nuestro país...” (Viniegra, 2009; consultado en: <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>).

que marcó el inicio de la ingeniería genética moderna. Por otro lado, se creó un Departamento de Biotecnología en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Campus Iztapalapa), bajo el liderazgo de Gustavo Viniegra González, y se orientó a la solución de problemas de contaminación y a la producción de enzimas para la industria química alimentaria (Trejo, 2010).

“En la década de los 70’s, en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, Gustavo Viniegra y Pablo Pérez desarrollaron una de las primeras biotecnologías transferidas del sector académico al sector productivo (agropecuaria): El proceso conocido como Biofermel, que consiste en la fermentación de melaza usando ingredientes simples como el estiércol como agente inoculante y urea como fuente nitrogenada. Lo que resulta en un producto estabilizado de características adecuadas para la alimentación animal. El proyecto se transfirió inicialmente a la Ganadería Pastejé, de la que se creó una empresa en Michoacán (El Novillo) a la que se licenció la tecnología. Más adelante se negoció una transferencia de tecnología con el ingenio azucarero Cantarranas del Departamento de Morazán, en la República de Honduras. Esta negociación involucró la celebración de un convenio firmado por el Rector de la UNAM y fue una primicia en la exportación de conocimiento biotecnológico en el área ganadera... Para principios de los 90’s, se producía cerca de 45,000 toneladas de melaza fermentada con esta tecnología de las empresas mencionadas. Su explotación comercial duró 10 años y terminó cuando el Gobierno Federal canceló los precios controlados de la melaza y privatizó los ingenios” (Alagón, 2011).

En 1980, se promovió reforzar la oferta de conocimientos, tratando de vincular oferta y demanda en el marco de lo que el gobierno del Presidente José López Portillo denominó “estrategia de autodeterminación”. Sin embargo, tras la crisis económica, se hicieron ajustes en las políticas económicas y sociales que también se transfirieron al plano de las PCyT. Esto puso ciertas limitaciones al desarrollo de la ciencia; ya que se consideraba al sector empresarial como el único contexto de desarrollo tecnológico. En esta época, se empezó a expandir de manera importante la educación de nivel superior y se formaron centros de investigación y escuelas de biotecnología tanto en instituciones públicas como en privadas⁴⁶. Entre las cuales se encuentran varias

⁴⁶ En la década de los 80’s, México y otros países basaron su crecimiento económico en el desarrollo de la biotecnología. “La premisa fundamental de todo esfuerzo orientado al crecimiento de la biotecnología en el mundo es que sólo el crecimiento concurrente de varias iniciativas, en su correspondiente área de influencia, puede conducir al éxito. Los esfuerzos de mayor impacto en el crecimiento de la biotecnología en el mundo se basa en garantizar el avance continuo de: la investigación científica fundamental; la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico; de la educación en niveles medio, superior y posgrado; y finalmente, la creación de nuevas empresas y la consolidación de las empresas existentes” (Trejo, 2010: 270).

universidades del interior de la República, como la de Morelos (sobre todo, el Instituto de Biotecnología), la de Chihuahua; así como los Institutos Tecnológicos (sobre todo los Agropecuarios) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (con las áreas de ingeniería bioquímica y genética molecular), entre otras más (Trejo, 2010).

Para los 90's, surge el paradigma de la ciencia como fuente de oportunidades estratégicas. Bajo este paradigma, algunos países pusieron énfasis en los aspectos económicos y otros en los aspectos sociales. Se trataba de un modelo de desarrollo científico y tecnológico basado en la interfase entre instituciones y en una compleja interacción de actores, instituciones y procesos. Esto planteó que las necesidades de conocimiento de la sociedad fueran las que determinaran las agendas de investigación. La política científica tuvo tres objetivos fundamentales: "1) Mejorar y ampliar la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, 2) Articular la actividad científica del país con las corrientes mundiales, y 3) Contribuir al entendimiento de la realidad y de los problemas nacionales en las diversas áreas de la actividad científica" (SEP-CONACyT, 1990:14). Pero, sobre todo, el énfasis estaba puesto en la investigación colaborativa e interdisciplinaria. No obstante, durante ese periodo se observó un desfase relevante entre el discurso oficial y las concepciones que predominaron en la práctica (Casas, 2007).

En la década de los 90's, continuó el boom de la expansión del nivel superior y en el campo de la biotecnología se empezaron a abrir nuevas opciones de carreras. Las cuales eran de mayor aplicación y más orientadas al desarrollo de tecnología e ingeniería, que a la generación de conocimiento científico. Algunos centros que se abrieron, como el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología avanzada (CICATA) del IPN y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) en el sistema de Centros CONACyT, fomentaban la investigación multi y transdisciplinaria en apoyo al desarrollo industrial.

Posteriormente, el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 1995-2000 tenía la finalidad de fomentar el desarrollo científico y tecnológico del país para contribuir a incrementar el nivel de vida de los mexicanos y consolidar la soberanía nacional, a través de varios objetivos entre los que destacan los siguientes: 1) Estrechar la colaboración entre el gobierno y las empresas públicas y privadas, haciendo que éstas participaran de forma activa en la promoción, financiamiento y realización de la investigación; y 2) Mejorar la coordinación de las actividades científicas y tecnológicas

a nivel nacional, haciendo que las instituciones tuvieran la capacidad de emprender proyectos de largo alcance (SEP-CONACyT, 1990:6-7).

De la revisión de los programas de CONACyT, se desprende que el paradigma de la ciencia considerada como una fuente de oportunidades estratégicas no parece haber estado presente en las PCyT de esos años. De hecho al tratar de caracterizar las acciones seguidas durante esa administración en términos de los paradigmas dominantes a nivel internacional, observamos que, por ejemplo, en el ámbito de la formación de recursos humanos y de apoyo a la investigación, imperó la concepción de apoyo a la oferta, es decir, continuó predominando el apoyo a la formación de recursos humanos y a la investigación básica pero sin ninguna planeación, por encima de la modernización tecnológica y el apoyo a los sistemas regionales de investigación... (Casas, 2007: 148).

Entre el 2001 y 2006, en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT), se enfatizó en regionalizar y desconcentrar las actividades de ciencia y tecnología para poder llegar a la definición de sistemas de innovación regionales. Asimismo, se introdujo la concepción de programas sectoriales que guiarían gran parte de los apoyos a estas actividades. Dicho programa estuvo permeado de la idea de interacción entre oferta y demanda, la creación de un sistema de ciencia y tecnología integrado y la formación de redes entre quienes producen el conocimiento y quienes lo utilizan. Todo esto bajo una cultura académica que valora la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, apoyada por una cultura burocrática que fomenta la demanda de conocimiento en atención a las demandas del mercado (Casas, 2007). De ahí que a partir del 2000, se generaron varios centros de investigación en biotecnología orientados al crecimiento económico del sector agropecuario y agroindustrial. Tal es el caso del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), del Instituto Politécnico Nacional de Tlaxcala, orientado a la formación y mejora de la agroindustria en México, que canaliza sus esfuerzos a la aplicación productiva de la biotecnología en la industria azucarera, la industria alimentaria, la sustitución de agroquímicos en la producción agrícola, entre otros (Trejo, 2010).

En suma, podemos decir que las PCyT en México se han caracterizado por una mezcla de concepciones y culturas con respecto a la ciencia y la tecnología, cuyas tensiones, desacuerdos y conflictos han impedido la configuración de un paradigma de PCyT que responda adecuadamente a las necesidades de la economía y la sociedad mexicana en un contexto de creciente globalización y la emergencia de una sociedad basada en el conocimiento. Lo cual sin duda ha repercutido en el desarrollo de campos

científicos como el de la Biotecnología. Esto porque en México las políticas parecen estar diseñadas en el vacío, ajenas a cualquier influencia del contexto social, económico y político.

La historia de la Biotecnología formal en México inicia con diversas disciplinas y grupos, mayoritariamente formadas en empresas multinacionales o en programas de posgrado en el extranjero. Desde su surgimiento, la biotecnología en México orientó sus esfuerzos a la formación de profesionales posgraduados del más alto nivel. La creación de centros de investigación de la UNAM, el IPN, la UAM y el CONACyT, consolidó una estructura docente y académica. Pocos, o prácticamente ningún esfuerzo académico se tradujeron en la creación de empresas o de unidades de negocio orientadas a la biotecnología. Incluso, ninguna de las instituciones que se fueron creando indujo o impulsó como tal la investigación orientada a desarrollo empresarial (Trejo, 2010).

1.2. Historia del IBt e institucionalización de la Biotecnología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM):

+ Antecedentes históricos: Institución y disciplina.

- La Biotecnología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Hablar de institucionalización implica suponer un proceso de legitimación que da cuenta de las razones de existencia del patrón social y de su valor en la sociedad (Berger y Luckmann, 1968). Desde la perspectiva de la política pública, para caracterizar el grado de institucionalización de la Biotecnología se han considerado algunos elementos de medición, tales como: regímenes regulatorios, sistemas normativos y estructuras cognitivas que permiten la realización de las prácticas de los sujetos dentro de un campo científico⁴⁷. Dichas normas, reglas y significados, se encuentran contenidos en la institución. En este sentido, las reglamentaciones para la investigación, aplicación, difusión del conocimiento, financiamiento, entre otros, son

⁴⁷ "... Es posible identificar seis etapas de la institucionalización de toda actividad, que son: 1) Una diferenciación de los dominios y de las estructuras institucionales; 2) La consolidación de un grupo ocupacional en torno a un conjunto particular de problemas. Esto, como resultado de la especialización o a partir de la práctica; 3) La construcción de un conjunto de conocimientos propios, los cuales suponen un cierto grado de autonomía y de colaboración con otros campos profesionales; 4) El establecimiento de procesos de instrucción y selección, con el fin de definir la función ocupacional; 5) La creación de nuevas instituciones complementarias (organizaciones y sociedades profesionales, científicas, revistas profesionales, centros de enseñanza, entre otras), que ayudan en la conformación de los modelos y normas dentro de la actividad y de los respectivos sistemas de relaciones con otros grupos profesionales; y 6) El logro del reconocimiento público de la profesión, así como el mecanismo legal que regule el acceso a ella y las formas de ejercerla" (Pacheco, 1994: 21).

indicadores que permiten considerar a la Biotecnología como un conjunto de normas, reglas, significados, organizaciones y prácticas, desarrollado y estabilizado en la sociedad.

Las instituciones educativas sustentan la producción de conocimiento y establecen condiciones particulares que dependen de sus propias necesidades de crecimiento. Es en dichas instituciones donde se forja la construcción de una experiencia en torno a la enseñanza de la ciencia, proceso en el cual se trasmite no sólo el conocimiento sino también concepciones de ciencia que promueven cambios en el quehacer científico.

El desarrollo de la Biotecnología Moderna en México estuvo ligado y marcado por las instituciones que fueron pioneras y luego la lideraron. Una de las principales es la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta institución ha tenido la infraestructura y los recursos humanos más adecuados y modernos del país para hacer investigación. En cuanto a producción científica, expresada en la calidad y el número de artículos publicados en revistas internacionales arbitradas, la UNAM sigue ostentando un liderazgo nacional⁴⁸. Lo mismo se refleja en los premios y reconocimientos significativos que reciben sus investigadores (a nivel nacional e internacional). También es notable que con menos de una séptima parte del gasto nacional en ciencia y tecnología, la Universidad genera más de un tercio de la producción científica mexicana y participa con intensidad en el ámbito internacional, al tiempo que se mantiene en todo momento involucrada con la problemática nacional (UNAM, 2007).

La institución pionera en el campo de la biotecnología fue el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) de la UNAM (que posteriormente dio origen al Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología y, años más tarde, se convirtió en el actual Instituto de Biotecnología), ya que fue ahí donde se empezaron a realizar proyectos de investigación y años más tarde creó un programa de posgrado (maestría y doctorado) que a la fecha ha alcanzado un alto nivel y reconocimiento internacional.

El Instituto de Biotecnología (IBt) es el principal centro mexicano de investigación en Biotecnología, como lo demuestra el amplio predominio de la UNAM en las publicaciones internacionales de este campo (tanto básicas como aplicadas). Para la

⁴⁸ La colaboración de la UNAM con otras dependencias nacionales, así como con instituciones extranjeras, es más frecuente en las ciencias duras que en las disciplinas sociales y humanísticas. No obstante, en ambas áreas, los artículos publicados en colaboración internacional reciben mayores niveles de citación (Russell, 2007).

Biotecnología Aplicada, los dos grandes núcleos de investigación además de la UNAM han sido: el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) junto con las unidades profesionales del IPN y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) con el predominio de sus investigadores de la Unidad Iztapalapa. Para la Biotecnología Básica, además de la UNAM y del CINVESTAV del IPN, aparecen en un tercer término un conjunto heterogéneo de laboratorios biomédicos de investigación situados en los hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA). Esta observación nos indica la importancia que tiene el sistema de laboratorios ligados a la investigación fundamental médica en la Biotecnología mexicana, que se ha visto reflejado en algunas de las contribuciones industriales de la Biotecnología Aplicada (Viniestra, 2009). Otro centro que realiza trabajos de investigación de primer nivel, en biotecnología aplicada, es el Departamento de Biotecnología del Centro de Investigación Científica de Yucatán⁴⁹ (CICY).

La Biotecnología moderna es una de las áreas del conocimiento científico de más relevante evolución en las últimas décadas y que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores (salud, agrícola, medio ambiente, industrial, entre otros). México cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana y transformarla en palanca para su desarrollo. Se tiene más de un centenar de entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales) en las que trabajan más de 750 investigadores (miembros del Sistema Nacional de Investigación), que dedican su esfuerzo a desarrollar proyectos sobre diferentes aspectos y problemas de la biotecnología; así como para desarrollar especialistas en esta área (Bolívar, et. al., 2002). Por ser un campo interdisciplinario de gran potencial para el desarrollo económico del país, la biotecnología ha sido considerada prioritaria en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología⁵⁰. Asimismo, como señaló el Dr. Enrique Galindo (como presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería): “En México, el nivel de la Biotecnología es alto y cuenta con científicos de primera línea en

⁴⁹ A mediados de la década de 1980, Manuel Robert creó un grupo de Biotecnología aplicada en el CICY (Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán). Actualmente, el CICY realiza investigación científica y aplicada de carácter multidisciplinario en biotecnología, biología molecular, bioquímica, ecología, genética y fisiología vegetal con importantes contribuciones para la región (programa de Tecnología integral del cocotero y embriogénesis del café) (Viniestra, 2009).

⁵⁰ “En 2006, la inversión en ciencia y tecnología adquiere mayor relevancia en las Secretarías debido a su vínculo con la atención a necesidades sociales. En ese año, se alcanzó un Gasto Federal en Ciencia Y Tecnología (GFCyT) de 32, 791.1 millones de pesos, cifra ligeramente superior en términos reales respecto al año anterior...” (Trejo: 2010: 267).

esta área. De hecho, dos investigadores mexicanos formaron parte de los grupos de investigación que participaron exitosamente por primera vez a nivel mundial en el diseño de bacterias y plantas transgénicas. Se trata de los doctores Francisco Bolívar Zapata (de la UNAM) y Luis Herrera Estrella (del CINVESTAV)” (Garcés, 2005: 8).

No obstante, pese al esfuerzo de infraestructura humana y física, México se ha quedado rezagado en diferentes áreas de investigación que inciden en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas. De acuerdo con Solleiro (1992), desde un principio, México careció de una estrategia propia de desarrollo biotecnológico. En México es evidente la ausencia de una política gubernamental específica de apoyo a la Biotecnología a largo plazo y con objetivos claros para el desarrollo de este sector a nivel nacional, así como tampoco se han detectado las áreas potencialmente explotables (Garcés, 2005). “Hay muchos centros involucrados en la Biotecnología, pero no ha habido creación de nuevas plazas o estas se encuentran limitadas a Universidades de Provincia o a Centros del CONACYT, que no siempre son los mejores insumos que tengan valor agregado importante y que puedan desembocar en productos vendibles al público... El país es deficiente en instituciones de Biotecnología que tengan impacto en la sociedad” (Lourival Possani; citado en Jiménez, 2013: 7). Ante esta situación, se ha reconocido la necesidad de consolidar y articular las instituciones y sus dependencias que trabajan en biotecnología en diferentes regiones del país⁵¹; ya que, de las casi 100 existentes sólo 21 instituciones cuentan con grupos de investigación consolidados. Éstas concentran cerca del 60% de los 750 investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que laboran en proyectos de biotecnología y cuentan con capacidad real de vinculación con los problemas nacionales⁵² (Bolívar, et. al., 2003).

⁵¹ Los grupos de investigación en biotecnología han proliferado. En el 2008, se cuenta con más de 160 grupos de investigación que realizan trabajo experimental en biotecnología en las áreas de agricultura, seguidos de la de alimentos y salud. Asimismo, se abrieron 2 nuevos centros de investigación: El Instituto de Biotecnología FEMSA en Monterrey (con una orientación industrial) y el Instituto de Biotecnología Agrícola en Sinaloa (con una orientación hacia el campo y el sector pecuario) (Quintero, 2008).

⁵² En el 2006, se evaluó el número de investigadores en el área de biotecnología y se encuentra que de los 1,600 investigadores, el 12% son miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Esta cifra es importante porque contar con más de 1,200 investigadores en diferentes áreas de la biotecnología no es común en ningún país latinoamericano y aún en países industrializados este número es muy significativo. Sin embargo, los resultados han sido bastante pobres; ya que, desafortunadamente, las patentes mexicanas han sido muy pocas. Por ello, su conocimiento y experiencia tiene grandes dificultades para comercializarse (ya que no pertenece a nadie). Además de que las instituciones de Educación Superior e investigación tienen una normatividad compleja en lo relativo a propiedad y a las relaciones con la industria, lo que dificulta enormemente la transferencia de tecnología, o peor aún, que un industrial se acerque a un grupo de investigación y le encargue un proyecto por contrato (Quintero, 2008).

“Una dificultad adicional para el desarrollo de la biotecnología ha sido la amplitud de sectores en que se aplica. Esta diversidad en lugar de favorecerla la ha debilitado, ya que todos los sectores indican ser igualmente importantes para el país, y las autoridades y dependencias responsables del financiamiento de la investigación y desarrollo no han podido ni querido establecer prioridades. Al no existir éstas, los recursos se diluyen y los avances se vuelven lentos y azarosos... Es necesario establecer un plan nacional para el desarrollo de la biotecnología, pero que éste no sea elaborado solamente por el sector académico y para el CONACYT. Hay que concebir a la biotecnología productos y procesos, como un elemento para el desarrollo de sectores industriales muy importantes... Si la biotecnología mexicana no evoluciona, no cambia su forma de pensar y de enfocarse, si no selecciona sus proyectos de investigación con más atención al mercado y a los usos; entonces, seguiremos siendo un país en América Latina importante y quizás líder en algunas áreas de investigación, grandes formadores de profesionales con posgrado, pero también seremos un importador neto de productos biotecnológicos y seguiremos dependiendo del uso de patentes extranjeras” (Quintero, 2008: 12-13).

Partiendo de la idea de que una disciplina se institucionaliza como resultado de su aceptación social (al considerarla como una actividad cuya función es importante), se aprecia su constitución como un ámbito que se encuentra sometido a la existencia de normas (que regulan el espectro de actividades que comprende ese campo profesional) y se observa la adopción de normas sociales, provenientes de distintos campos que van conformando el *ethos* (Pacheco, 1994). En este sentido, podemos decir que la UNAM (pese a las dificultades que enfrenta como cualquier otra institución) ha contribuido a la institucionalización de la Biotecnología en México; sin embargo, todavía hay cuestiones pendientes que resolver para poder realmente consolidar este campo disciplinario tan relevante y que apoya el desarrollo económico del país (problemas que son más de tipo coyuntural que del propio campo disciplinario).

- El Instituto de Biotecnología (IBt, UNAM): El origen y la consolidación del IBt⁵³

A finales de 1970, en el Diario Oficial de la Federación, se dio a conocer la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este fue adquiriendo un papel protagónico en el impulso de la ciencia. Por lo que el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC) es remplazado después de sus 20 años de promover la coordinación y desarrollo de la investigación científica a nivel nacional. En

⁵³ Véase las fuentes consultadas para obtener información sobre la historia institucional del IBt en el apartado de la Bibliografía.

1971, el CONACyT inicia sus actividades formales proponiéndose la formulación de programas específicos para enfrentar la problemática de aprovechamiento de los recursos naturales, instrumentar las acciones para solucionar las deficiencias en salud, alimentación, producción agropecuaria y forestal, educación, industrialización, comercio exterior, desarrollo rural y descentralización. En este último rubro, fue hasta 1976 cuando se fundaron 15 centros e institutos de investigación⁵⁴ (Retana, 2009).

Entre 1970 y 1980, la investigación universitaria se incrementó. De tal manera que en la UNAM se desarrollaron herramientas de aprendizaje y de difusión, además de darse un mejoramiento de los instrumentos científicos y la creación de varios centros de estudio. Entre estos hechos destaca la fundación del Centro de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (1970), del Centro de Información Científica y Humanística (en 1971), del Centro de Ciencias del Mar (en 1973), el Centro de Ciencias de la Atmósfera (en 1977), entre otros (Domínguez, 1998).

Fue a principios de los años setenta cuando, por mediación del entonces rector Guillermo Soberón, la UNAM recibió un apoyo muy importante del gobierno federal para ampliar y fortalecer su infraestructura científica, particularmente para las ciencias naturales y exactas. Gracias al apoyo gubernamental, la institución obtuvo recursos suficientes para ampliar de manera muy significativa su planta física, adquirir material y equipo para laboratorios, aumentar sus gastos de operación, incrementar los salarios y prestaciones, y contar con más becas para estudios especializados en el país y en el extranjero. A cambio del apoyo del gobierno federal, la UNAM (en voz de sus autoridades) se comprometió a dar mayor atención a las necesidades y problemas nacionales, reforzar los estudios de posgrado y promover la descentralización de la investigación, ya fuera mediante el establecimiento de sedes de los centros e institutos en diferentes lugares del país o por medio de la colaboración para fortalecer el desarrollo científico en las universidades de las diferentes entidades de la república... Además de contar con la mayor infraestructura física para el desarrollo científico y tecnológico, la UNAM cuenta con el mayor número de recursos humanos en una amplia gama de disciplinas... Pero, a pesar de contar con la más

⁵⁴ De acuerdo con Casas (2004), al interior del CONACyT se consideró necesario integrar un cuerpo de funcionarios y de asesores con experiencia en la investigación científica, para organizar y proponer alternativas hacia la formulación de una política científica nacional. El traslado de un número considerable de científicos a funciones político-administrativas en relación con la actividad científica, representó una fuga interna de cerebros (Leff, 1973), en un país con una infraestructura científica incipiente. Con el paso del tiempo, el escepticismo de los científicos por la política de ciencia y tecnología creció, haciéndolos propugnar por un mayor financiamiento y apoyo económico a la actividad de investigación. Es decir, propugnaron por una política para la ciencia y no una política de la ciencia (Herrera, 1971). Esto fue un reflejo del poder que adquirió la comunidad científica en el país, que logró transformar el prestigio derivado de sus actividades académicas en la autoridad política y el poder de representación de la comunidad científica.

grande infraestructura de investigación y el mayor número de investigadores de alto nivel, las actividades científicas de la UNAM no están exentas de problemas. Las condiciones generales de la investigación científica y tecnológica del país constituyen la principal limitante para su pleno desarrollo... (Alcántara, 1995: 10).

En 1980, el progreso de la investigación científica nacional se vio afectado. Esto debido a: la ausencia de mecanismos de cooperación internacional, una transferencia de tecnología inadecuada, la falta de recursos humanos capacitados para la investigación y desarrollo experimental, una raquítica inversión del gasto nacional en ciencia y tecnología, y una disparidad en el apoyo y desarrollo de ciertas áreas (Retana, 2009). No obstante, en 1980⁵⁵ se planteó la creación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) en la UNAM.

En el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB), bajo la supervisión de Gustavo Viniegra-González y con el apoyo de Jaime Mora Celis (Director de dicho Instituto) se formó en 1972 un núcleo biotecnológico integrado por: Sergio Sánchez Esquivel, Carlos Huitrón, Jorge Limón, José Pablo Gavilán y Escalante, Rodolfo Quintero Ramírez y Francisco Bolívar Zapata. Todos ellos estudiantes por iniciar o habiendo terminado recientemente su doctorado. De ahí salieron dos líneas principales de trabajo: los biotecnólogos aplicados (Huitrón, Gavilán, Limón y Quintero) y los biotecnólogos básicos (Bolívar y Sánchez Esquivel). Por lo que la propuesta de creación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) se inició dentro del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB), institución en la que participaron activamente: Francisco Bolívar Zapata, Rodolfo Quintero y Xavier Soberón. Posteriormente se llevó el planteamiento a nivel del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC), donde el Coordinador era el Dr. Jaime Martuscelli⁵⁶.

⁵⁵ Podemos decir que de 1979 a 1981, el IBT vivió una etapa pre-fundacional (o de surgimiento), denominada así porque es un periodo donde se forma el grupo pre-fundador y se produce un conjunto de significados míticos y utópicos definitorios para la emergencia y las vicisitudes del proyecto (Fernández, 1998).

⁵⁶ El Dr. Martuscelli nació en el Estado de Sinaloa el 17 de enero de 1941. Hace su doctorado en Bioquímica en la Facultad de Química de la UNAM y en marzo de 1973 obtiene el grado. Realiza estudios posdoctorales en la Universidad de Colorado (Estados Unidos) de 1967 a 1969. Su trabajo de investigación se ha enfocado al campo de la Microbiología Médica. Es miembro de diversas sociedades científicas, nacionales y extranjeras. Entre las sociedades científicas a que pertenece, figuran las siguientes: Genetics Society of America, la American Society for Microbiology, Asociación Mexicana de Infectología, la Asociación Mexicana de Microbiología y la American Association for the Advancement of Science. Entre los cargos que ha ocupado, se encuentran los siguientes: Secretario y Director del Instituto de Investigaciones Biomédicas (1970-1980), Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM (1981-1985), Director del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM (1989-1993), Secretario General de la Universidad Nacional Autónoma de México (1995-1997), Director Adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1997-2001), entre otros más (Larralde y Álvarez, 1993).

“En 1980, el Dr. Soberón dejaba la Rectoría de la Universidad y fui distinguido por el Dr. Octavio Rivero como Coordinador de la Investigación Científica, puesto que ocupé hasta abril de 1985, ya con el Rector Jorge Carpizo. Desde la Coordinación de la Investigación Científica, también me fue posible proponerle al Dr. Rivero una idea que también ha resultado magnífica, que fue la creación del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología...” (Martuscelli, citado en Larralde y Álvarez, 1993: 122).

Cabe mencionar que Francisco Bolívar Zapata es un pionero en el campo de la Biotecnología. Este científico formó parte de un grupo de investigadores en San Francisco (EUA), que por primera vez a nivel mundial (en 1977) logró la producción de proteínas humanas en bacterias a través de técnicas de ingeniería genética. Además, en el área de la ingeniería de vías metabólicas en microorganismos, es también pionero en el propósito de la modificación genética y de la fisiología bacteriana para el diseño y la optimización de microorganismos productores de metabolitos y proteínas de interés social y comercial.

Francisco Bolívar tuvo una participación muy importante en la creación del CIIGB, ya que él fue el primero que pensó en concebir un Centro de investigación para desarrollar el área de Ingeniería Genética y Biotecnología en México. Bolívar le planteó su idea al Dr. Guillermo Soberón, sin embargo éste le comentó que el proyecto aún tenía que madurar.

“Esta situación coincidió con un esfuerzo que iniciaba en 1979 la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) en el sentido de concertar capacidades internacionales en el área de la ingeniería genética y la nueva biotecnología. De hecho, como resultado del análisis de la importancia de esta nueva metodología, surgió la iniciativa en la ONUDI de crear dos centros de investigación en esta área, con la prioridad de ubicarlos en países en vías de desarrollo. Fui invitado a formar parte del consejo de asesores del futuro Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de la ONUDI... Llevé entonces esta idea a consideración del rector Soberón... Propuso que invitáramos al grupo de expertos de ONUDI a México, y así se hizo. Trajimos a los responsables, entre ellos el Dr. Ananda Chakrabarti, uno de los líderes mundiales en el uso y registro de patentes en tecnología biológica. Después de visitar nuestro país y conocer de nuestro potencial, consideraron viable la propuesta de México como sede del centro de la ONUDI... Lamentablemente, cuando en México se analizaba la decisión de canalizar recursos económicos para la creación del centro ocurrió la devaluación de 1980 lo que llevó a que el presidente López Portillo retirara su apoyo a la propuesta de traer a México el centro internacional, pero mantuvo la promesa de canalizar un millón de dólares para crear un Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología en la UNAM, que era nuestra

propuesta original: un centro del subsistema de la Investigación Científica de la UNAM” (Bolívar, 2008: 13-14).

La propuesta de creación incluyó las justificaciones sobre la importancia y oportunidad, para la UNAM y para el país, de desarrollar la ingeniería genética y la biotecnología. El Consejo Interno de Biomédicas vio pertinente que se planteara la creación del nuevo Centro y recomendó que tuviera su sede en Cuernavaca, donde ya se había creado el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN) también como una iniciativa del Rector Guillermo Soberón⁵⁷. Así se planteó la creación del CIIGB, como parte del esfuerzo de desconcentración de la UNAM fuera de la Ciudad de México (en el polo de desarrollo de Cuernavaca, Morelos), en terrenos cedidos en comodato por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). “La descentralización significaba un profundo cambio de paradigma: recursos económicos distribuidos más allá de las instituciones centrales y, lo más doloroso para algunos, aceptar que en la periferia podía existir una nueva capacidad, y que descentralizar no sólo es llevar dinero sino liberar el diseño. La descentralización fue uno de los ahíncos mayores del CONACyT, en esfuerzo, persistencia y profundidad...” (Campos, 2001: 22).

“En 1981, cuando estaba de año sabático en la Universidad de Wisconsin y durante la visita a esta ciudad, fui enterado de la idea de un desarrollo de la Ingeniería Genética y la Biotecnología y pude discutir esa propuesta en varias ocasiones con su creador, Paco Bolívar. Me involucré más en ese proyecto a raíz de que el Presidente López Portillo me indicó participar en las discusiones con la UNESCO para impulsar la Biotecnología, proyecto que llevó al establecimiento de los centros especializados en Trieste y Deli. Aproveché aquellas circunstancias para asegurar una aportación sustancial del Gobierno Federal que permitió construir el edificio del CIIGB, ahora Instituto de Biotecnología” (Soberón, citado en Larralde y Álvarez, 1993:104).

⁵⁷ Nació el 29 de diciembre de 1925, en Guerrero, México. Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Nacional de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (1943-1948) y de doctorado, en la especialidad de Química Fisiológica, en la Universidad de Wisconsin (1952-1956). Entre los cargos que desempeñó se encuentran: Director del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM (1965-1971), Coordinador de la Investigación científica (1971-1973) y Rector de la UNAM en dos ocasiones (1973-1976 y 1976-1981). Asimismo, desempeñó otros cargos en la Administración Pública Federal. Su trabajo ha sido reconocido en numerosas ocasiones: Premio de Ciencias que otorga la Academia de la Investigación Científica (1965), Premio de Ciencias Elías Sourasky (1968), Premio de Ciencias Luis Elizondo (1974), Premio Nacional de Ciencias (1980), entre otros más (Larralde y Álvarez, 1993).

Cabe señalar que también el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN) fue creado a instancias del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el Departamento de Biología Molecular⁵⁸. Al respecto, la Dra. Kaethe Willms Manning⁵⁹ señala lo siguiente:

“Tuve la fortuna de asumir la Dirección del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) en febrero de 1981... Por esas fechas ya se había creado el Centro de Investigaciones sobre Fijación de Nitrógeno, y era inminente la salida de los 5 grupos de investigación que iniciaron este Centro. Con esto, el Departamento de Biología Molecular del IIB perdía grupos extraordinariamente valiosos, pero a su vez generaron espacios requeridos para ofrecer mejores condiciones de trabajo a los que permanecíamos aquí. A finales de 1981 y durante todo 1982 se estaba trabajando en la propuesta para la creación del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, encabezada por Francisco Bolívar y un grupo de integrantes del Departamento de Biología Molecular. El proyecto culminó en 1983 con la salida de un contingente numeroso del Departamento de Biología Molecular a sus nuevas instalaciones en Cuernavaca, para desarrollar el ahora Instituto de Biotecnología... En el Instituto de Investigaciones Biomédicas, la salida de tantos grupos de investigación en el curso de menos de 4 años causó desconcierto y preocupación en muchos de los miembros de la comunidad, acostumbrados a la relativa inmovilidad del sistema y a un ritmo de crecimiento que no tenía más límites que los del espacio físico con el que contábamos. Sin duda, parte de la preocupación fue resultado de la crisis económica que durante varios años restringió nuevos investigadores por no contar con los recursos necesarios para crear las infraestructuras nuevas, sin restar recursos mínimos a los grupos de investigación existentes...” (Willms, citado en Larralde y Álvarez, 1993: 126-127).

Durante 1981, el proyecto de creación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) maduró y se empezó a proponer a los posibles investigadores que lo fundarían. En el área de la bioingeniería se propuso al Dr. Rodolfo Quintero. En biología molecular estaba el Dr. Francisco Bolívar y el Dr. Fernando Bastarrachea. Por otro lado, se pensó en el Dr. Xavier Soberón que acababa de regresar de Estados Unidos (donde trabajó en el área de la síntesis

⁵⁸ Con la iniciativa de Jaime Mora Celis y Rafael Palacios, en 1980 se formó el Centro de Fijación del Nitrógeno (CIFN) de la UNAM, en el campus de la Universidad Autónoma de Morelos (en Cuernavaca). El CIFN fue inaugurado en Cuernavaca el 23 de marzo de 1981.

⁵⁹ Se recibió de Médico Cirujano por la Facultad de Medicina de la UNAM en 1966 e hizo un posgrado en el Departamento de Patología en la Escuela de Medicina en Harvard (1966-1968), donde conoció al Dr. Guillermo Soberón. A su regreso a México se incorporó al IIB de la UNAM, en donde fue Jefe de la Sección de Microscopía Electrónica del Instituto de Investigaciones Biomédicas (1973-1978), Coordinador Interino del Proyecto Académico de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica del Colegio de Ciencias y Humanidades (1977-1978), Directora del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM (1981-1987), entre otros cargos más (Larralde y Álvarez, 1993).

química de material genético). Asimismo, se planteó la posibilidad de contar con académicos en el área de los neuropéptidos; ya que, en esta área había oportunidades interesantes. En la cual estaban trabajando los doctores Patricia Joseph y Jean Louis Charli. Así se conformó un primer grupo de 9 investigadores.

El Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) analizó la propuesta y recomendó su creación al Rector de la UNAM (el Dr. Octavio Rivero). Así con la recomendación del Consejo Técnico, el Rector de la UNAM creó el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) el 26 de abril de 1982⁶⁰. El Centro tendría como misión: “a) efectuar investigación básica y aplicada en las diferentes áreas de su competencia; b) utilizar el conocimiento generado para desarrollar tecnología biológica que permitiera resolver problemas en diferentes sectores; c) participar en la formación de recursos humanos; y d) proporcionar asesoría en las áreas de su competencia” (Informe CIIGB, 1984).

En abril de 1982, el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB), con sede en Cuernavaca, inició sus actividades con sólo 9 investigadores y 7 técnicos. También es importante reconocer que el Gobierno Federal, tal y como se había comprometido, aportó un millón de dólares a la UNAM con los que se inició la construcción de las instalaciones. Además, hubo otro apoyo importante del CONACyT con el que se adquirió una parte importante del equipo que se compró inicialmente (Bolívar, 2008).

Pasaron casi dos años antes de tener las primeras instalaciones funcionando. Estas instalaciones fueron producto de un cuidadoso análisis para idear espacios en donde se pudiera compartir infraestructura entre varios grupos e investigadores, de acuerdo con el modelo de organización de los grupos académicos. Se diseñaron los laboratorios como espacios grandes donde pudieran trabajar 20 o hasta 30 individuos, de preferencia con dos jefes de grupo por laboratorio. Esto con la idea no sólo de desarrollar el trabajo de estos grupos alrededor de líneas de investigación comunes, sino también se buscaba propiciar y estimular la colaboración académica. En paralelo a este concepto de los grupos o células académicas, se trabajó en el diseño de la organización de espacios que integrarían las “unidades de apoyo técnico”. Estas

⁶⁰ De 1982-1989, podríamos decir que el IBT está en un momento fundacional a partir de la aprobación de la propuesta de creación del CIIGB del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y del Dr. Octavio Rivero (rector de la UNAM en ese momento). En esta etapa se elabora el modelo fundacional y el espacio institucional se configura: las condiciones institucionales, definición de responsabilidades de los sujetos, reglas de participación en decisiones, estrategias y técnicas de trabajo. Esta etapa constituye un momento de gran significación e importancia para sus miembros, ya que señala el inicio de la historia institucional (Fernández, 1998).

unidades fueron concebidas para auxiliar a los grupos de investigación en diferentes aspectos.

Inicialmente, el trabajo académico se organizó en grandes líneas de investigación, las cuales contemplaban el trabajo en diferentes organismos modelo. Esto daba la impresión inicial de que se trabajaba en aspectos y en líneas de investigación muy dispersas y poco relacionadas, ya que había grupos trabajando en el cerebro de animales, otros en plantas, algunos en animales y otros en bacterias. Sin embargo, todos los grupos tenían un denominador común que eran: los ácidos nucleicos y en particular el ácido desoxirribonucleico (ADN) y las proteínas (que son las moléculas informacionales de la célula viva, independientemente del organismo en el cual se trabajaba) (Bolívar, 2008).

Entonces, había académicos trabajando en las proteínas con propiedades de toxinas de alacranes, de víboras y de otros animales ponzoñosos; mientras que otros, trabajaban con proteínas y genes específicos en bacterias. Sin embargo, había y siguen habiendo muchas colaboraciones interdisciplinarias entre los grupos. Este fue un elemento clave que permitió la interacción de varios grupos en el Centro y, a su vez, motivó la integración de nuevos investigadores al CIIGB.

Para 1984, en México ya había 25 centros de investigación; sin embargo, el progreso en investigación era muy lento debido en parte a una inversión mínima. Entonces, bajo la presión de científicos de la Academia de la Investigación Científica (en 1986), el Gobierno bajo la presidencia de Miguel de la Madrid Hurtado promulgó el Programa Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior, en el cual es notable la creación del Fondo Nacional para el desarrollo de la Investigación Científica (Retana, 2009). En ese mismo año se creó el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que representó otra vía de ingreso económico para los investigadores. Sin embargo, fomentó el individualismo y disminuyó el interés de los investigadores por participar en proyectos colaborativos de resultados colectivos y mayor complejidad (Campos, 2001). En ese mismo año, el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) se traslada desde las instalaciones en Ciudad Universitaria a las actuales instalaciones en la Ciudad de Cuernavaca, que comprenden unos 25,000 metros cuadrados, 4.500 de los cuales estaban destinados a laboratorios y unidades de apoyo. Y, el 16 de agosto de 1985, el Presidente de la República y el Rector de la UNAM (Jorge Carpizo) inauguraron el primer edificio del Centro con más de 9000 m²

(que es el actual edificio sur) donde se encuentran laboratorios y las unidades de apoyo técnico.

“Cuando nos mudamos a Cuernavaca, éramos un grupo de 12 investigadores, 18 técnicos, 50 estudiantes y 20 trabajadores administrativos. En ese primer grupo se encontraba: Fernando Bastarrachea, Rodolfo Quintero, Patricia Joseph, Jean Louis Charli, Lidia Casas, Enrique Galindo, Xavier Soberón, Fernando Valle, Ignacio Huerta, Guillermo Ramírez y un servidor como investigadores. Desde un principio buscamos compartir laboratorios entre dos grupos, con el propósito de fomentar y propiciar la colaboración de los académicos y los estudiantes en diferentes proyectos de investigación. Pienso que en el Instituto una tercera parte del conocimiento que se genera, lo mismo que en el CIIGB en su momento, es por la colaboración entre sus grupos. De hecho, esta capacidad de colaboración es parte de nuestra cultura académica desde hace muchos años...” (Bolívar, 2007: 9).

En cuanto la estructura organizacional, entre 1982 y 1983, el CIIGB estaba conformado por:

- La Dirección, integrada por el Dr. Francisco Bolívar (Director) y María del Carmen González (Secretaria).
- La Unidad Administrativa, compuesta por: C. P. Lloyd Dingler (Secretario Administrativo), Patricia Anzures (Secretaria), Miguel Reyes (Oficial Administrativo) y 2 ayudantes de la Unidad Administrativa (Francisco Arcos y Antonio Ibarra).
- Los 3 Departamentos de investigación: 1) Departamento de Biotecnología (Dr. Rodolfo Quintero como Jefe de Departamento), 2) Departamento de Genética y Biología Molecular (Dr. Fernando Bastarrachea como Jefe de Departamento) y 3) Departamento de Bioquímica de Proteínas (Dr. Jean Louis Charli como Jefe de Departamento).

Posteriormente, en 1984, en el CIIGB se conformó el Consejo Interno (CI)⁶¹:

Nombre	Cargo
1. Dr. Francisco Bolívar Zapata	Director
2. Dr. Rodolfo Quintero	Jefe del Departamento de Biotecnología.
3. Dr. Fernando Bastarrachea	Jefe del Departamento de Genética y Biología Molecular.
4. Dr. Jean Louis Charli	Jefe del Departamento de Bioquímica de Proteínas.

Fuente: Informe del CIIGB de 1984.

⁶¹ “El Consejo Interno se encarga de evaluar el trabajo académico desarrollado por los miembros del personal académico. Para ello tomará en cuenta las metas mínimas y los programas de actividades propuestas para el período a evaluar, y la producción académica lograda en ese período... El Consejo Interno está conformado por: a) El director, quien lo convocará y presidirá; b) El secretario académico, quien lo será también del Consejo; c) Los jefes de los departamentos de investigación; d) Consejeros representantes del personal académico, los cuales podrán ser técnicos o investigadores adscritos a cualquier departamento, unidad o secretaría técnica; y e) El representante del personal académico ante el Consejo Técnico de la Investigación Científica...” (Reglamento Interno IBt, 2002: 18-20).

Asimismo, se integró una Comisión Dictaminadora en el CIIGB (donde destaca la incorporación del Dr. Romilio Espejo y el Dr. Guillermo Soberón). La cual estaba conformada por:

Comisión Dictaminadora:	
1.	Dr. Hermilo Leal.
2.	Ing. Homero Ramos.
3.	Dr. Romilio Espejo.
4.	Dr. Guillermo Soberón
5.	Dra. Carmen Gómez.
6.	Dr. Federico Sánchez.
7.	Dr. Francisco Barnés.

Fuente: Informe del CIIGB de 1984.

De 1988 a 1990⁶², el CIIGB siguió creciendo. A finales de 1990, el edificio norte empezó a construirse con una superficie de dos terceras partes de la de su antecesor. Esto hizo posible la incorporación de otros académicos para ampliar la investigación en el área de organismos y plantas⁶³. Por lo tanto, se incorporó un buen número de investigadores como jefes de grupo, trabajando en diferentes disciplinas y en proyectos atractivos en diferentes áreas. De 30 académicos pasó a 75 (entre ellos 40 investigadores), distribuidos en los 3 departamentos que había en ese momento: 1) Bioingeniería, 2) Biología molecular y 3) Bioquímica. El número de grupos de investigación también se incrementó, de 5 que originalmente tenía pasó a 15 grupos. Llegó inicialmente el Dr. Edmundo Calva que estaba en el CIFN y trabajaba en microbiología clínica de bacterias patógenas. Un poco más adelante se logró convencer a los doctores Lourival Possani y Alejandro Alagón, que trabajaban en las toxinas de animales ponzoñosos en el IIB, de venir a Cuernavaca. Con el apoyo de Lourival y Alejandro se convenció al Dr. Paul Lizardi, que trabajaba en la Universidad Rockefeller en EUA, de venir al centro a trabajar en el área de los parásitos. Poco después llegaron los doctores Carlos Arias y Susana López, que trabajan en virología con rotavirus; y el Dr. Enrique Galindo, estudiante destacado del Dr. Rodolfo Quintero, pasó a ser jefe de grupo en el área de bioingeniería. Posteriormente, se incorporaron

⁶² De 1990 a 1997, el IBT estaba en el periodo de “la puesta en marcha”. Periodo en el cual se da la primera concreción del modelo fundacional y preparación de su replanteo. Asimismo los líderes de segunda línea se proponen como los mejores intérpretes del proyecto, aún mejores que los profundadores (Fernández, 1998).

⁶³ A principios de 1991, se integró a casi todos los académicos que estaban trabajando en biología molecular de plantas en el CIFN, entre ellos los doctores Federico Sánchez y Carmen Quinto, que trabajaban en la bacteria *Rhizobium* y en nodulación de plantas. Se incorporaron también los doctores Alejandra Covarrubias, Mario Rocha, Patricia León y Miguel Lara, que trabajaban en estrés en plantas, y los doctores Alejandra Bravo y Mario Soberón, que trabajaban en toxinas bioinsecticidas de origen bacteriano (Bolívar, 2008).

como nuevos jefes de grupo los doctores: Gloria Soberón, Guadalupe Espín, Alberto Darszon, Agustín López Munguía y Tonatiuh Ramírez (Bolívar, 2008).

En este espacio se incorporaron los académicos provenientes del CIFN que trabajaban en plantas, ocupando la mitad del edificio; la otra mitad se utilizaría para incorporar nuevos académicos y consolidar así el trabajo en el área de la biología del desarrollo de animales. Entre ellos estaban Mario Zurita, trabajando con moscas, y Luis Covarrubias, que trabajaba con ratones. Se analizó también la posibilidad de integrar gente trabajando en el área de la inmunología, y por ello se pensó en contratar a la doctora Yvonne Rosenstein. Todos ellos trabajarían en el nuevo edificio, incluyendo al Dr. Alberto Darszon, que llegó del CINVESTAV trabajando en el área de la biología molecular y la fisiología del espermatozoide. Con estos planteamientos logramos que la UNAM hiciera suya la propuesta de crecimiento del centro (Bolívar, 2008: 18).

En 1991, el CIIGB realizó cambios en su estructura orgánica⁶⁴. Esto implicó la reestructuración del Consejo Interno, al integrar a varios de sus investigadores (entre los que se encuentra el Dr. Lourival Possani, el Dr. Agustín López Munguía y el Dr. Carlos Arias, con sus respectivos cargos).

Nombre	Cargo
1. Dr. Francisco Bolívar Zapata	Director ⁶⁵ .
2. Dr. Xavier Soberón	Secretario Académico.
3. Dr. Edmundo Calva	Jefe del Departamento de Biología Molecular.
4. Dr. Lourival Possani	Jefe del Departamento de Bioquímica.
5. Dr. Rodolfo Quintero	Jefe del Departamento de Bioingeniería.
6. Dr. Paul M. Lizardi (septiembre 1987- Octubre 1990).	Representantes del Personal Académico.
7. Dr. Agustín López Munguía.	
8. M. en C. Fernando Zamudio	

⁶⁴ "... Los académicos que acceden a cargos administrativos son líderes que desarrollan sus habilidades políticas, muchas veces en forma improvisada, por las necesidades del cargo. Según su desempeño, podrán ser ascendidos a cargos más elevados, que requieren talentos políticos cada vez más exigentes. En algunos casos llegan a formar parte de la tecnocracia estatal..." (Lomnitz, 2008:138).

⁶⁵ "El Director tiene como funciones: a) Ser el representante del Instituto y presidente de su Consejo Interno; b) Proponer al Consejo Técnico de la Investigación Científica los nombramientos de los jefes de departamento del Instituto, con base en la opinión del personal académico del departamento; c) Notificar al Consejo Técnico de la Investigación Científica los nombres de los miembros que integran el Consejo Interno; d) Supervisar, con el apoyo del Consejo Interno, las actividades académicas y administrativas del Instituto; e) Proponer al Rector el nombramiento del secretario académico del Instituto, tomando en cuenta la opinión del personal académico; f) Proponer al Patronato Universitario y a la Secretaría Administrativa a candidatos para secretario administrativo; g) Nombrar a los secretarios técnicos; h) Nombrar a los jefes de unidades de apoyo técnico y desarrollo metodológico; i) Concurrir al Consejo Universitario con voz y voto; j) Formar parte del Consejo Técnico de la Investigación Científica, con voz y voto; k) Realizar investigación; l) Presentar un informe anual a la comunidad académica del Instituto; y m) Distribuir, en coordinación con los jefes de departamento y el Consejo Interno, el equipo, personal y los espacios de trabajo científico a los investigadores y a los departamentos" (Reglamento Interno IBt, 2002: 17-18).

(septiembre 1987-Octubre 1990).	
9. Dr. Carlos Arias.	
10. M. en C. Alfredo Martínez.	

Fuente: Informe del IBt de 1991.

Dentro de la estructura académico-administrativa, aparece la figura de Secretario Académico y la de Representante del Personal Académico. Por un lado, el secretario académico⁶⁶ es el responsable de la permanente vigilancia, supervisión, evaluación y reorientación de todas las tareas encomendadas al personal administrativo. Mientras que el Representante del Personal⁶⁷ Académico, como su nombre lo indica, responde a las necesidades de la planta académica.

La Comisión Dictaminadora continuó integrando a varios investigadores del IBt, entre los que se encuentra: el Dr. Jaime Mora y el Dr. Agustín López Munguía. De tal manera que quedó integrada de la siguiente forma:

Comisión Dictaminadora:
1. Dr. Guillermo Soberón (1982-1983).
2. Dr. Hermilo Leal (1982-1985).
3. Ing. Homero Ramos (1982-1985).
4. Dr. Federico Sánchez (1982-1985).
5. Dr. Francisco Barnés (1982-1985).
6. Dr. Romilio Espejo (1982-1985).
7. Dra. Carmen Gómez (1983-1986).
8. Dr. Agustín López (1985-1986).
9. Dr. Jaime Mora (1985-1987).
10. Dr. Guillermo Alfaro (1985-1988).
11. Dr. Francisco Lara (1987-1989).
12. Dr. Juan Garza (1985-).
13. Dr. Antonio Velázquez (1985-).
14. Dr. Hugo Aréchiga (1986-).
15. Dr. Eduardo Bárzana (1989-).
16. Dr. Jorge Soberón (1989-).
17. Dr. Federico Sánchez (1989-

Fuente: Informe del IBt de 1991.

⁶⁶ “El Secretario Académico es propuesto por el director del Instituto al Rector, previa consulta con el Consejo Interno, a través de la Coordinación de la Investigación Científica... El secretario académico tendrá las siguientes atribuciones: a) Fungir como secretario del Consejo Interno; b) Colaborar con el director en la elaboración del anteproyecto del presupuesto; c) Colaborar con el director en la elaboración del programa anual de actividades académicas del Instituto y del Informe anual de las labores del mismo; d) Coordinar y evaluar las actividades de las unidades a cargo de la secretaría académica; e) Coordinar los eventos académicos organizados por el Instituto; f) Sustituir al director del Instituto en sus ausencias ante el Consejo Técnico de la Investigación Científica, con derecho a voz pero no a voto; g) Sustituir al director, en caso de comisiones o licencias de éste” (Reglamento Interno IBt, 2002: 21-22):

⁶⁷ Para ser Representante del Personal Académico, es necesario cumplir con los siguientes requisitos: “a) Ser miembro del personal académico con una antigüedad mínima de un año en el Instituto; b) Tener el grado de Doctor o nombramiento de Titular; c) No haber sido sancionado por incurrir en algunas de las causas graves de responsabilidad que establece la Legislación Universitaria; y d) No tener ningún nombramiento académico-administrativo” (Reglamento Interno IBt, 2002:28).

Cabe señalar que antes no importaba que algún miembro del Consejo Interno formara parte de la Comisión Dictaminadora, posteriormente esto cambia. Por otro lado, como una respuesta a la creciente demanda de servicios de gestión tecnológica, la Dirección y el Centro para la Innovación Tecnológica crearon el Núcleo de Innovación Tecnológica que junto con los núcleos de otras dependencias formaron la Red de Núcleos de Innovación.

El 14 de septiembre de 1991⁶⁸, el CIIGB se transformó en el actual Instituto de Biotecnología⁶⁹ (IBt). Una vez creado el Instituto en 1991, del cual fue nombrado como primer director el Dr. Francisco Bolívar (por la Junta de Gobierno), la pregunta seguía siendo: ¿cómo consolidar el desarrollo de la biotecnología en el IBt y cómo propiciar el desarrollo de la biotecnología fuera del Instituto? Se pensó que la respuesta era seguir creciendo hasta consolidar la biotecnología en el Instituto (Bolívar, 2007). Entonces, con la integración de varios investigadores del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN) y la construcción del segundo edificio, en 1991 se creó el Departamento de Biología Molecular de Plantas. Así, el IBt se organizó en 4 departamentos (conformados por sus respectivos grupos de investigación y unidades de apoyo académico):

DEPARTAMENTOS	LÍDERES DE GRUPO	UNIDADES DE APOYO
1. Departamento de Biología Molecular (con 5 grupos y 2 unidades de apoyo).	<p><i>Los 5 grupos estaban liderados por:</i></p> <p>I. Carlos Federico Arias (Investigador titular "B", de tiempo completo) y Susana López (Investigador Titular "A", de tiempo completo).</p> <p>II. Francisco Bolívar⁷⁰ (Investigador Titular "C", tiempo completo).</p> <p>III. Edmundo Calva (Jefe de departamento, Investigador Titular "B" de tiempo completo).</p> <p>IV. Luis Covarrubias (Investigador Titular "A" de tiempo completo) y Mario Zurita (Investigador Titular "A" de tiempo completo).</p> <p>V. Xavier Soberón (Investigador Titular "A", de tiempo completo).</p>	<p><i>Habían 2 Unidades⁷¹:</i></p> <p>I) Unidad de Colecciones y Reactivos Biológicos (X. Alvarado y Francisco Bolívar).</p> <p>II) Unidad de Síntesis Química de Macromoléculas (P. Gaytán y Xavier Soberón).</p>

⁶⁸ Según el informe de actividades del IBT (1991), desde enero de 1991, tiene una plantilla superior a los 50 investigadores, casi todos ellos miembros del SNI, 21 de los cuales son titulares y líderes académicos que integran 18 grupos de trabajo. Además, el Centro cuenta desde principios de 1991 con 41 técnicos académicos, 16 de ellos titulares. Mientras que para diciembre de 1991, el IBT cuenta con 52 investigadores, 45 técnicos académicos y más de 100 estudiantes (90 de posgrado y 30 de doctorado).

⁶⁹ Cabe mencionar que el IBT se autodefine como "una entidad universitaria perteneciente al Subsistema de la Investigación Científica (SIC) que realiza investigación de excelencia académica para el desarrollo de la biotecnología moderna, generando conocimiento en diversas áreas y disciplinas tales como la ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, fisiología, microbiología y medicina moleculares, así como las relacionadas con la biocatálisis, los bioprocesos y la biología molecular de plantas. Asimismo, participa activamente en la formación de recursos humanos especializados, principalmente a través de su programa de maestría y doctorado en Ciencias Bioquímicas" (Ver: <http://www.ibt.unam.mx>).

⁷⁰ En 1992, Fernando Valle se integra como jefe de grupo de Bolívar (Investigador Titular "A", SNI I).

⁷¹ En 1992, estas Unidades se convierten en una llamada: "Unidad de Síntesis y Análisis de Ácidos Nucléicos".

<p>2. Departamento de Bioquímica (conformado por 4 grupos y 3 unidades de apoyo).</p>	<p><i>Los 4 grupos estaban liderados por</i>⁷²:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Alejandro Alagón (Investigador Titular “B” de tiempo completo) y Paul M. Lizardi (Investigador Titular “C” de tiempo completo). II. Jean Louis Charli (Investigador Titular “B” de tiempo completo) y Patricia Joseph-Bravo (Investigador Titular “C” de tiempo completo). III. Alberto Darszon (Investigador Titular “C” de tiempo completo) IV. Lourival D. Possani (jefe de departamento, Investigador Titular “C” de tiempo completo). 	<p><i>Unidades de apoyo</i>⁷³:</p> <ol style="list-style-type: none"> I) Unidad de Anticuerpos (Alejandro Alagón) II) Unidad de Bioterio (E. Mata y J. L. Charli) III) Unidad de Cromatografía Líquida (T. Olamendi y Lourival Possani).
<p>3. Departamento de Bioingeniería (conformado por 5 grupos y 1 unidad de apoyo).</p>	<p><i>Los 5 grupos estaban liderados por</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Guadalupe Espín (Investigador Titular “A” de tiempo completo). II. Enrique Galindo (Investigador Titular “A” de tiempo completo). III. Agustín López-Munguía (Investigador Titular “B” de tiempo completo). IV. Rodolfo Quintero (Jefe de departamento, Investigador Titular “B” de tiempo completo). V. Gloria Soberón (Investigador Titular “A” de tiempo completo). 	<p><i>Unidad de apoyo:</i> I) Unidad de Escalamiento y Planta Piloto (A. Martínez y Rodolfo Quintero).</p>
<p>4. Departamento de Biología Molecular de plantas (conformado por 6 grupos y 1 Unidad de apoyo).</p>	<p><i>Los 6 grupos estaban liderados por</i>⁷⁴:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Alejandra Covarrubias (Investigador Titular “B” de tiempo completo). II. Miguel Lara (Investigador Titular “A” de tiempo completo). III. Carmen Quinto (Investigador Titular “A” de tiempo completo). IV. Mario Rocha (Investigador Titular “A” de tiempo completo). V. Federico Sánchez (Jefe de departamento, Investigador Titular “B” de tiempo completo). VI. Mario Soberón (Investigador Titular “A” de tiempo completo). 	<p><i>Unidad de apoyo</i>⁷⁵:</p> <ol style="list-style-type: none"> I) Unidad de invernadero (Federico Sánchez).

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 1991.

Cada grupo de investigación, que desde entonces eran considerados como “células académicas”, estaba conformado por uno o más jefes de grupo (encargados de definir las líneas de investigación y responsables ante el Consejo Interno), alrededor de los cuales se organizaban investigadores asociados, técnicos académicos y estudiantes. Por otro lado las Unidades de Apoyo estaban integradas, principalmente, por Técnicos-Académicos. Y cada Unidad contaba con un Comité Técnico, integrado por Investigadores que se encargaban de definir, evaluar y planear las labores de la Unidad.

En 1992, atendiendo la necesidad de profesionalizar la gestión de otros apoyos a la comunidad del Instituto, el Núcleo de Innovación Tecnológica se transforma en la actual Secretaría Técnica de Gestión y Transferencia de Tecnología, cuyo objetivo

⁷² En 1993, Yvonne Rosenstein se integra como jefe y forma un grupo (Investigador Titular “B”, por obra determinada).

⁷³ En 1992, desaparece la “Unidad de Cromatografía Líquida”.

⁷⁴ En 1992, se integra como líder y forma otro grupo “Gladys Casaab” (Investigador Titular “A”, SNI I).

⁷⁵ En 1993, se crea una nueva unidad “Unidad de Microscopía” (a cargo de Federico Sánchez y la unidad que antes tenía a su cargo se la dejan a Miguel Lara).

general es el dar apoyo a la comunidad académica del Instituto de Biotecnología en las siguientes áreas⁷⁶:

- a) Apoyo a la producción de tecnología biológica competitiva, mediante la protección de los derechos de propiedad industrial de los desarrollos generados, promoviendo y facilitando la vinculación con el sector productivo;
- b) Apoyo a la generación de conocimiento, mediante la gestión de financiamiento para los proyectos de investigación y desarrollo;
- c) Apoyo a la consolidación del personal académico, por medio de la gestión de financiamiento para realizar estancias fuera del Instituto y;
- d) Apoyo al crecimiento de la comunidad académica, a través de la incorporación de nuevos investigadores.

No obstante, los grandes avances y cambios en las áreas de investigación volvieron obsoletos algunos proyectos. Por lo que fue necesaria una re-estructuración de líneas, programas y proyectos. En 1994, el Consejo Interno (CI) del Instituto propuso al Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) una estructuración académica en áreas más específicas. Dicha reestructuración consistió en la creación de 5 departamentos para mejorar la utilización de espacios y optimizar las posibilidades de colaboración entre los grupos. Por lo que continuó funcionando el Departamento de Biología Molecular de Plantas y el Departamento de Bioingeniería; pero, el resto de los departamentos dieron lugar a otros tres: 1) Microbiología Molecular, 2) Reconocimiento Molecular y Bioestructura, y 3) Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular. “Esta propuesta reorganizativa estuvo asentada en la innovación académica del propio Instituto, contemplando el desarrollo y alcance de los diferentes proyectos y procurando su agrupamiento en áreas más específicas, mejor definidas y de frontera académica. Asimismo se justificó en el hecho de que las disciplinas y las metodologías de la bioquímica y la biología molecular se encuentran ya consolidadas y son utilizadas en todos los departamentos del Instituto” (Didou, et. al., 2008a: 119).

⁷⁶ Información derivada de: <http://www.ibt.unam.mx>.

DEPARTAMENTOS	LIDERES DE GRUPO	UNIDADES DE APOYO
1. Departamento de Microbiología Molecular: (4 grupos).	Los 4 grupos estaban liderados por: - F. Bolívar (Investigador titular C, TC) y F. Valle - E. Calva (jefe del departamento) - G. Espín (Investigador titular B, TC) - G. Soberón.	
2. Departamento de Bioingeniería: (6 grupos y 1 unidad).	Los 6 grupos estaban liderados por: - A. Bravo (Investigador titular A, TC). - E. Galindo ⁷⁷ (Investigador titular B, TC). - A. López Munguía (Investigador titular C, TC) - R. Quintero (jefe de departamento) - T. Ramírez (Investigador titular A, TC) - R. Vázquez	- Unidad de Escalamiento y Planta Piloto (R. Quintero).
3. Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructura: (5 grupos y 2 unidades).	Los 5 grupos estaban liderados por: - A. Alagón (Investigador titular C, TC) - P. Lizardi - E. Moret - L. Possani (jefe del departamento, Inv. titular C, TC). - X. Soberón	- Unidad de Anticuerpos ⁷⁸ (R. Hernández y A. Alagón). - Unidad de Síntesis de DNA (P. Gaytán y X. Soberón).
4. Departamento de Genética y Fisiología Molecular: (5 grupos y 1 unidad).	Los 5 grupos estaban liderados por ⁷⁹ : - C. Arias (Investigador titular C, TC) y S. López (Investigador titular B, TC). - L. Covarrubias y M. Zurita (Investigador titular A, TC). - P. Joseph y J. L. Charli. - Y. Rosenstein - A. Darszon (Jefe de departamento)	- Unidad de Bioterio (E. Mata y J. L. Charli).
5. Departamento de Biología Molecular de Plantas: (9 grupos y 2 unidades).	Los 9 grupos estaban liderados por: - G. Cassab - A. Covarrubias (jefe de departamento) - M. Lara - C. Quinto - M. Rocha - M. Soberón - F. Sánchez - J. Nieto - O. Pantoja	- Unidad de Invernadero (M. Lara). - Unidad de Microscopía (L. López y F. Sánchez).

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 1994.

Esta reestructuración, como posiblemente las posteriores al interior del IBt, estaba vinculada con las concepciones que permeaban las políticas de ciencia y tecnología a lo largo de la década de los noventa (con el Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica formulado en la administración 1988-1994 y 1995-2000). Tales como: “1) Una clara distinción y separación entre las políticas orientadas a la ciencia y aquellas relacionadas con la tecnología; 2) el predominio de criterios de calidad, con base en normas internacionales que fueron impuestos como modelo para la evaluación de estas actividades; 3) la búsqueda de la excelencia en la formación de recursos humanos de alto nivel; 4) la asignación de fondos mediante mecanismos de concurso y competencia; 5) una vinculación más estrecha de la

⁷⁷ En 1997, Enrique Galindo se vuelve Jefe de Departamento y asimismo, se hace cargo de la Unidad de Escalamiento y Planta Piloto.

⁷⁸ Para 1997, esta Unidad de apoyo desaparece.

⁷⁹ En 1997, Alberto Darszon se integra a este departamento como jefe.

investigación básica y el desarrollo tecnológico con el sector productivo y, 6) la reorientación de la demanda de educación superior hacia disciplinas que requiere el desarrollo del país, particularmente, las ciencias exactas y las ingenierías” (Casas, 2004:99).

Por otro lado, durante 1994, se terminó de construir la Unidad de Invernadero del Departamento de Biología Molecular de Plantas con cerca de 300 m² de instalaciones. Asimismo, se consiguió un apoyo del CONACyT para comprar equipo general por un millón de dólares, que se sumó a otro apoyo similar conseguido anteriormente (en 1992) por dos millones de dólares. Con ello, el IBt contó con equipo de un valor superior a los diez millones de dólares, que obtuvo principalmente a través de ingresos extraordinarios. Y en ese mismo año, se inició la construcción de diez cubículos dobles para investigadores asociados y profesores visitantes (Bolívar, 2007).

Los cambios en cuanto a la estructura académica-administrativa del IBt no dejaron de darse a lo largo del tiempo; aunque, los cargos más importantes seguían siendo de aquellos que tuvieron un papel central en el momento pre-fundacional y fundacional del Instituto. Para 1994, el Consejo Interno incorporó al Dr. Alberto Darszon (siendo Jefe de Departamento) y al Dr. Mario Zurita (siendo Representante del Personal Académico):

Nombre	Cargo
1. Dr. Francisco Bolívar Zapata	Director y Presidente del Consejo Interno.
2. Dr. Xavier Soberón	Secretario Académico y Secretario del C.I.
3. Dr. Edmundo Calva	Jefe del Departamento de Microbiología Molecular.
4. Dra. Alejandra Covarrubias	Jefe del Departamento de Biología Molecular de Plantas.
5. Dr. Alberto Darszon	Jefe del Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
6. Dr. Lourival Possani	Jefe del Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructura.
7. Dr. Rodolfo Quintero	Jefe del Departamento de Bioingeniería.
8. Dr. Agustín López-Munguía	Coordinador de la Unidad de Docencia y Formación de Recursos Humanos.
9. Dr. Carlos Arias (desde septiembre de 1994) 10. Dr. Jean Louis Charli. 11. Dr. Miguel Lara 12. Dr. Mario Soberón (hasta septiembre de 1994) 13. M. en C. Fernando Zamudio 14. Mario Zurita (desde septiembre de 1994).	Representantes del Personal Académico

Fuente: Informe del IBt de 1994.

Por otro lado, la Comisión Dictaminadora quedó conformada de la siguiente forma:

Comisión Dictaminadora:	
1.	Dr. Juan Garza (1985-).
2.	Dr. Antonio Velázquez (1985-).
3.	Dr. Guillermo Soberón (1991-).
4.	Dr. Sergio Revah (1992-).
5.	Dr. Lorenzo Martínez (1993-).
6.	Dr. Ruy Pérez Tamayo (994-).

Fuente: Informe del IBt de 1994.

En 1994, se conforma la Unidad de Docencia y Formación de Recursos Humanos en apoyo a la formación de los estudiantes. Por otro lado, se crea la Secretaría Académica y la Secretaría Administrativa⁸⁰. En ese momento, varios de los programas más exitosos eran impartidos por los centros creados por el CONACyT. La presencia de científicos dedicados a la búsqueda asegura un espacio de aprendizaje en la investigación, garantiza un cuadro de maestros que enseñan y conducen temas de investigación de actualidad científica e interés aplicativo, y lo complementan con un ambiente propicio para el diálogo científico y la experimentación. El establecimiento de programas de excelencia⁸¹ ha sido uno de los apalancadores de la descentralización (Campos, 2001).

En 1996, en el IBt se crearon 2 programas de posgrado: 1) Maestría en Ciencias Bioquímicas y 2) Doctorado en Ciencias Bioquímicas. Dichos programas, actualmente, se encuentran en el Padrón Nacional de Posgrados SEP-CONACyT y son reconocidos por su excelente calidad⁸². Durante 1996, 13 estudiantes se recibieron de maestría y 7 se graduaron de Doctores en Ciencias. Asimismo, los investigadores del Instituto

⁸⁰ “Las funciones del Secretario Administrativo son: a) Supervisar y coordinar las labores del personal administrativo del Instituto e informar oportunamente al director sobre las mismas; b) Instruir al personal del Instituto sobre los trámites administrativos que le afecten; c) Apoyar al personal académico en el buen desempeño de las labores de investigación, desarrollo tecnológico y docencia del Instituto; d) Ejecutar las decisiones que le comunique el director y que sean de su competencia; e) Atender los asuntos administrativos del Instituto; f) Auxiliar al director en la elaboración del anteproyecto de presupuesto del Instituto; g) Elaborar los informes de actividades de la unidad; h) Mantener actualizado y funcionando el almacén del Instituto; i) Las demás que le otorgue el director...” (Reglamento Interno IBt, 2002:22).

⁸¹ “En 1999, el número de programas de posgrado de excelencia que existían en el país llegó a 470, contra los 320 que existían en 1991. Ese crecimiento se debió fundamentalmente a los programas que aparecieron en los Estados, en números tales que al final del siglo XX casi la mitad de los programas se imparten ya fuera de la capital del país” (Campos, 2001: 26).

⁸² En cuanto al programa académico de la maestría y el doctorado en Ciencias Bioquímicas, en 2002, se integra como una tercera entidad académica el Instituto de Fisiología Celular. “Este proceso de intercambio y crecimiento académico hizo que el programa se configurase como el primer posgrado compartido entre una facultad y un instituto dentro de la UNAM. El programa en Ciencias Bioquímicas permite realizar estudios de maestría y doctorado en alguna de las áreas que se desarrollan en el IBT: biotecnología, biología molecular, bioquímica, bioingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, biología celular, biología estructural, bioinformática y ecología microbiana” (Didou, et. al., 2008a: 122).

impartieron varios cursos a nivel de licenciatura y de posgrado y se graduaron 15 estudiantes de licenciatura (Bolívar, 2007).

De acuerdo al Reglamento General de Estudios de Posgrado aprobado por el Consejo Universitario en diciembre de 1995, el Doctorado en Ciencias Biomédicas es el resultado de la adecuación de los posgrados en Investigación Biomédica Básica de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y Posgrado (UACPyP) del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y de Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina. Se trata de un programa en el que participan siete entidades académicas de la UNAM: el Centro de Ciencias Genómicas, la Facultad de Medicina, los Institutos de Ecología, de Fisiología Celular, de Investigaciones Biomédicas, de Química y de Neurobiología. Mientras que el programa académico de la maestría y el doctorado en Ciencias Bioquímicas fue creado a partir de la fusión del Proyecto Académico de Especialización, Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas (Bioquímica), que era impartido en la Facultad de Química de la UNAM.

De estos programas llama la atención que las instituciones donde se imparten cuentan con la infraestructura necesaria; así como también tienen una planta académica altamente calificada (con grados académicos de doctorado y posdoctorado), además de una experiencia de más de 15 años en la tutoría, con una larga trayectoria laboral y reconocida por las publicaciones en revistas de arbitraje internacional. Por lo que, las condiciones institucionales y la planta académica posibilitan que en estos programas se formen a investigadores altamente preparados y reconocidos en el campo de las ciencias experimentales a escala nacional e internacional. Por otro lado, cabe destacar la flexibilidad del curriculum de estos programas; ya que, tienen como principio pedagógico: "Aprender a investigar investigando"; es decir, aprender a investigar en el proceso de formación. Entonces, los estudiantes que son seleccionados para realizar estudios de posgrado se incorporan directamente al laboratorio para trabajar en un subproyecto de investigación. En consecuencia, comienzan a manejar el equipo y las sustancias en el laboratorio desde el inicio de su formación (realizan combinaciones, registros de todo tipo, aprenden a indagar y a observar los resultados (Arredondo, et. al, 1997).

"En el Instituto hoy, al igual que en el Centro ayer, tenemos un compromiso claro con el desarrollo y la consolidación de la biotecnología en México y por ello seguimos trabajando intensamente en la formación de recursos humanos, en particular en el posgrado en Ciencias Bioquímicas, que hoy compartimos con la Facultad de Química y con el Instituto de Fisiología Celular, y en el cual participan

también académicos de Biomédicas y de Medicina. Además, estamos participando como sede conjunta de la Licenciatura en Ciencias Genómicas, lo que nos permite tener contacto permanente con 160 a 200 alumnos de licenciatura, muchos de ellos candidatos al posgrado. Tenemos que formar mucha más gente en ciencia, y en particular en biotecnología, pero hay que hacerlo con excelencia... Hemos graduado más de 100 doctores y actualmente se reciben de 14 a 15 doctores al año, y entre 20 y 25 maestros en ciencias, sin contar los graduados de licenciatura. Sin embargo, es fundamental que pudiéramos avanzar concertando este esfuerzo y capacidad de formación de recursos humanos con otras instituciones del país, las cuales formamos entre todas cerca de cien doctores al año en biotecnología y disciplinas afines. Unir este esfuerzo permitiría planear concertadamente la formación de nuevos centros y la consolidación de otros centros más débiles en el país si se canalizan los recursos” (Bolívar, 2008:20).

En marzo de 1997, se llevó a cabo el primer cambio de Director del IBt. El Dr. Bolívar concluye su período (1982-1997) e inicia el Dr. Xavier Soberón Mainero⁸³ como nuevo director del Instituto. En 1998, el Instituto participó activamente en la definición del Proyecto Universitario de Ciencia Genómica⁸⁴. Además de que establecieron diversos convenios con el sector productivo⁸⁵, en las áreas de alimentos (con impacto en la elaboración de tortillas, a nivel nacional) y farmacéutica (donde destaca la producción de los primeros productos mexicanos hechos por ADN recombinante). En ese momento, casi el 90% de los investigadores del Instituto ya eran miembros del SNI (algunos no lo eran por razones de nacionalidad o estancias en el extranjero).

En 1998, ante la limitación de espacios, el Instituto planteó reestructurar de nuevo los departamentos, buscando así una mejor distribución de lugares y optimizando las posibilidades de colaboración entre los grupos. En 1999, se generaron 2 pre-

⁸³ Obtuvo un doctorado en Investigación Biomédica por la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde 1981 fue investigador de la UNAM, participando en la instalación y consolidación de la ingeniería genética y la biotecnología en la institución. Fue director del Instituto de Biotecnología de la UNAM durante dos períodos, entre 1997 y 2005. Se convirtió en Presidente de la Academia de Ciencias de Morelos en el bienio 2005-2006. Ha recibido varios premios y distinciones, entre los que destacan el Premio Nacional de Química en 1999 y el reconocimiento como Investigador Nacional, nivel III (Para más detalles, consúltese: <http://www.acmor.org.mx/noticias/linksnoticias/xavier.pdf>).

⁸⁴ En 1998, se inscribió una plantilla de profesores para apoyar la actualización de la licenciatura (derivada de la de Investigación Biomédica Básica). Esto en beneficio de los estudiantes de licenciatura, que a su vez contribuyó para alcanzar el objetivo de mantener el posgrado en Ciencias Bioquímicas en posición de líder en el campo. En ese año, se graduaron 19 estudiantes de licenciatura, 17 alumnos de maestría y 13 de doctorado (Memoria UNAM-IBt, 1998).

⁸⁵ En 1998, en el Instituto se captó 2% menos de ingresos extraordinarios (con respecto a 1997) a causa de la disminución drástica de las subvenciones de CONACyT. Sin embargo, los ingresos provenientes del sector productivo se triplicaron. Se firmaron 9 convenios de vinculación con el sector productivo, por un monto total de \$2, 231,000 y con organismos financieros de investigación, convenios por aproximadamente \$4, 300,000 (Memoria UNAM-IBt, 1998).

propuestas adicionales de creación de nuevos centros: uno en el área de farmacología molecular (organizado por Alejandro Alagón) y otro en el área de la biotecnología ambiental (organizado por los doctores: Guadalupe Espín, Rafael Vázquez y Esperanza Martínez). Sin embargo, aunque las propuestas eran viables, la situación política y económica del país impidió que se llevaran a cabo en ese momento (Bolívar, 2008).

Como anteriormente fue señalado, estos cambios y reestructuraciones del IBt están relacionados con el contexto de la ciencia en México (la creación de diversas políticas científicas). En 1999, bajo la presidencia de Ernesto Zedillo Ponce de León, se crea una nueva Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, que duró hasta junio de 2002, cuando se publica una nueva Ley de Ciencia y Tecnología y la nueva Ley Orgánica del CONACyT. Nuevamente, en 2002 bajo la presidencia de Vicente Fox Quesada, se establece el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología y a partir de él se constituye el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) que debería regir hasta 2006 (Retana, 2009).

Cabe mencionar que “la participación de la comunidad científica en la orientación de las políticas de ciencia y tecnología ha tendido a ser reducida y limitada al campo meramente científico; una muestra de ello es la escasa participación que tuvieron los científicos en el diseño del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2000-2005 (PECyT). Esto ha originado la reorganización de científicos como grupo de interés, que a través de organismos tales como la Academia Mexicana de Ciencias o el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, constituido en el 2002, han ejercido mecanismos de presión encaminados a recuperar el control de las orientaciones de las políticas en el campo científico. Muestra de ello es su activa participación en el proceso de aprobación de la Ley de Ciencia y Tecnología y de la Ley del CONACyT en el 2001 y 2002” (Casas, 2004:100).

Respecto a la estructura académica del IBt, de 1997 al 2000, ésta incrementó a 101 investigadores⁸⁶ y 84 técnicos, aumentando también los grupos de investigación a 39. No obstante, a partir del 2000⁸⁷ se abrieron pocas plazas de investigadores y técnicos. El crecimiento vertiginoso que sufrió la planta académica, en el periodo de fundación, se debió a que al principio había suficiente espacio para conformar nuevos

⁸⁶ De los Investigadores: 12 ocupan la categoría de Asociado C, 35 la de Investigador Titular A, 25 la de Investigador Titular B, 27 la de Investigador Titular C y dos Investigadores Eméritos. Respecto al Sistema Nacional de Investigación (SNI), la distribución es la siguiente: 3 investigadores eméritos, 26 cuentan con el nivel III, 25 con el nivel II, 44 con el nivel I y 2 son candidatos.

⁸⁷ Cabe señalar que en el 2000, los trabajos de investigación de los miembros del Instituto recibieron más de 20,000 citas en la literatura mundial y, prácticamente, en ese momento todos los investigadores ya eran miembros del Sistema Nacional de Investigadores (Memoria UNAM-IBt, 2000).

grupos. Entonces, dentro de un grupo, cuando algún investigador asociado era capaz de ser líder, éste se independizaba para ser reconocido como jefe y tenía derecho a varias plazas para formar su propio grupo de investigación y su propio laboratorio. Posteriormente, cuando ya no hubo más espacio ni suficiente financiamiento en el IBt, los investigadores asociados con capacidad de liderazgo ya no contaban con las condiciones institucionales para tener su propio laboratorio y grupo de investigación. Lamentablemente, el crecimiento del Instituto se interrumpió. El modelo de crecimiento original pretendía mantener el mismo número de asociados y posdoctorantes, que de investigadores titulares. Sin embargo, no se ha podido mantener la propuesta porque prácticamente no hay contratación de investigadores jóvenes. Por ahora la posibilidad de crear otros centros a partir del Instituto está detenida por falta de recursos económicos, más no por falta de propuestas del Instituto (Bolívar, 2007).

“... ¿Qué pasa ahora con los jóvenes que tienen la capacidad de ser líderes académicos, pero que ya no hay laboratorios para que hagan sus propios grupos? No hay más que de dos: 1) Si quieren ser independientes, tienen la capacidad y aquí no hay espacios: no hay más que irse a otro lado, o 2) Se quedan en los grupos como asociados...” (Ent.CA, 2011).

Cabe señalar que para el 2002, la Unidad de Docencia forma parte de las Unidades de Apoyo Académico⁸⁸, junto con: Biblioteca, Vinculación e Intercambio Académico, y Cómputo. Dichas Unidades dependen de la Dirección y de la Secretaría Académica y proveen servicios a nivel institucional, tales como: asesorar y auxiliar al personal académico y estudiantes, custodiar y organizar los acervos documentales y equipos con que cuentan y fungir como enlace entre el Instituto y las instancias externas, dentro de las áreas de su competencia.

Otras Unidades que podemos encontrar en el IBt son las Unidades de Apoyo Técnico y Desarrollo Metodológico⁸⁹ (Bioterio, Cultivo de Tejidos y Crecimiento Vegetal, Escalamiento y Planta Piloto, Microscopía, Síntesis y Secuenciación de Macromoléculas). Éstas dependen de los departamentos de investigación y tienen la función de: a) Brindar servicio, apoyo técnico y asesoría a los diferentes miembros del personal académico, grupos de investigación, unidades y departamentos del Instituto,

⁸⁸ Las Unidades de Apoyo Académico se constituyen con personal académico o administrativo. Cada una contará con un jefe, que será nombrado por el director, previa consulta con el Consejo Interno.

⁸⁹ “... Cada unidad de apoyo técnico y desarrollo metodológico estará a cargo de un jefe operativo, nombrado por el director tomando en cuenta la opinión del Consejo Interno. La Dirección asignará, anualmente a cada unidad de apoyo técnico y desarrollo metodológico un presupuesto. Para esto tomará en cuenta la disponibilidad de recursos, y los criterios académicos, analizados en el Consejo Interno...” (Reglamento Interno IBt, 2002:25).

para el buen desarrollo de los objetivos del Instituto; y b) Desarrollar, implementar e innovar metodologías en las áreas de su influencia y experiencia. La creación de Unidades de Apoyo fue fundamental para auxiliar a los grupos de investigación en diferentes aspectos. A corto plazo, esto permitió que se diera una estrecha colaboración entre los grupos, además de reducir gastos en la compra de material o aparatos; ya que, así cada laboratorio no tiene que duplicar sus instrumentos de trabajo sino que los comparten. Incluso, en el diseño y definición de espacios físicos, se buscó que los laboratorios estuvieran diseñados como espacios en donde se pudiera compartir infraestructura entre varios grupos. De ahí que los grupos son denominados “células académicas”. Pues se permite una colaboración estrecha entre los científicos, porque un laboratorio puede ser compartido por 2 o 3 investigadores titulares (lo que actualmente le denominan “consorcio”).

En el 2002⁹⁰, las áreas de investigación plenamente consolidadas se re-estructuraron en 5 departamentos que, actualmente, se mantienen vigentes en el IBt: 1) Ingeniería Celular y Biotecnología, 2) Biología Molecular de Plantas, 3) Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular, 4) Microbiología Molecular y 5) Medicina Molecular y Bioprocesos⁹¹. El Instituto contaba con 40 grupos de investigación (dirigidos por líderes académicos) y organizados en 5 Departamentos, con el soporte de diversas Unidades y Laboratorios de apoyo técnico y desarrollo metodológico.

DEPARTAMENTOS	LÍDERES ACADÉMICOS	UNIDADES Y LABORATORIOS DE APOYO TÉCNICO Y DESARROLLO METODOLÓGICO
1. Ingeniería Celular y Biotecnología⁹²	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dr. Francisco Gonzalo Bolívar 2. Dr. Enrique Galindo 3. Dr. Guillermo Gosset 4. Dr. Agustín López Munguía 5. Dr. Juan Enrique Morett 6. Dr. Lorenzo Segovia 7. Dr. Francisco Xavier Soberón 8. Dr. Rafael Vázquez 9. Gabriel Corkidi. 	<p>Unidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Unidad de Bioterio. 2. Unidad de Síntesis de Secuenciación masiva de ADN. 3. Unidad de bioinformática. 4. Unidad de Escalamiento y Planta Piloto. 5. Unidad de Cultivo de Tejidos y Crecimiento Vegetal. 6. Unidad de Microscopía Confocal y Electrónica. <p>Laboratorios:</p>
2. Biología Molecular de Plantas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dra. Gladys Iliana Cassab 2. Dra. Alejandra Alicia Covarrubias 3. Dr. Joseph Dubrovsky 4. Dra. Patricia León 5. Dr. Omar Homero Pantoja 6. M.C. María del Carmen Quinto 7. Dr. Mario Rocha 8. Dr. Federico Sánchez 	

⁹⁰ En ese mismo año, el Consejo Técnico de la Investigación Científica aprobó una nueva versión del Reglamento Interno del Instituto. Recordemos que éste no se había modificado desde su aprobación en septiembre de 1994.

⁹¹ Véase cuadro 2 (Organigrama) en la parte de Anexos.

⁹² Posteriormente, se incorpora el Dr. Joel Osuna y la Dra. Gloria Soberón como líderes académicos.

<p>3. Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular⁹³</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dr. Carlos Federico Arias 2. Dr. Jean Louis Charli 3. Dr. Luis Fernando Covarrubias 4. Dr. Alberto Darszon 5. Dra. Patricia Ileana Joseph 6. Dra. Hilda María Lomeli 7. Dra. Susana López 8. Dr. Enrique Alejandro Reynaud 9. Dr. Mario Enrique Zurita 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laboratorio Nacional de Microscopia Avanzada. 2. Laboratorio Universitario de Proteómica. 3. Laboratorio de Producción de Roedores Transgénicos.
<p>4. Microbiología Molecular</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dra. María Alejandra Bravo 2. Dr. Edmundo Calva 3. Dra. Elda Guadalupe Espín 4. Dr. Enrique Merino 5. Dr. José Luis Puente 6. Dr. Mario Soberón 	
<p>5. Medicina Molecular y Bioprocesos⁹⁴</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dr. Alejandro Alagón 2. Dr. Baltazar Becerril 3. Dr. Martín Gustavo Pedraza 4. Dr. Lourival Domingos Possani 5. Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez 6. Dra. Yvonne Jane Rosenstein 7. Dr. Enrique Rudiño 8. Dr. Roberto Pablo Stock 	

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 2002.

Cabe señalar que en el 2003, el IBt estableció 20 convenios de colaboración y desarrollo tecnológico con los sectores industrial, paraestatal y académico. Asimismo, se transfirieron 3 desarrollos tecnológicos, le concedieron 23 patentes nacionales y contaba con 24 solicitudes de patentes en trámite.

En el 2004, el Dr. Francisco Bolívar coordinó el Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias y del CONACyT, para asesorar a los legisladores en la definición de los principios y en la redacción de la Ley de Bioseguridad sobre Organismos Genéticamente Modificados⁹⁵ (OGMs), que posteriormente fue aprobada por las 2 cámaras del Congreso y publicada en el Diario Oficial de la Federación (Memoria UNAM-IBt, 2004). Con este hecho, se hace evidente la participación que ha tenido México en los acuerdos internacionales que existen sobre el uso de transgénicos y la emisión de la Ley de Bioseguridad Genéticamente Modificados. Dicha ley tiene como objetivo: “Garantizar la protección de la salud humana, del medio ambiente, de la diversidad biológica y de la sanidad animal, vegetal y acuícola, de actividades con OGMs”. Ésta es relevante porque ha sido el principio de varias

⁹³ Después, se convierten en líderes académicos: La Dra. Claudia Treviño y el Dr. Takuya Nishigaki.

⁹⁴ Igualmente, se convierten en líderes académicos: el Dr. Gerardo Corzo y la Dra. Leonor Pérez.

⁹⁵ “México ha tomado parte en la mayoría de todos los acuerdos internacionales que existen sobre el uso de transgénicos y ha emitido la Ley de Bioseguridad Genéticamente Modificados, que tiene por objeto garantizar la protección de la salud humana, del medio ambiente, de la diversidad biológica y de la sanidad animal, vegetal y acuícola, de actividades con OGMs. En torno a esta Ley se han elaborado recomendaciones y consideraciones para que los transgénicos tengan una aplicación responsable...” (Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias, 2007).

recomendaciones y consideraciones respecto a la aplicación responsable de los transgénicos (Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias, 2007).

Actores como la Academia Mexicana de Ciencia (AMC) y sobre todo algunos de sus participantes, han jugado un papel relevante en la discusión y propuestas surgidas para el país. Un primer intento fue el libro "Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI; retos y oportunidades", coordinado por el Dr. Bolívar Zapata y publicado por el Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el 2002, en el cual se muestra una descripción de las capacidades desarrolladas y sobre todo se proponen una serie de lineamientos para la consolidación de la biotecnología en el país. Dicha publicación se derivó de un continuo trabajo de análisis y discusión en torno al tema, que se complementó con un seminario sobre Biotecnología y Legislación en el Senado de la República que se tradujo en una Iniciativa de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (ILBOGMs), que más tarde fue aprobada en el 2003 (Rosales, et. al. 2010:20).

El 20 de marzo del 2005, el Dr. Xavier Soberón concluye su período como director e inicia como nuevo director del Instituto el Dr. Carlos Arias Ortiz. En el 2006, el IBt ya había firmado cerca de 100 convenios y contratos de investigación y desarrollo tecnológico con los sectores industrial, paraestatal y académico. De manera particular, destaca el convenio que el Instituto mantiene con los Laboratorios Silanes y con el Instituto Bioclón para el desarrollo de inmunógenos y antivenenos; ya que, ha sido ejemplo de alianzas afortunadas academia-industria, que han permitido el exitoso desarrollo de productos que han llegado al mercado farmacéutico y al mismo tiempo catalizan la investigación en el Instituto en estas áreas (Memoria UNAM-IBt, 2006).

Para el 2007⁹⁶, el Instituto es reconocido como una institución líder en su área (tanto en el plano nacional como en el internacional) por la calidad de sus contribuciones en diversas disciplinas que conforman la biotecnología moderna. Es de particular relevancia señalar que el Instituto llevó a cabo un proceso interno de evaluación del funcionamiento de sus grupos de investigación, en el que intentó

⁹⁶ En ese momento, la comunidad académica obtuvo financiamiento de 74 proyectos nuevos, 50 en proceso y se concluyeron 39. En 2007 se contó con 2 proyectos IMPULSA: 1) Proyecto asignado al Dr. Luis Covarrubias (con un financiamiento de \$2'734,632 pesos) y 2) Proyecto otorgado al Dr. Xavier Soberón (por \$1'503,400 pesos). Por otro lado, en cuanto a los proyectos CONACYT, destaca la creación de un Laboratorio Nacional en Enfermedades Emergentes (en conjunto con otras entidades de la UNAM, por un importe total de \$10'000,000), proyecto en el que la UNAM aportó una parte complementaria (por el mismo monto). Asimismo, CONACYT aprobó otro proyecto al Dr. Francisco Bolívar, por un importe de \$4'900,000 pesos (Memoria UNAM-IBt, 2007). En el 2008, la comunidad académica del Instituto participó en el desarrollo de 177 proyectos, con financiamiento de diferentes instancias nacionales e internacionales (CONACYT, DGAPA, HHMI, NIH, entre otras), 54 de ellos corresponden a nuevos proyectos y 123 a proyectos aprobados en años anteriores. De estos últimos, 59 concluyeron en ese año (Memoria UNAM-IBt, 2008).

evaluar la eficiencia del trabajo conjunto de líderes académicos, investigadores asociados y técnicos académicos, más que el trabajo individual de los académicos. Los resultados de dicho proceso sirvieron para hacer recomendaciones a la comunidad académica y a cada grupo de investigación del IBt. Además de que este ejercicio de evaluación contribuyó a la revisión y redefinición de los requisitos de permanencia de un grupo de investigación.

En el 2008, como consecuencia de dicho proceso de evaluación, se llevó a cabo la reestructuración académica de los grupos de investigación con la consecuente posibilidad de organizar al colectivo científico en consorcios. Esto con el fin de poder promover a nuevos líderes académicos y de favorecer el trabajo académico en colaboración (Memoria UNAM-IBt, 2008). Esta idea de la configuración de los consorcios surge de manera formal a partir del 2008, porque anteriormente a esta fecha ya habían grupos dobles; sin embargo formalmente se establece una reestructuración académica del Instituto con los siguientes objetivos: “1) Dar oportunidad para el desarrollo de nuevas líneas de investigación pertinentes y de frontera, 2) Propiciar de manera más intensa y equitativa la colaboración entre investigadores, 3) Contender parcialmente con el problema de falta de espacios, aprovechando el hecho de que hay jefes de grupo dispuestos a una reducción del espacio que tienen asignado, en aras de una mayor colaboración y crecimiento académico de investigadores titulares asociados a los grupos, 4) Alcanzar en el mediano-largo plazo una estructura académica más horizontal⁹⁷” (IBt, 2009). Esto no quiere decir que los grupos de investigación desaparezcan; sólo en algunos casos cambia la forma de organización, impulsando el trabajo en conjunto y creando nuevas condiciones de laborales y formas de producción de conocimiento⁹⁸.

En el 2009, la investigación en el IBt era desarrollada por 37 grupos de trabajo, distribuidos en los 5 departamentos. Cabe mencionar que en ese año, la comunidad académica participó en el desarrollo de 213 proyectos, con financiamiento de diferentes instancias nacionales e internacionales (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Dirección General Asuntos del Personal Académico, *Howard Hughes Medical Institute*, *National Institutes of Health*, entre otras), 62 de estos eran nuevos proyectos y 71 eran proyectos aprobados en años anteriores. Entre los proyectos

⁹⁷ Ver un ejemplo de propuesta de consorcio: Ramírez-Palomares. Cuadro 3 en la parte de anexos.

⁹⁸ “Los mitos grupales suelen ser elaboraciones noveladas de su origen, del por qué de su existencia, pero vividos por sus integrantes como su momento fundacional real... Son aquellas significaciones imaginarias que un grupo construye, al dar cuenta de su origen novelado, imbricados con las utopías del grupo y apoyados en la historia real de tal conjunto de personas...” (Fernández, 2002: 143).

realizados por académicos del IBt, destaca el licenciamiento de la tecnología de toxinas bioinsecticidas *Cry de Bacillus thuringiensis* (para resolver el problema de resistencia de la plagas a las toxinas nativas); así como el diseño de bioinsecticidas contra el dengue. Estos desarrollos han tenido un alto impacto en el ámbito agrícola y ambiental. Asimismo destaca la transferencia de un método de detección del virus de influenza AH1N1-2009, capaz de discriminarlo de las cepas estacionales (Memoria UNAM-IBt, 2009).

De acuerdo con el Informe de actividades del IBt (2010), la distribución de académicos fue de 101 investigadores y 87 técnicos académicos. De los Investigadores, 11 ocupan la categoría de asociado C, 35 la de investigador titular A, 26 la de investigador titular B, 27 la de investigador titular C y 2 investigadores son eméritos. De los técnicos académicos, se tiene un técnico ocupando plaza de asociado B, 12 técnicos con plaza de asociado C, 29 técnicos con plaza de titular A, 29 con plaza de técnico titular B y 16 con la de técnico titular C. Por otro lado, de los investigadores, 2 son eméritos en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 32 contaron con el nivel III (seis más que en el 2009), 20 con el nivel II, 58 con el nivel I (14 de los cuales son Técnicos Académicos) y 10 eran candidatos (9 de los cuales Técnicos Académicos). Se contaba con 40 líderes académicos, de los cuales el 55% tenía nivel SNI III, el 32.5% era nivel SNI II y sólo el 7.5% tenía nivel excelencia.

En el 2011, a pesar de las dificultades en materia económica y la escasez de recursos para infraestructura que vivía el país, el IBt tuvo importantes logros en el ámbito de la consolidación de sus unidades de Apoyo Técnico. La Unidad de Proteómica cuenta ya con 3 equipos de espectrometría de masas, dándole no sólo autosuficiencia sino también una alta capacidad para la caracterización de proteínas. Por su parte, la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva de DNA (en la que el Instituto colabora junto con los institutos de Neurobiología y de Investigaciones Biomédicas, el Centro de Ciencias Genómicas y las facultades de Química y Medicina), se complementó con el sistema *Genome Analyzer GAIIx* de la compañía *Illumina*, que utiliza una novedosa y poderosa técnica capaz de generar información genética equivalente a secuenciar cinco veces el genoma haploide humano en una semana. Del mismo modo, destaca la creación de la Unidad Universitaria de Bioinformática que está asociada a la Unidad de Secuenciación Masiva de DNA. Finalmente no puede dejar de

mencionarse la creación del Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada⁹⁹ (LNMA), con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El cual ofrece servicios de microscopía de frontera de la más alta calidad a toda la comunidad científica de cualquier sector del país (académico, clínico y empresarial). Además de funcionar como un núcleo de intercambio de información, facilitando las colaboraciones entre grupos de investigadores y desarrollando sus propias líneas de investigación. Por otro lado, incorpora actividades docentes, siendo una sede de cursos, talleres y simposios con la participación de expertos mexicanos e internacionales.¹⁰⁰

Actualmente, el Instituto es un colectivo científico consolidado, donde cada una de las actividades sustantivas que realizan sus miembros (docencia, investigación, vinculación y divulgación) deriva una alta productividad y resultados favorables año con año. Los miembros del IBt cuentan con más de 420 reconocimientos, de los cuales 125 han sido otorgados por la UNAM, 196 por organismos mexicanos y más de 100 por instituciones extranjeras¹⁰¹. No obstante, a lo largo de su historia, el Instituto ha enfrentado diversos problemas, desde problemas de estructura y organización hasta financieros.

Es importante mencionar que el IBt pertenece a la UNAM, por lo que el modelo de gestión de ésta última ha tenido un fuerte impacto en el Instituto (de ahí su organización departamental y la estructura administrativa). No obstante, al estar descentralizado, le permite tener mayor libertad de crear su propio modelo organizativo. De ahí que podemos observar que el IBt tiene influencias de otras instituciones en la definición de su misión, estructura y organización, tales como: el Instituto de Investigación Biomédica y el Centro de Fijación de Nitrógeno. Por lo que, en un principio, la conformación de grupos de investigación y el tipo de línea de investigación que se crearon en el IBt corresponden a aquellas líneas que cobraron

⁹⁹ El LNMA cuenta con un microscopio confocal multifotónico y otro TIRF (Total Internal Reflection Fluorescence) adquiridos con un apoyo otorgado de 22 millones de pesos (Informe IBt, 2011).

¹⁰⁰ Consúltese: <http://www.lnma.unam.mx/webpage/html/servicios.html>

¹⁰¹ Entre los premios se encuentran los siguientes: El Dr. Lourival Possani recibió el Premio Carlos Slim en Salud 2014, otorgado por la fundación CARSO en la categoría Premio a la Trayectoria de Investigación; el Dr. Enrique Galindo recibió el Premio Innovadores de América 2014, el Premio AgroBio 2010 y la máxima distinción que otorga la Fundación Internacional para la Ciencia Internacional (Foundation for Science Sven Brohult Award 2004); el Dr. Octavio Tonatíuh Ramírez fue distinguido con el Premio Universidad Nacional en el área de Tecnología (en el 2010); el Dr. Alberto Darszon recibió el Premio Scopus México 2008; el Dr. Carlos Arias Ortiz recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes 2014, en el área Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, así como el Premio Carlos J. Finlay de Microbiología-UNESCO (en el 2001); la Dra. Susana López Charretón recibió el Premio de la Academia de la Investigación Científica en el área de Ciencias Naturales (en 1993) y fue nombrada una de las 100 BBC WOMEN 2014; entre otros premios más.

mayor importancia de dichas instituciones y que, posteriormente, se consolidaron y se innovaron otras más. Esto sin olvidar que las reestructuraciones que ha tenido el Instituto están vinculadas con la política de ciencia y tecnología del país (el contexto político y económico¹⁰²). Asimismo, la creación y consolidación del IBt no habría sido posible sin la participación de algunos personajes que además de ser científicos desempeñaban un papel importante en el ámbito político.

A *grosso modo* en este apartado se han aportado aspectos históricos sobre la creación del IBt¹⁰³. En el siguiente se explicará con mayor detalle cómo se construyeron las líneas de investigación del Instituto (tradiciones científicas e innovaciones) y el papel de los líderes académicos (que conforman el estudio de caso) en la creación y consolidación de dichas líneas.

1.3. Hacia la construcción de una ciencia de frontera: Estructuración del campo de la Biotecnología en el IBt.

+ Hacia la configuración de liderazgos y grupos de investigación.

En diversos estudios se ha demostrado que la disciplina¹⁰⁴ es un factor que influye en la particularidad que adquiere el desarrollo de las trayectorias académicas de los miembros de un colectivo científico; ya que, es la que establece las pautas de interacción (los procesos de socialización), los ritmos, así como las formas de organización y modos de producción de conocimiento. Asimismo, las formas de

¹⁰² De acuerdo con Manseau (1995), los modelos de gestión de las instituciones de investigación en ciencia y tecnología se caracterizan como “*push*” al incentivar la utilización del conocimiento y la tecnología por la misma fuerza de su creación y promoción; o como “*pull*” por la creación de conocimiento e innovación a partir de la demanda de mercado. Y una tercera postura la denomina “evolutiva”, que se basa en el funcionamiento de redes de interacción entre la oferta (*push*) y la demanda (*pull*) donde la conjunción de esfuerzo optimiza los recursos y crea conocimiento hacia sectores donde es necesario, dejando a un lado el criterio unilateral de ambas partes. En este sentido, me parece que el modelo de gestión del IBT al principio (en su etapa “fundacional”) estaba más inclinado por la oferta. Posteriormente, cuando se convirtió en Instituto (en la etapa de la “puesta en marcha”) se empezó a inclinar un poco más por la demanda y, finalmente (en la etapa de “consolidación”), me parece que ha logrado mantener un equilibrio entre la oferta y la demanda (teniendo así una postura “evolutiva”).

¹⁰³ “La institución presenta por lo menos dos versiones de su historia, la creada por los que pretenden mantener el statu quo, el poder o los privilegios y la incómoda que cuenta lo que los primeros callan, donde se encuentran secretos, pactos, arreglos etc. que permiten entender los quiebres institucionales. La segunda historia normalmente es llamada por miedo a perder lo que la institución otorga” (Herrera, 2011:15). Cabe señalar que, hasta el momento, el IBt no cuenta con un documento institucional donde se plasme su historia de manera formal. Sólo se cuenta con algunos artículos y documentos inéditos escritos por algunos fundadores para la celebración de su aniversario de creación. Es en éstos documentos y entrevistas con algunos investigadores del grupo fundador-adherente en que se basa la presente investigación,

¹⁰⁴ Las disciplinas son una forma especializada de organización que trasciende los establecimientos y corresponden a la forma dominante de la vida laboral de los académicos por campo de conocimiento. De tal manera que los practicantes de una disciplina se sienten hermanados entre sí, considerando que forman parte de una “comunidad mundial” y que hablan el “mismo lenguaje” (Clark, 1991).

organización de la vida profesional de los grupos académicos están estrechamente relacionadas con las tareas intelectuales que desempeñan en una institución (Becher, 1989). De ahí la importancia que tiene hablar del campo disciplinario y de la institución para poder contextualizar y significar las prácticas de los sujetos en cuestión.

Para poder dar cuenta de cómo los investigadores se convirtieron en jefes de grupo (ahora líderes académicos) y crearon sus laboratorios y grupos de trabajo, se consideraron algunos factores para poder ubicar a los actores y entender su participación en la conformación y consolidación de sus grupos de investigación¹⁰⁵. No obstante debido al número de líderes que conforman este caso de estudio y a la heterogeneidad de los mismos, no podemos hablar de generaciones laborales como tal. Pero se trataron de identificar algunos puntos relevantes de comparación entre los líderes académicos al ingresar al IBt, que de alguna manera, incidieron en la trayectoria y conformación de los grupos de investigación¹⁰⁶.

En cuanto al grado o nivel escolar, la inserción de los investigadores al mercado laboral se dio principalmente durante sus estudios de maestría y doctorado. De los 12 líderes académicos, 11 ingresaron al Instituto con grado de doctor y posdoctorado (e incluso con dos posdoctorados). Esto nos habla de una sólida trayectoria académica y experiencia en investigación científica.

Cabe señalar que algunos de los investigadores más jóvenes ingresaron como jefe de grupo o como investigadores asociados, teniendo 30 años aproximadamente (recién egresando de maestría o con estudios de doctorado en curso o terminados). Mientras que otros de mayor edad se incorporaron como jefes de grupo, con una carrera consolidada en investigación (con doctorado o posdoctorado).

Otro aspecto relevante es que para la mayoría de los investigadores del IBt, la primera institución de adscripción laboral fue la UNAM. Una gran parte trabajó en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) y en el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN), que ahora es el Centro de Ciencias Genómicas (CCG). Por un lado, se encuentran los investigadores que ingresaron antes de 1990 (durante

¹⁰⁵ “Revisar el destino personal en un ámbito colectivo –lugar de inscripción- institucional, permite al sujeto diferenciarse e incluirse en la diferencia. Obliga a trabajar interpretativamente en tres planos. El estudio de las historias individuales con base en trayectorias de vida que dan cuenta de las dinámicas intrasubjetivas y el peso de la elección en la historia institucional, el abordaje de movimientos colectivos que señalan procesos de socialización y, el uso de estrategias asentadas en posiciones generacionales denunciativas de hábitos institucionales y mitos de anclajes sostenidos en la institución que se presentifican como constantes en las dinámicas de la institución y se instalan en los vínculos intersubjetivos que conforman la cultura institucional” (Remedi, 2004:43).

¹⁰⁶ Véase Cuadro 4 en la parte de Anexos: “Factores respecto al proceso de ingreso al IBt de los 12 casos de estudio”.

la etapa fundacional del CIIGB). Y por otro lado están aquellos investigadores que ingresaron a partir de 1990 (durante la etapa de transición en que el CIIGB se convierte en IBt y se pone en marcha el proyecto institucional).

En cuanto a la forma de ingreso, algunos lo hicieron por invitación directa del fundador (el Dr. Francisco Bolívar Zapata¹⁰⁷) y/o de los otros investigadores que eran su mano derecha y parte del Consejo Interno¹⁰⁸ (el Dr. Rodolfo Quintero y el Dr. Xavier Soberón¹⁰⁹). Por otro lado, desde un principio, algunos fueron nombrados jefes de grupo y les dieron sus propios laboratorios para iniciar una línea de investigación. Mientras que otros tuvieron que someterse a alguna evaluación para poder ser seleccionados e ingresar como miembros de algún grupo de investigación, sin poder ser jefes en ese momento. Éstos ingresaron bajo el nombramiento de Investigador Asociado (B y /o C) y, con el paso del tiempo, fueron subiendo de categoría hasta convertirse en Investigador Titular C (hasta convertirse en líder de grupo).

En el caso del Dr. Lourival Possani, a finales de 1976 cuando el Dr. Guillermo Soberón era Rector de la UNAM, estaba trabajando en un proyecto de investigación junto con los doctores *Rafael Palacios*, *Jaime Mora* (que trabajaban en el Instituto de Investigación Biomédicas) y *Ricardo Tapia* (que era el jefe del grupo) para organizar un servicio de análisis de aminoácidos y secuencia de proteínas que no había en la UNAM. El Rector los apoyó para adquirir una parte del equipo. Entonces, el Dr. Possani tuvo que cambiarse al Instituto de Biomédicas (porque ahí tenían otra parte del equipo) y echó a andar ese servicio que antes en la UNAM no tenían (formó la Unidad de Análisis de Aminoácidos). Ahí se encontró al Dr. Bolívar, quien acababa de regresar de su posdoctorado en Estados Unidos y estaba creando el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. El *Dr. Bolívar* lo invitó a ingresar al CIIGB. Y en 1986, el Dr. Possani ingresó a laborar al Instituto en las instalaciones de Cuernavaca, formando un grupo dedicado a los aspectos de la Química y Biología de Péptidos.

¹⁰⁷ En el caso del Dr. Bolívar, éste ingresa como responsable o director (ya que estuvo participando en la etapa pre-fundacional del IBt), después de haber laborado como Investigador en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM por 9 años (1973-1982).

¹⁰⁸ Los mecanismos de ingreso a una institución no siempre son formales, éstos también pueden ser “informales” (en el contexto de relaciones personales de selección y entrenamiento). Este tipo de reclutamiento y habilitación no formal suele ser una distinción que un profesor mayor realiza entre alumnos avanzados y puede ser considerada parte del proceso de reproducción del cuerpo académico (Gil, 1994).

¹⁰⁹ Francisco Bolívar Zapata, Rodolfo Quintero y Xavier Soberón, al principio trabajaban en el IIB y de alguna manera tenían vínculos con la mayoría de los investigadores entrevistados; ya que, los tuvieron como estudiantes en algún momento, hicieron prácticas o estancias en los laboratorios que ellos lideraban o colaboraron en algún momento con ellos. Estos 3 junto con Fernando Bastarrachea empezaron a conformar los primeros grupos de investigación del IBt.

El Dr. Agustín López-Munguía¹¹⁰ ingresó al CIIGB fue por invitación del *Dr. Bolívar* desde que generó la idea de crear el Centro. Su ingreso se postergó un poco, ya que en un principio no tenía interés por irse de la Facultad de Química para ingresar al Instituto (dadas las condiciones laborales que tenía). En ese momento, ya era un profesor- investigador autónomo y le gustaba mucho dedicarse a la docencia en la Facultad; pero en 1989, dada la circunstancia familiar en la que se encontraba, le resultó más atractiva la opción de ingresar al Centro (ahora IBt). Y hasta 1998 obtuvo el nombramiento de Investigador Titular C.

En el caso del Dr. Alejandro Alagón¹¹¹, en 1985, ingresó al CIIGB como Investigador Titular A por invitación del *Dr. Bolívar*. Empezó a trabajar en un laboratorio doble, junto con *Paul Lizardi* (un puertorriqueño-norteamericano que conoció en Rockefeller), en el área de Biología Molecular con el tema de la hystolítica (un área a la que le dedicaron entre 10 y 15 años). Tiempo después, se independizó y como pionero de una línea de investigación conformó un grupo de los más importantes a nivel mundial (por sus contribuciones).

El Dr. Carlos Arias ingresó al CIIGB junto con otros investigadores de Biomédicas (por lo menos 7 investigadores). El Dr. Romilio Espejo fue quien hizo la negociación para que se fuera de Biomédicas al Centro. El Dr. Carlos Arias¹¹² ingresó en 1987 (después de tener su grado de doctor) y la Dra. Susana López¹¹³ también ingresó por 1987 (con grado de doctor), pero como jefe de grupo y teniendo su propio laboratorio;

¹¹⁰ El Dr. López Munguía ingresa como “Investigador Titular B de tiempo completo” (con grado de doctor), después de haber laborado en distintos cargos en la Facultad de Química de la UNAM (por 12 años). Sobre todo, trabajó en el Departamento de Alimentos de dicha Facultad y, actualmente, mantiene relaciones de cooperación científica en esa Facultad.

¹¹¹ Terminando sus estudios de Medicina, el Dr. Alagón estudió la maestría y doctorado en Investigación Biomédica Básica (en la Facultad de Ciencias de la UNAM) bajo la tutoría del Dr. Possani. Durante sus estudios de Medicina, ingresó como instructor durante un semestre al Departamento de Bioquímica en la Facultad de Medicina con una doble intención: a) Probar cómo le iba como docente (actividad que ha desarrollado en toda su carrera) y b) Conocer a un buen profesor de Bioquímica del que pudiera aprender (pero ahí no conoció a alguien que fuera lo suficientemente bueno para él). No fue sino hasta que asistió a algunos seminarios al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología (lo que ahora es el Instituto de Fisiología Celular) que conoció al profesor que tanto esperaba (el Dr. Lourival Possani).

¹¹² El Dr. Arias primero trabajó en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (en 1983), 2 años antes de obtener el grado de doctor. En 1985 obtiene el grado de doctor y en 1987 se cambia del Instituto de Investigaciones Biomédicas e ingresa a laborar al Centro de Investigación de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB). Ingresó como “Investigador Titular A de tiempo completo” al CIIGB, después de trabajar algunos años como “Investigador asociado A y Titular A” en el Instituto de Investigaciones Biomédicas.

¹¹³ Cuando entró a la licenciatura (en 1979), apenas tenía 3 años que se habían descubierto los rotavirus. Era un campo de conocimiento nuevo. Por lo que en toda su carrera profesional se ha dedicado a estudiar el rotavirus. La Dra. López ingresa con el nombramiento de “Investigador Titular C de tiempo completo”, después de haber trabajado en el Instituto Tecnológico de California en Estados Unidos como “profesor visitante” (durante un año) y en el Instituto de Investigaciones Biomédicas. Cuando ingresó al IBt, recién había egresado del doctorado.

ya que, Bolívar la conoció cuando ella estaba cursando la licenciatura (fue su maestro). Su laboratorio en el CIIGB fue montado con aparatos que ya habían adquirido durante su etapa laboral en Biomédicas y con el apoyo del Dr. Bolívar y donativos que fueron adquiriendo.

En el caso del Dr. Enrique Galindo¹¹⁴, al terminar la maestría en 1985, trabajaba como técnico académico en el IIB en el grupo del Dr. Quintero. En ese mismo año fue invitado por el Dr. Bolívar a laborar en el CIIGB de la UNAM. Al cual ingresó primero como Técnico Académico. Pero, al obtener el doctorado (bajo la tutoría del Dr. López-Munguía) lo nombraron Investigador Titular A (en 1989). Actualmente, ya es Investigador Titular C (en 1998 obtuvo el nombramiento) y tiene más de 32 años trabajando en la UNAM.

En el caso del Dr. Mario Zurita, conocía al Dr. Bolívar desde que estaba estudiando la maestría¹¹⁵. Cuando obtiene su doctorado, ingresa al CIIGB en 1988 como Investigador Asociado (por invitación del Dr. Bolívar) en el grupo de investigación en Biología Molecular de Eucariontes con el *Dr. Luis Covarrubias*. Después cuando hace el posdoctorado es nombrado Investigador Titular A en el laboratorio del Dr. *Paul Lizardi* (en 1992). Posteriormente, recibe el nombramiento de Investigador Titular C y se le deja desarrollar su propia línea de investigación como líder académico.

En el caso del Dr. Alberto Darszon¹¹⁶, el *Dr. Lourival Possani* fue quien lo invitó a colaborar con él en el Instituto porque le interesó el trabajo que estaba realizando sobre los canales iónicos del espermatozoide, ya que el Dr. Possani trabaja en toxinas de alacrán y esas toxinas son una herramienta para estudiar los canales iónicos. Entonces, Darszon ingresa como Investigador Titular en 1990.

La Dra. Alejandra Bravo ingresó al IBt fue por medio del *Dr. Quintero y del Dr. Jaime Mora* (cuando estaban buscando gente que ingresara al Instituto). Cuando terminó el doctorado, a finales de 1989, fue contratada como Investigador Asociado. En 1990 empezó a trabajar con el Dr. Quintero, trabajando con el tema: *Bacillus*

¹¹⁴ El Dr. Galindo tuvo a Francisco Bolívar (con quien publicó sus primeros resultados de la tesis de maestría) y Rodolfo Quintero (con quien trabajó como técnico académico en el IIB) como parte del Comité Tutorial de Maestría con quien publicó sus primeros resultados de la tesis de maestría). Mientras que durante sus estudios de doctorado, ya trabajando dentro del IBt, su tutor y colega fue Agustín López Munguía.

¹¹⁵ El Dr. Zurita realizó sus estudios de maestría bajo la tutoría del fundador del IBt. Y en el doctorado, sus tutores fueron: el Dr. Francisco Bolívar y el Dr. Xavier Soberón.

¹¹⁶ El Dr. Darszon llega de Estados Unidos y se incorpora como "Investigador Titular C", debido a los propósitos institucionales del IBt y el tipo de trabajo o línea de investigación tan específica y valorada en el campo de la Biotecnología. El Dr. Darszon fue Jefe de departamento por 10 años y, actualmente, además de ser líder académico es Jefe de la Unidad de Microscopía Confocal.

Thuringiensis. Un tema que nadie más estaba trabajando en la UNAM (una línea de investigación nueva se empezó a desarrollar). A un año de trabajar con el Dr. Quintero y haber echado a andar el laboratorio, se fue a Bélgica a realizar un posdoctorado. A su regreso, la Dra. Bravo¹¹⁷ es nombrada Investigador Titular A y líder académico.

En el caso del Dr. Octavio Ramírez, al terminar sus estudios de doctorado en Estados Unidos, fue contactado por el *Dr. Rodolfo Quintero* para invitarlo a laborar en el IBt. Su ingreso fue en 1990, pero no como jefe de grupo sino como Investigador Asociado. En aquel entonces el Dr. Rodolfo Quintero era Jefe de Departamento de Bioingeniería y su supervisor. Entonces, a partir de que fue nombrado Investigador Titular A (en 1994), Octavio Ramírez tuvo que demostrar que podía ser investigador independiente. Lo cual no fue fácil y le llevó varios años conseguir sus propios recursos para echar a andar sus proyectos de investigación¹¹⁸.

La Dra. Elda Espín¹¹⁹ fue contratada en el IBt (con doctorado) en 1991. La Dra. Espín ingresó junto con un grupo de investigadores del Centro de Fijación de Nitrógeno y ha trabajado durante 20 años sobre una bacteria del suelo que produce polímeros que tienen importancia industrial. La Dra. Espín ingresó al IBt por invitación de la *Dra. Gloria Soberón*¹²⁰; ya que, ella fue la primera que se cambió del Centro de Fijación de Nitrógeno al IBt y después se dieron una serie de políticas y todo el grupo se cambió. Desde que ingresó al Instituto, la Dra. Espín se ha ido promoviendo como Investigador Titular A, B y C (en 1991, 1993 y 1998, respectivamente).

¹¹⁷ La Dra. Bravo estudió la licenciatura, la maestría y el doctorado en Investigación Biomédica Básica en la UNAM. Cuando terminó la licenciatura realizó investigación en 3 laboratorios diferentes (en un periodo de 3 años), por lo que su formación académica se fue consolidando. Sus tutores fueron: la Dra. Alicia González, el Dr. Bastarrachea y el Dr. Jaime Mora (en maestría). Mientras que el Dr. Quintero fue su tutor de doctorado.

¹¹⁸ El Dr. Ramírez se incorporó como “Investigador Asociado C de tiempo completo”, pero destaca su experiencia laboral previa en empresas desde que estaba estudiando la licenciatura (como fue su participación en el grupo Proquifin S.A. de C.V. con la creación de la compañía Probiomed, primer empresa nacional que incursiona en el campo de la biotecnología desarrollando y llevando al mercado por primera vez en México proteínas recombinantes terapéuticas humanas); asimismo, su ingreso al IBt fue importante ya que este científico es pionero en diversas áreas de la bioingeniería sobre las cuales no existían antecedentes en México y que representan campos de alta punta tecnológica en el concierto internacional.

¹¹⁹ En el momento que en la Dra. Espín estaba estudiaba la maestría se estaba creando el Centro de Fijación de Nitrógeno. En ese entonces, la fijación del nitrógeno era un campo muy atractivo y emergente. Por lo que se fue a hacer una estancia de investigación a la Universidad de Sussex Inglaterra (de 1979 a 1980), en una unidad de Fijación de Nitrógeno. Estuvo ahí durante 2 años aprendiendo el tema y después regresó a México, al Centro de Fijación de Nitrógeno y fue cuando la contrataron como investigadora (de 1981 a 1992).

¹²⁰ La Dra. Gloria Soberón Chávez ha contribuido a estudios de regulación molecular en *Azotobacter vinelandii* y *Pseudomonas aeruginosa* (Viniestra, 2009). De 1986 a 1987 estuvo trabajando en el Centro de Investigación de Fijación de Nitrógeno, después de 1987 al 2002 era investigadora del IBt y, a partir del 2003, se estableció en el IIB. No obstante, la Dra. Espín también conocía al Dr. Jaime Mora porque trabajaba como su ayudante de investigación en el Instituto de Biomédicas (IIB).

Aquellos que ingresaron antes de 1990, lo hicieron por invitación. Pero sólo algunos tuvieron la oportunidad de ingresar como jefes o líderes de laboratorio porque a partir de los 90's (etapa en que el IBt empezó a crecer demasiado) ya no habían espacios físicos para poder gozar de esa condición.

“... Yo acabé el doctorado en el 86 y acabando el doctorado me ofrecieron trabajo, cosa que ahora ni soñando. Me ofrecieron mi propio laboratorio, ahora es imposible eso. Entonces, soy Investigador Asociado C desde el 86, acabando el doctorado... Y tuve suerte porque ahora ya no se contrata a nadie en la UNAM si no tiene un posdoctorado como requisito. Y cuando yo acabé había lugar y un laboratorio para mí y empecé a tener estudiantes acabando el doctorado, lo cual me hace muy afortunada. A la vez, también yo le tenía mucho miedo a esa responsabilidad, en el 86 me recibí del doctorado y me dieron trabajo... me ofrecieron ser jefe de grupo... El Dr. Bolívar, que en ese entonces era el director, me dijo: <<Tú puedes y tienes que ser>>. Yo realmente no quería, pero él me insistió mucho que entrara como jefe de grupo y ahora se lo agradezco muchísimo. Sí, era una responsabilidad fuertísima para mí; pero fue excelente. La verdad que a la larga lo veo como una muy buena decisión porque sí fue mucha suerte. Somos 40 o 44 investigadores como jefes de grupo y ya no hay lugar, hay muchísima gente con potencial para ser jefe de grupo y no hay espacio, no hay oportunidad de ser jefe de grupo aquí ni en ningún lugar de la Universidad” (Ent.SL, 2011).

Para aquellos que tuvieron la oportunidad de ingresar como jefes de grupo, esto marcó su trayectoria profesional porque contribuyó a la consolidación de su carrera (algunos, terminando el doctorado o a temprana edad).

“... Lo que más me ha permitido poder hacer una carrera hasta ahora relativamente exitosa es haber podido ser independiente y ser contratado como investigador y tener un grupo desde joven. Ahora se requiere en la UNAM que, por lo menos, tenga uno un doctorado, un posdoctorado y aun así el por conseguir un trabajo es complicadísimo. Yo fui contratado en el 85... Antes, el tener un doctorado era ya garantía de contar con un espacio y muchos eran contratados con maestría. Entonces, digamos que las condiciones que había hace 30 años eran mucho más permisivas para poder encontrar trabajo y poder desarrollar una línea de investigación, justamente cuando tiene uno más energía y menos miedo de hacer cosas nuevas. Lo cual es uno de los tremendos problemas en la actualidad, no estamos contratando gente joven. Hace un buen número de años que no se abren las plazas y los espacios...” (Ent.CA, 2011).

Entonces, los investigadores ingresaron bajo distintos criterios de selección, pero todos respaldados por su capacidad y la calidad de su trabajo¹²¹. Con el paso del tiempo, los criterios de ingreso y selección han cambiado. En un principio, una de las razones por las que se invitó a varios investigadores a ser parte del aquel entonces CIIGB fue que querían reforzar ciertas áreas de conocimiento y/o incorporar otras líneas de investigación. Actualmente, para ser líderes académicos e ingresar al IBt, los candidatos deben pasar por un proceso de evaluación que sirve como medio de selección. Este consiste en presentar un seminario de trabajo previo al Claustro de líderes académicos y luego un segundo seminario en el que se presenta una propuesta de lo que quieren hacer, cómo lo llevarían a cabo y cómo colaborarían con otros grupos. Finalmente, cada uno de los líderes académicos da su opinión por escrito y dice por qué sí o por qué no el candidato debe ser parte del Instituto. Sea cual sea la forma de ingreso, los principales requisitos que debe cumplir un científico para formar parte del IBt consiste en: Ser un investigador altamente calificado, con capacidad de liderazgo para trabajar en equipo y, sobre todo, que su trabajo represente un aporte para el desarrollo del campo de conocimiento.

“... Aquí para seleccionar al líder de grupo ha habido como dos grandes fases: Los primeros que llegamos aquí fuimos escogidos por Bolívar junto con el Consejo Interno; pero tuvo mucho peso Bolívar, fue mérito directo de él. A partir de que el Instituto tenía más o menos la cuarta parte de lo que tiene ahora, cuando ya había como 10 investigadores, lo que instituímos aquí fue la presentación de los candidatos para jefes de grupo, una presentación de lo que ha sido su línea de investigación y de lo que sería su línea de investigación en una conferencia plenaria y luego viene una hoja de evaluación. Obviamente, en estos tiempos, los jefes de grupo deben tener ciertas características; aunque no esté tan explícitamente dicho, no sólo se evalúa la calidad académica sino también la capacidad de interaccionar de esa persona con otras. Y en los últimos tiempos, no es jefe de grupo cualquiera que tenga las credenciales sino aquel que tenga un área consistente con las líneas de investigación del Instituto” (Ent.AA, 2011).

¹²¹ “... Cuando yo llegué aquí había 18 jefes de grupo, había 18 grupos de investigación; pero, había espacio, había laboratorios vacíos. Entonces, lo que se necesitaba era tener cierto curriculum que avalara que eras un investigador productivo o en potencia de ser productivo y ser evaluado por los pares a través de presentación de tus proyectos, un par de seminarios. Se convoca a través de este ejercicio a los 18 jefes de grupo escogían los nuevos jefes de grupo. Ahora para ser jefes de grupo, los 44 jefes de grupo analizan a los que quieren ser jefes de grupo y a través de los escritos que presenten y de seminarios que se presente se decide o no. Pero como no hay espacios es mucho más difícil...” (Ent.OR, 2011).

Por otro lado, las formas de acceso y el tipo de nombramiento son aspectos fundamentales para comprender los niveles de profesionalización académica (Remedi, 1998). En las universidades del país, la profesionalización se ha desarrollado sin más lógica que la propia historia de cada institución (Vries y Álvarez, 1998). Por lo que resulta importante conocer qué pasa en el IBt. Al respecto, los investigadores fueron ingresando al CIIGB (ahora IBt) bajo distinto nombramiento; es decir, ocupando distintas posiciones dentro de la estratificación del campo científico. Algunos ingresaron como Investigadores Asociados, otros como Investigadores Titulares o jefes de Departamento e incluso como Técnicos Académicos.

En las primeras etapas de la historia institucional del IBt, los investigadores montaron el laboratorio con el financiamiento que les otorgó el Dr. Francisco Bolívar (Director del Instituto en ese momento), pero también con donativos o becas del extranjero que obtuvieron durante alguna estancia de investigación (en la etapa de formación académica). Incluso, algunos investigadores compraron aparatos durante su etapa laboral previa al ingreso del Instituto y, posteriormente, esa parte de infraestructura la desplazaron al IBt. Por ejemplo, el caso del Dr. Darszon, quien montó su laboratorio con las cosas que él había conseguido con los donativos obtenidos durante su trabajo en el CINVESTAV. Además, recibió dinero del Instituto y un donativo *Howard Hughes* para echar a andar su laboratorio y en un año logró echar a andar su laboratorio. Otro caso es el Dr. Zurita, quien fue apoyado por el Dr. Bolívar para comprar equipo y montar su laboratorio. Pero tuvo un papel muy importante la beca "*Pew Foundation*" (de 35,000 dólares) que le dieron en su segundo posdoctorado, porque con ese apoyo económico pudo comprar lo necesario para montar su laboratorio (compró en Estados Unidos y a precio de Harvard, es decir, con descuento y más barato que en México). Y entonces el equipo que compró para montar su laboratorio no fue inventariado por la UNAM, ya que al comprar con dinero de la beca *Pew* los aparatos quedaron a su nombre.

Cabe señalar que los 12 líderes académicos de este estudio son investigadores que han sido parte de distintos grupos de investigación. Es decir, al interior del Instituto, los investigadores ingresaron a un departamento, pero conforme se dieron los periodos de reestructuración institucional éstos se fueron desplazando a otros. Asimismo, el cambio de adscripción de departamento se debe a los intereses de los investigadores; ya que, conforme pasó el tiempo y las condiciones institucionales lo permitieron, algunos crearon otras líneas de investigación y/o se asociaron con otros

grupos para desarrollar algo más innovador o para terminar de consolidar su línea de trabajo.

INVESTIGADOR	DEPARTAMENTO DE ADSCRIPCIÓN POR AÑO			
	1991 ¹²²	1994 ¹²³	1997	2002 ¹²⁴
Francisco Bolívar	DBMol.	DMMol.	DMMol.	DICyB.
Lourival Possani	DBioq.	DRMyB.	DRMyB.	DMMolyB.
Agustín López Munguía	DBIng.	DBIng.	DBIng.	DICyB.
Alberto Darszon	DBioq.	DGyFMol.	DGyFMol.	DBMP.
Alejandro Alagón	DBioq.	DRMyB.	DRMyB.	DMMolyB.
Susana López	DBMol.	DGyFMol.	DGyFMol.	DBMP.
Alejandra Bravo	DBIng.	DBIng.	DMMol.	DMMol.
Carlos Arias	DBMol.	DGyFMol.	DGyFMol.	DBMP.
Enrique Galindo	DBIng.	DBIng.	DBIng.	DICyB.
Mario Zurita	DBMol.	DGyFMol.	DGyFMol.	DBMP.
Octavio Ramírez	DBIng.	DBIng.	DBIng.	DMMolyB.
Elda Espín	DBIng.	DMMol.	DMMol.	DMMol.

Fuente: Elaboración propia con información derivada de los Informes del IBt de 1991, 1994, 1997 y 2002.

De acuerdo con Hamui (2005), los grupos de investigación pasan por dos grandes procesos: el proceso de creación y el proceso de consolidación. Durante la primera etapa, se hacen evidentes los esfuerzos del grupo por sobrevivir, cómo modifica el medio o se adapta y cómo se crean y distribuyen recompensas. Mientras que cuando un grupo de investigación se consolida, éste se reconoce a sí mismo como un grupo exitoso. Esto además se ve reflejado en la difusión de sus resultados y en la lentitud con que cambian sus normas. En este sentido, podemos decir que el IBt es una institución que está conformado por grupos de investigación que se han ido consolidando en base a la calidad y excelencia del trabajo de los científicos que los integran, ya que han logrado desarrollar y consolidar diversas líneas de investigación vigentes y atractivas a nivel nacional e internacional.

¹²² Departamentos del IBt en 1991: Departamento de Biología Molecular (DBMol.), Departamento de Bioquímica (DBioq.), Departamento de Bioingeniería (DBIng.) y Departamento de Biología Molecular de Plantas (DBMolP.).

¹²³ Departamentos del IBt en 1994: Departamento de Microbiología Molecular (DMMol.), Departamento de Bioingeniería (DBIng.), Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructura (DRMyB), Departamento de Genética y Fisiología Molecular (DGyFMol.) y Departamento de Biología Molecular de Plantas (DBMolP.).

¹²⁴ Departamentos del IBt en 2002: Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis (DICyB.), Departamento de Biología Molecular de Plantas (DBMP.), Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular (DGDyFMol.) y Departamento de Microbiología Molecular (DMMol.) y Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos (DMMolyB.).

“Los grupos de investigación como <<entidades dinámicas sujetas a ciclos evolutivos>> (Rey-Rocha et. al., 2008:751) que cabe entender como una secuencia que atraviesa una serie de fases cuya sucesión se ve condicionada por factores tanto intrínsecos al grupo como contextuales... La evolución de los grupos de investigación puede ser caracterizada por una serie de estrategias y de configuraciones organizativas adoptadas para afrontar tensiones y dilemas” (López, 2014).

Es relevante mencionar que la forma de organización del trabajo se ha ido modificando, además de los grupos de investigación (y grupos dobles) ahora podemos encontrar los consorcios de investigación. Esto como producto de la política educativa que impulsa la flexibilidad en la forma de organización, así como el trabajo colectivo y transdisciplinario en la generación de conocimiento. Entonces, algunos grupos dobles se han convertido en consorcios de investigación. Mientras que otros han dejado de trabajar juntos, aunque eventualmente siguen teniendo colaboraciones. Tal es el caso del grupo del Dr. Galindo y del Dr. Ramírez.

El Dr. Carlos Arias, como Director del IBt en 2011, reconoce que hay algunos grupos de investigación que son más exitosos que el resto y que además entre sus pares son denominados “las joyas de la corona del IBt”. Entre los cuales destacan:

1. Grupo de la Dra. Bravo y el Dr. Soberón. Reconocidos en el desarrollo de Ciencia Básica, así como en desarrollo tecnológico, patentes y transferencias con las mejores empresas del mundo.
2. Grupo del Dr. Alagón y el Dr. Possani. Reconocidos a nivel mundial y Premios Nacional de Ciencias.
3. Grupo del Dr. Darszon, que desarrolla Ciencia Básica de calidad.

Los grupos de investigación del IBt se caracterizan por contribuir al campo de la Biotecnología a través de la creación y consolidación de líneas de investigación innovadoras (que son parte de la agenda internacional de la ciencia), y que benefician de alguna forma a la sociedad. A pesar de que la mayoría de los grupos hace Ciencia Básica, también se han podido derivar de su trabajo, desarrollos tecnológicos e incluso patentes. Por lo que dichas líneas de investigación se han convertido en un conjunto de identificaciones culturales (tradiciones científicas) que condicionan los modos de

comprender la ciencia y las prácticas científicas y que además son transmitidas y resignificadas de generación en generación¹²⁵.

Dichas identificaciones se ven reflejadas en la elección y conformación de líneas de investigación en un colectivo científico (momento clave en la conformación de equipos de trabajo en laboratorios). Entre los factores que intervienen y juegan un papel relevante en ese tipo de elecciones, se encuentran: los vínculos y redes en el seno del colectivo científico, los intereses externos al laboratorio que puedan ser movilizados para el desarrollo de las investigaciones (por organismos públicos, actores privados, etc.), la implicación de la investigación en la resolución de problemas sociales y en la evolución de condiciones técnicas, entre otros (Kreimer, 2003).

+ Conformación, consolidación y reproducción de líneas de investigación

Como anteriormente se mencionaba, para el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) era importante generar tecnología biológica de avanzada, teniendo como eje central de desarrollo: la investigación básica de excelencia. Por lo que se trabajaba sobre diferentes modelos biológicos, pero fundamentalmente en los genes y las proteínas de organismos. Todo esto ligado a la formación de recursos humanos de alto nivel académico, apoyado por unidades de apoyo técnico y realizado en una estructura académica *sui generis* en el subsistema de investigación científica: los grupos de investigación. Dichos grupos estaban integrados por un líder académico, al que se incorporaban investigadores asociados, técnicos y estudiantes, convirtiéndose así en las células de este sistema (Informe IBt, 2010). Posteriormente, cuando el CIIGB se convirtió en el Instituto de Biotecnología (IBt), éste sufrió varias re-estructuraciones a partir de la reorganización de las áreas de investigación. Lo cual implicó la aparición y/o desaparición de algunos departamentos, obedeciendo a la necesidad de consolidar más el campo de la Biotecnología y hacer investigación de frontera¹²⁶.

¹²⁵ El concepto de "tradición científica" implica dos niveles indisolubles de la práctica científica: 1) El social (las relaciones sociales) y 2) El cognitivo (la producción científica). Se trata de una herramienta heurística que permite reconstruir la dimensión histórica, dado que se trata de identificar las relaciones aludidas, comprenderlas y explicarlas, rastreándolas en aquello que se pone en juego en las relaciones interpersonales entre las diferentes generaciones de científicos (recupera la construcción del sistema de identificación), que da sentido al colectivo y que va más allá de una generación de investigadores (Kreimer, 2003).

¹²⁶ Considero relevante mencionar que, a nivel internacional, el periodo que comprende de 1977 a 1999 es considerado como "la etapa del amanecer de la Biotecnología Moderna". La Ingeniería Genética se

En 1984, el CIIGB estaba organizado en 3 Departamentos¹²⁷: 1) Departamento de Biotecnología (constituido por 3 investigadores y 3 técnicos, teniendo como Jefe de Departamento al Dr. Rodolfo Quintero), 2) Departamento de Genética y Biología Molecular (conformado por 4 investigadores y 7 técnicos, siendo Jefe de Departamento el Dr. Fernando Bastarrachea) y 3) Departamento de Bioquímica de Proteínas (integrado por 5 investigadores y 8 técnicos, teniendo como Jefe de Departamento al Dr. Jean Louis Charli).

En ese momento, el CIIGB tenía 6 líneas de investigación integradas por 17 programas, que eran desarrollados en diferentes laboratorios de los 3 departamentos¹²⁸.

Líneas de investigación:	Programas	Departamento al que pertenecen los participantes en el desarrollo de la línea de investigación
1. Estudios fisiológicos, genéticos y moleculares sobre la síntesis y regulación de las enzimas del metabolismo nitrogenado en <i>Escherichia coli</i> y otros microorganismos.	- Programa 1. Aislamiento, caracterización y manipulación de genes del metabolismo nitrogenado. - Proyecto 2. Genética, fisiología y regulación metabólica.	Departamento de Genética y Biología Molecular ¹²⁹ .
2. Diseño, construcción, purificación y análisis de sistemas de clonación molecular y expresión de	- Programa 1. Construcción de vehículos moleculares para clonación y expresión de DNA. - Programa 2. Disección y	Departamento de Genética y Biología Molecular ¹³⁰ .

convierte en realidad cuando un gen modificado por el hombre se utiliza por primera vez para producir una proteína humana en una bacteria, empujando a las universidades y a las empresas biotecnológicas a una carrera. En 1978, una versión sintética del gen de la insulina humana es construida e insertada en la bacteria E. Coli. Desde este momento clave, comienza la producción de enzimas, fármacos, reactivos de diagnóstico y otras moléculas de interés industrial a través de técnicas cada vez más rápidas y mejoradas del clonado y la secuenciación del ADN (Consultado en: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar>).

¹²⁷ En 1982, sólo habían 9 investigadores y 8 técnicos académicos. De los 9 investigadores, sólo 4 eran Titulares (entre los que se encontraba Francisco Bolívar) y 5 Asociados. Es importante mencionar que de los 9, sólo 6 tenían el grado de doctor y 3 de maestros. Asimismo, de los 8 técnicos, sólo 1 era Titular, 3 eran Asociados (entre los que se encontraba Enrique Galindo) y 4 eran Auxiliares. Por otro lado, entre 1983 y 1984, habían 12 investigadores: 4 Titulares y 8 Asociados. De los cuales, sólo 7 contaban con el grado de doctor y el resto eran maestros. En cuanto a los técnicos, el número aumentó a 18: 3 Titulares, 8 Asociados y 6 Auxiliares.

¹²⁸ Cabe mencionar que en el CIIGB, varios proyectos conformaban un programa. Mientras que una línea de investigación estaba integrada por varios programas. Es imprescindible mencionar que la mayoría de los proyectos estaban financiados por el CONACyT y pocos por alguna otra institución copatrocinadora (como el Instituto Mexicano del Petróleo, el Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada, el IMSS y Bacardí S. A.).

¹²⁹ De los investigadores entrevistados, en esta línea de investigación se observa una colaboración estrecha de la Dra. Bravo con el Dr. Bastarrachea (Titular "C"). Asimismo, se observa la participación del Dr. Bolívar (Titular "C") en varios proyectos.

¹³⁰ En esta línea de investigación hay un trabajo estrecho entre el Dr. Bolívar (Titular "C") y el Dr. X. Soberón (Asociado "C"). Además se observa la participación del Dr. Zurita (siendo estudiante) con el Dr. Bolívar (Titular "C").

DNA; consolidación metodológica.	caracterización de elementos moleculares involucrados en la replicación de DNA de vehículos moleculares. - Programa 3. Aislamiento y producción de enzimas utilizadas en ingeniería genética.	
3. Bioquímica celular de neuronas peptidérgicas	- Programa 1. Estudios de biosíntesis y regulación de péptidos hipotalámicos. Caracterización de moléculas precursoras y de sus genes estructurales. - Programa 2. Mecanismos de liberación e inactivación de péptidos hipotalámicos.	Departamento de Bioquímica de Proteínas.
4. Purificación y caracterización de péptidos y proteínas.	- Programa 1. Desarrollo y optimización de metodologías y sistemas de purificación de proteínas y péptidos. - Programa 2. Producción de anticuerpos mono y policlonales contra péptidos y proteínas específicas.	Departamento de Bioquímica de Proteínas.
5. Diseño, optimización y prospectiva de procesos biotecnológicos.	- Programa 1. Desarrollo de tecnología enzimática para su uso en la industria alimentaria y químico-farmacéutica. - Programa 2. Tecnología de fermentación y medición. - Programa 3. Tecnología de alimentos no convencionales: producción de proteína unicelular. - Programa 4. Prospectiva biotecnológica.	Departamento de Biotecnología ¹³¹
6. Producción de biomoléculas.	- Programa 1. Producción de insulina humana sintetizada por bacterias. - Programa 2. Producción de interferón humano sintetizado en bacterias. - Programa 3. Producción de polisacárido xantana y desarrollo de una tecnología para su uso en la industria petroquímica. - Programa 4. Producción de la enzima penicilinoamidasa y desarrollo de una tecnología para la producción de ácido 6-aminopenicilánico (6-APA), a partir de penicilina por vía enzimática.	Departamento de Biotecnología y Departamento de Genética y Biología Molecular ¹³² .

Fuente: Elaboración propia con base al informe del CIIGB de 1984.

Posteriormente, el IBt empieza a convertirse en sede de desarrollo de grupos que combinaban la Fisiología con la Biología Molecular, como el grupo de Jean Louis Charli Casalonga y Patricia Joseph Bravo (quienes estudiaban aspectos moleculares y celulares de la comunicación peptidérgica en el sistema nervioso); el de Alberto

¹³¹ En la línea 5, se observa un trabajo estrecho entre el Dr. Galindo (como Técnico) y el Dr. Quintero (Titular "B").

¹³² En la línea 6, destaca el trabajo del Dr. Bolívar (Titular "C"), del Dr. Charli (Asociado "C") y del Dr. Quintero (Titular "B"). Pero llama la atención la colaboración entre el Dr. Galindo (como técnico) y el Dr. Bolívar (Titular "C").

Darszon Israel (que estudiaba la fisiología de los canales iónicos del espermatozoide); y el de Lourival Possani. Después también se unió el grupo de Carlos Arias Ortiz y Susana López Carretón (herederos de la escuela de Romilio Espejo del IIB), estudiando la biología molecular de la interacción del rotavirus con las células huésped; así como el grupo de Alejandro Alagón Cano (estudiante distinguido de Possani) que trabajaba aspectos de toxilogía y tecnologías con anticuerpos (Calva, 2009).

“... El grupo de Biotecnología que originalmente era el CIIGB nació de Biomédicas, era gente que se movió de allá, liderados por Paco Bolívar. Se vinieron en principio 9 investigadores, por lo menos 7 de Biomédicas... Entonces, nos conocíamos y cuando aquí se hicieron instalaciones y lo que sobraba era espacio, y andaban en búsqueda de grupos que trabajaban líneas a fines de Biotecnología e Ingeniería Genética y nos venimos como un grupo de virólogos. Lo cual les pareció muy atractivo porque además conocían la calidad que tenía Romilio como investigador... Y entre los dos, Susana y yo empezamos un grupo trabajando en lo mismo, en el sistema viral, con líneas independientes; pero, interaccionando en lo mismo. Y creo que esa fue una fórmula muy buena para el éxito, siempre dos cabezas piensan mejor que una sola” (Ent.CA, 2011).

Algunas disciplinas que se cultivaban en el CIIGB ya habían alcanzado un nivel de desarrollo adecuado, tal es el caso de la Biología Molecular, la Bioquímica y, en menor medida, la Biología Celular e Ingeniería Bioquímica. Por lo que, en 1991, se buscó desarrollar otras disciplinas como: La Microbiología, la Inmunología, la Biología Estructural y la Biología Molecular de plantas y animales. De ahí la incorporación de otras líneas de investigación: 1) Biología Molecular y Biotecnología de Plantas, 2) Microbiología Industrial, 3) Ingeniería y tecnología de las fermentaciones, 4) Recuperación y purificación de productos: Diseño de equipos de proceso y de control, 5) Ingeniería y tecnología de enzimas, 6) Perspectiva Biotecnológica y 7) Optimización e integración de procesos y prototipos.

Para 1991, el Centro que fue creado con objetivos muy particulares se transforma en una dependencia universitaria con un objetivo más general: “Desarrollar integral e intradisciplinariamente la Biotecnología en la UNAM, sustentada en investigación de excelencia académica y de frontera”. En ese momento, el Instituto de Biotecnología (IBt) incluye otras áreas de impacto (además de la de Salud y Alimentos): Contaminación ambiental, Microbiología industrial y Agrícola-pecuaria. Asimismo, el IBt se plantea la posibilidad de incluir el área de Biotecnología de animales transgénicos. Esto permitiría vislumbrar nuevos horizontes y opciones para la formación de recursos humanos para la generación de conocimiento de frontera y para la proposición de

mejores estrategias para lidiar con problemas importantes de México, a través del desarrollo de tecnología biológica competitiva internacionalmente (Informe IBt, 1990-1991).

De ahí que con el apoyo del Dr. Rodolfo Quintero Ramírez, en el IBt se formó un equipo de bioingenieros¹³³. En este grupo han sobresalido como investigadores consolidados: 1) Agustín López-Munguía, quien fue Premio Nacional en Tecnología (2003) y es destacado por sus estudios de las enzimas que modifican los carbohidratos complejos y por sus colaboraciones en la ingeniería de los reactores de la enzima penicilina deacilasa para producir un intermediario clave en la síntesis de antibióticos semi-sintéticos, como la ampicilina y otros muchos similares; 2) Enrique Galindo Fentanes, que ha destacado por sus estudios en la reología de cultivos agitados y por el uso del procesamiento automático de imágenes tridimensionales, así como la producción de microorganismos para controlar la invasión de mohos del mango; y 3) Octavio Tonatiuh Ramírez, que se ha dedicado a la producción de proteínas recombinantes, usando células de insectos y ha sido un consultor importante para la empresa Probiomed (productora de proteínas recombinantes, como la eritropoyetina, elaborada por medio de cultivos de células transformadas genéticamente y utilizada para mejorar la producción de hemoglobina en pacientes con deficiencias de la médula ósea (Viniegra, 2009). Entonces, en 1991, el IBt estaba organizado en 4 departamentos: 1) Biología molecular, 2) Bioquímica, 3) Bioingeniería y 4) Biología molecular de plantas. En ese momento, el IBt contaba con 13 líneas de investigación integradas por varios programas que se llevaban a cabo en diferentes laboratorios y unidades de apoyo técnico y desarrollo metodológico de los 4 departamentos. Las líneas, programas y proyectos de investigación se encontraban en diferentes estadios de desarrollo y en varios casos representan “modelos” de aplicación del conocimiento básico en biología. La mayoría de los proyectos eran multidisciplinarios¹³⁴ e implicaban

¹³³ Para fines de 1990, el Centro tenía 38 investigadores integrando 14 grupos de trabajo, los cuales estaban apoyados por 35 técnicos académicos. En enero de 1991, se incorporaron al IBt los 16 miembros del personal académico que integraban la Unidad de Biología Molecular y Biotecnología Vegetal del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN). Este grupo incluyó a 5 investigadores titulares que, junto con algunos otros miembros del Instituto, son responsables de desarrollar el esfuerzo en biología molecular de plantas y biotecnología vegetal y agrícola del Instituto. Con este grupo y las incorporaciones, para diciembre de 1994, el Instituto tiene 80 investigadores (36 titulares y 44 asociados), 57 técnicos académicos y más de 170 estudiantes, 120 de ellos de posgrado y de éstos cerca de 60 son alumnos de doctorado (Informe IBt, 1994).

¹³⁴ La multidisciplinaria refiere a la aplicación de distintos aportes de disciplinas científicas diversas a una temática, sin que se mezclen los contenidos de las mismas (Follari, 2013).

la participación de varios miembros del personal académico de los distintos departamentos que conforman al Instituto.

Se puede observar que en el desarrollo de una línea de investigación intervienen varios grupos de los diferentes departamentos. Esto con excepción de las nuevas líneas de investigación, que se desarrollaban exclusivamente por el Departamento de Bioingeniería y por el Departamento de Biología Molecular de Plantas. No obstante, considerando las 13 líneas de investigación, se observa una mayor participación en el desarrollo de éstas por parte del Departamento de Bioingeniería (que colaboró en 8 líneas de investigación). Mientras que el Departamento de Biología Molecular (que colaboró en 6 líneas de investigación) tuvo una participación similar al Departamento de Bioquímica (que colaboró en 5 líneas de investigación). Y el Departamento de Biología Molecular de Plantas, de reciente creación, tenía a su cargo una línea de investigación propia y una colaboración en otra.

Líneas de investigación:	Departamento al que pertenecen los participantes en el desarrollo de los proyectos y programas de investigación
1. Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias ¹³⁵ .	Departamento de Biología Molecular de Plantas, Departamento de Biología Molecular y Departamento de Bioingeniería.
2. Biología Molecular y Bioquímica de Parásitos ¹³⁶ .	Departamento de Bioquímica.
3. Biología Molecular y Bioquímica de Virus ¹³⁷ .	Departamento de Biología Molecular.
4. Biología Molecular y Biotecnología de Plantas.	Departamento de Biología Molecular de Plantas.
5. Bioquímica Celular de Neuronas Peptidérgicas.	Departamento de Bioquímica y el Departamento de Biología Molecular.
6. Estructura, función y manipulación de péptidos y proteínas ¹³⁸ .	Departamento de Bioquímica, Departamento de Biología Molecular y Departamento de Bioingeniería.
7. Desarrollo y consolidación metodológica en Biología Molecular ¹³⁹ .	Departamento de Bioquímica y Departamento de Biología Molecular.
8. Microbiología Industrial¹⁴⁰.	Departamento de Bioingeniería.
9. Ingeniería y tecnología de las	Departamento de Bioingeniería.

¹³⁵ Esta línea de investigación era desarrollada por el Departamento de Biología Molecular de Plantas (donde destaca la participación del Dr. Bolívar, como Titular "C"), el Departamento de Biología Molecular (donde se observa la participación del Dr. López Munguía como Titular "B" y del Dr. Ramírez como Asociado "C") y el Departamento de Bioingeniería.

¹³⁶ Línea de investigación desarrollada en el Departamento de Bioquímica, donde destaca la colaboración entre el Dr. Alagón (Titular "B") y el Dr. Lizardi (Titular "C"); así como la participación del Dr. Possani (Titular "C").

¹³⁷ Esta línea de investigación era desarrollada por el Departamento de Biología Molecular, donde se observa una fuerte colaboración del Dr. Arias (Titular "B") con la Dra. López (Titular "A") en estudios sobre rotavirus.

¹³⁸ Esta línea de investigación era desarrollada por el Departamento de Bioquímica (donde resalta la participación y colaboración del Dr. Possani como Titular "C" con: el Dr. Ramírez como Asociado "C", el Dr. Darszon como titular "C" y el Dr. Alagón como Titular "B"); el Departamento de Biología Molecular (donde se observa la participación del Dr. Xavier Soberón como Titular "A") y el Departamento de Bioingeniería (donde hay colaboración entre el Dr. Possani como Titular "C" y el Dr. Ramírez como Asociado "C").

¹³⁹ Línea de investigación desarrollada por el Departamento de Bioquímica y el Departamento de Biología Molecular (donde se observa una fuerte colaboración entre el Dr. Alagón y el Dr. Lizardi).

¹⁴⁰ Esta línea de investigación era desarrollada por el Departamento de Bioingeniería (donde se observa una fuerte colaboración entre la Dra. Bravo como Asociado "C" y el Dr. Quintero como Titular "B". Pero también, aunque en menor medida, se identifica la participación del Dr. Galindo como Titular "A", la Dra. Espín como Titular "A" y el Dr. Ramírez como Asociado "C").

fermentaciones ¹⁴¹ .	
10. Recuperación y purificación de productos: Diseño de equipos de proceso y de control ¹⁴² .	Departamento de Bioingeniería.
11. Ingeniería y tecnología de enzimas ¹⁴³ .	Departamento de Bioingeniería.
12. Perspectiva Biotecnológica ¹⁴⁴ .	Departamento de Bioingeniería y Departamento de Biología Molecular.
13. Optimización e integración de procesos y prototipos. Desarrollo tecnológico ¹⁴⁵ .	Departamento de Bioquímica, Departamento de Biología Molecular y Departamento de Bioingeniería.

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 1991.

En lo que refiere a Investigación Básica, el desarrollo de dichas líneas de investigación generó conocimiento en distintas áreas:

1. La organización genética de regiones específicas de DNA y RNA en diferentes sistemas, y de las proteínas para las que codifican.
2. La generación de las herramientas moleculares y de la metodología para el aislamiento y expresión del material genético específico.
3. La fisiología, bioquímica y biología molecular de ciertos neuropéptidos.
4. La determinación de parámetros para el diseño de fermentadores y electrodos biológicos y biorreactores.
5. La caracterización de toxinas proteicas de animales ponzoñosos (Informe IBt, 1991: 141).

Por otro lado, basándose en los conocimientos generados a través de la Investigación Básica, en cuanto a la Investigación Aplicada y Desarrollo tecnológico destaca:

1. La transferencia de 11 tecnologías desarrolladas a empresas mexicanas.
2. La firma de más de 40 convenios con industrias privadas y del sector paraestatal para el desarrollo de tecnología.
3. La construcción de microorganismos que producen proteínas humanas (interferón humano, cadenas A y B de insulina humana), enzimas de interés industrial como la penicilina amidasa, polímeros de interés industrial (xantanas) o bioinsecticidas.
4. El desarrollo de sistemas de detección de errores congénitos y de enfermedades infecciosas, utilizando sondas de DNA y RNA.

¹⁴¹ Se observa la participación del Dr. Galindo como Titular "A", así como la colaboración entre el Dr. López Munguía como Titular "B" y el Dr. Ramírez como Asociado "C".

¹⁴² El Departamento de Bioingeniería también estaba a cargo de esta línea de investigación (sobre diseño de procesos y prototipos), en la cual participa el Dr. López Munguía y el Dr. Galindo.

¹⁴³ Esta línea de investigación era desarrollada por el Departamento de Bioingeniería, donde se observa la colaboración entre el Dr. López Munguía y el Dr. Quintero en proyectos sobre "Producción y caracterización de enzimas" y "Diseño de procesos enzimáticos", así como una colaboración entre el Dr. López Munguía, el Dr. Bolívar, el Dr. Soberón y el Dr. Quintero en la "Producción de cefalosporinas semisintéticas".

¹⁴⁴ Espacio donde destaca la participación del Departamento de Bioingeniería, con el Dr. López Munguía, el Dr. Quintero y el Dr. Bolívar (del Departamento de Biología Molecular).

¹⁴⁵ Línea de investigación desarrollada por el Departamento de Bioquímica (con la participación del Dr. Possani y el Dr. Alagón), el Departamento de Biología Molecular (con la participación del Dr. Bolívar y el Dr. López Munguía) y el Departamento de Bioingeniería (con la participación del Dr. Galindo).

5. El aislamiento y la caracterización de microorganismos de interés industrial.
6. La obtención de 4 patentes y 15 en trámite (Informe IBt, 1991: 142).

Para septiembre de 1994, el Consejo Interno del IBt propuso al consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) una reestructuración académica del Instituto¹⁴⁶. Para ello, propuso la desaparición de 2 departamentos: 1) Bioquímica y 2) Biología Molecular; así como la creación de 3 nuevos departamentos: 1) Genética y Fisiología Molecular, 2) Microbiología Molecular y 3) Reconocimiento Molecular y Bioestructura. La reestructuración consistió en organizar al personal académico del Instituto en 5 departamentos: 1) Bioingeniería, 2) Biología Molecular de Plantas, 3) Genética y Fisiología Molecular, 4) Microbiología Molecular y 5) Reconocimiento Molecular y Bioestructura. En ese momento, el IBt tenía 16 líneas de investigación y cada línea con diversos programas y proyectos, donde se hace evidente el trabajo conjunto e interdisciplinario de los miembros de los distintos departamentos. Las líneas de investigación que se abrieron fueron las siguientes: 1) Genética y Biología Molecular de la interacción microorganismo-planta¹⁴⁷, 2) Biología Molecular y Celular de animales¹⁴⁸ y 3) Activación y regulación de la respuesta inmune.

Líneas de investigación:	Departamento al que pertenecen los participantes en el desarrollo de los proyectos y programas de esa línea de investigación
1. Biología Molecular y Bioquímica de bacterias ¹⁴⁹ .	Departamento de Microbiología Molecular.
2. Biología Molecular y Bioquímica de parásitos ¹⁵⁰ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.

¹⁴⁶ Asimismo, para cumplir con otro tipo de necesidades, el Instituto integró las Secretarías Técnicas de Mantenimiento y de Gestión e Innovación Tecnológica. Y para cumplir adecuadamente con la formación de estudiantes en el Instituto se conformó la Unidad de Docencia y Formación de Recursos Humanos (Informe IBt, 1994).

¹⁴⁷ Línea de investigación en la que empezó a tener mayor participación la Dra. Guadalupe Espín Ocampo (en Regulación genética de la asimilación de amonio y la fijación de nitrógeno en *Rhizobium leguminosarum*).

¹⁴⁸ Línea de investigación en la que se observa una fuerte colaboración del Dr. Darszon con el Dr. Possani (en cuestiones de Farmacología Molecular). Así como una mayor participación del Dr. Zurita (en Genética y biología molecular del desarrollo de *Drosophila melanogaster*).

¹⁴⁹ En ese momento, el Dr. Arias termina con uno de los proyectos de investigación que estaba desarrollando en 1989 (sobre la Regulación y manipulación del gene *ompC* de *S. typhi*).

¹⁵⁰ En esta línea destaca la participación del Dr. Zurita con el Dr. Alagón (ambos colaborando estrechamente con el Dr. Lizardi) en estudios sobre la organización genética de *Entamoeba histolytica* y el ADN repetitivo de *T. cruzi* y *Plasmodium*). Mientras que el Dr. Possani culmina con un proyecto de investigación que estaba desarrollando en 1991 (sobre la Síntesis de homopolímeros y heteropolímeros de péptidos sintéticos para diagnóstico de lepra).

3. Biología Molecular y Bioquímica de virus ¹⁵¹ .	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
4. Biología Molecular y Biotecnología de plantas	Departamento de Biología Molecular de Plantas.
5. Genética y Biología Molecular de la interacción microorganismo- planta.	Departamento de Biología Molecular de Plantas y Departamento de Bioingeniería.
6. Biología Molecular y Celular de animales.	Departamento de Genética y Fisiología Molecular y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.
7. Activación y regulación de la respuesta inmune.	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
8. Bioquímica celular de neuronas peptidérgicas.	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
9. Estructura, función y manipulación de péptidos y proteínas ¹⁵² .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, Departamento de Microbiología Molecular, Departamento de Genética y Fisiología Molecular, y Departamento de Bioingeniería.
10. Desarrollo y consolidación metodológica en Biología molecular ¹⁵³ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, y Departamento de Microbiología Molecular.
11. Microbiología industrial ¹⁵⁴ .	Departamento de Microbiología Molecular, Departamento de Bioingeniería y Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
12. Ingeniería y tecnología de las fermentaciones ¹⁵⁵ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, Departamento de Microbiología Molecular y Departamento de Bioingeniería.
13. Recuperación y purificación de productos, diseño	Departamento de Bioingeniería.

¹⁵¹ Cabe señalar que en esta línea de investigación se observa la estrecha y fuerte colaboración del Dr. Arias y la Dra. López en todos los proyectos de investigación que eran parte de esta línea (sobre: Etiología y epidemiología de las gastroenteritis virales; estudios sobre la estructura y función del genoma y de las proteínas de los rotavirus; y Biología molecular para el control de la diarrea causada por rotavirus).

¹⁵² En esta línea sobresale la participación del Dr. Bolívar, del Dr. Possani, del Dr. Alagón, del Dr. Darszon y del Dr. Ramírez. Pero, cabe señalar que había una estrecha colaboración entre el Dr. Bolívar y el Dr. Possani en proyectos de investigación sobre "Purificación y caracterización química de toxinas de venenos de alacranes y de los genes que las codifican". Por otro lado, entre el Dr. Possani y el Dr. Darszon se daba una colaboración más fuerte en proyectos sobre "Aislamiento y caracterización de receptores específicos mediante el uso de toxinas peptídicas", así como en investigaciones sobre la "Caracterización funcional de toxinas peptídicas". Mientras que la colaboración entre el Dr. Possani y el Dr. Ramírez estaba centrada en estudios sobre: "Desarrollo y optimización de métodos y sistemas de purificación de proteínas y péptidos" y "Producción de anticuerpos monoclonales contra péptidos y proteínas". En cuanto al Dr. Alagón, éste participaba más en proyectos sobre "Purificación y caracterización del activador del plasminógeno de la saliva de murciélagos hematófagos y triatómidos mexicanos" (algunos de los cuales venía desarrollando desde 1985).

¹⁵³ En esta línea de investigación resalta la participación del Dr. Alagón en proyectos sobre "Desarrollo de tecnología de amplificación y de nuevos formatos de lectura para bioensayos diagnósticos". Mientras que el Dr. Bolívar destaca en proyectos sobre "Construcción y caracterización de sistemas genéticos para la clonación-integración cromosomal y expresión de DNA en bacterias".

¹⁵⁴ En esta línea se observa la participación del Dr. Galindo y la Dra. Espín (cada uno con sus proyectos) con estudios sobre "Aislamiento, caracterización y mejoramiento genético de cepas productoras de enzimas y polisacáridos". Así como la participación de la Dra. Bravo y el Dr. Darszon (en colaboración con el Dr. Quintero) en proyectos sobre "Caracterización y manipulación genética de cepas de Bacillus thuringiensis para la producción de bioinsecticidas". Por otro lado, sobresale la participación del Dr. Bolívar en proyectos sobre "Ingeniería de vías metabólicas para la sobreproducción de compuestos aromáticos en E. coli" y del Dr. Ramírez en cuestiones sobre "Sobreproducción de proteínas heterólogas en Bacillus subtilis" (donde colaboró en un proyecto con el Dr. Bolívar) y "Biotecnología Ambiental".

¹⁵⁵ Se observa una fuerte participación del Dr. Galindo en proyectos sobre "Estudios Básicos de Bioingeniería" y "Desarrollo de procesos fermentativos" (donde tiene colaboración con la Dra. Espín y, a su vez, se observa la colaboración entre el Dr. Ramírez con: el Dr. López Munguía, el Dr. Possani y el Dr. Arias). También se observa la participación del Dr. Bolívar en proyectos de investigación sobre "Desarrollo de Procesos fermentativos" y "Procesos de separación".

de equipos de proceso y de control ¹⁵⁶ .	
14. Ingeniería y tecnología de enzimas ¹⁵⁷ .	Departamento de Bioingeniería y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.
15. Prospectiva Biotecnológica.	Departamento de Bioingeniería.
16. Optimización e integración de procesos y prototipos, desarrollo tecnológico ¹⁵⁸ .	Departamento de Bioingeniería y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 1994.

Cabe señalar que se observaron algunos cambios en los departamentos que se hicieron cargo del desarrollo de cada línea de investigación, que están relacionados con la reestructuración del Instituto. En varias líneas de investigación se incluyeron más departamentos como responsables. Esto hace evidente el impulso del fortalecimiento de algunas áreas de conocimiento. En la primera línea de investigación, se observa que sólo dejan como responsable de ésta al Departamento de Microbiología Molecular y quitan al Departamento de Biología Molecular de Plantas y al Departamento de Bioingeniería. En la segunda línea de investigación, al desaparecer el Departamento de Bioquímica queda a cargo el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural. En la tercera línea de investigación, al desaparecer el Departamento de Biología Molecular queda a cargo el Departamento de Genética y Fisiología Molecular.

En la cuarta línea de investigación, no se observan modificaciones, sigue quedando a cargo el Departamento de Biología Molecular de Plantas. En la quinta, sexta y séptima líneas de investigación (que se abrieron), se observa la participación y colaboración entre los departamentos nuevos (Departamento de Genética y Fisiología Molecular, Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural) y los que se conservaron (Departamento de Biología Molecular de Plantas y Departamento de Bioingeniería). En la octava línea, con la desaparición de los 2 departamentos se queda a cargo el Departamento de Genética y Fisiología Molecular.

En la novena línea de investigación, sigue colaborando el Departamento de Bioingeniería; pero ante la desaparición de los 2 departamentos, se integran a colaborar los 3 departamentos nuevos. En la décima línea, al desaparecer los 2 departamentos se integra a colaborar el Departamento de Microbiología Molecular y el

¹⁵⁶ En esta línea destaca la participación del Dr. Galindo en proyectos sobre "Recuperación y purificación de productos. Diseño de equipos de proceso y de control" (y culmina un proyecto en el que colaboraba el Dr. Ramírez).

¹⁵⁷ Aquí destaca la participación del Dr. López-Munguía en proyectos sobre "Producción, caracterización e ingeniería de enzimas" y "Diseño de procesos enzimáticos".

¹⁵⁸ Aquí participa el Dr. Galindo en cuestiones de "Desarrollo de un proceso a nivel semipiloto para la producción de goma xantana grado alimenticio". Asimismo participa el Dr. Alagón en "Desarrollo y validación de pruebas diagnósticas para protozoarios por métodos de hibridación de DNA" y el Dr. Possani en "Diseño y síntesis química de péptidos y sus posibles usos".

Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural. En la undécima línea de investigación, continúa colaborando el Departamento de Bioingeniería; pero, se integran otros 2 departamentos (el Departamento de Microbiología Molecular y el Departamento de Genética y Fisiología Molecular). En la duodécima línea, sigue colaborando el Departamento de Bioingeniería; pero, se incorpora el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, así como el Departamento de Microbiología Molecular. La decimotercera línea, no se modifica y continúa estando a cargo el Departamento de Bioingeniería. En la decimocuarta línea, el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural se integra a colaborar con el Departamento de Bioingeniería. En la decimoquinta línea, continúa a cargo el Departamento de Bioingeniería. Y en la decimosexta línea de investigación, además del Departamento de Bioingeniería se encuentra a cargo el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.

Por lo tanto, considerando el número de colaboraciones de los 5 departamentos en las 16 líneas de investigación, podemos decir que los departamentos que tuvieron una mayor participación son: el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural (que colaboró en 7 líneas de investigación) y el Departamento de Bioingeniería (que colaboró en 8 líneas de investigación). A estos le sigue el Departamento de Genética (con su participación en 6 líneas de investigación) y el Departamento de Microbiología Molecular (colaborando en 5 líneas de investigación). Mientras que el Departamento de Biología Molecular de Plantas, que se creó en 1991, continuó participando sólo en el desarrollo de 2 líneas de investigación. Lo cual refiere a la particularidad de esa área de conocimiento, que recién se estaba impulsando.

Con respecto a la Investigación Básica, se continuó con el desarrollo de conocimiento en las distintas áreas comprendidas en 1991. Pero, con la apertura de otras líneas de investigación en 1994, también se empezó a generar conocimiento sobre los microorganismos de interés industrial. Mientras que en Investigación Aplicada y desarrollo tecnológico, se continuó con:

1. “La transferencia de tecnologías desarrolladas a empresas mexicanas.
2. La firma de más de 50 convenios con industrias privadas y del sector paraestatal para el desarrollo de tecnología.
3. La construcción de microorganismos que producen proteínas humanas (interferón humano, cadenas A y B de insulina humana), enzimas de interés

industrial como la penicilina amidasa, polímeros de interés industrial (xantanas) o bioinsecticidas.

4. El desarrollo de sistemas de detección de errores congénitos y de enfermedades infecciosas, utilizando sondas de DNA y RNA.
5. El aislamiento y la caracterización de microorganismos de interés industrial.
6. La obtención de 10 patentes y 15 en trámite” (Informe IBt, 1994: 100).

Para 1997, el IBt incorporó una nueva línea de investigación: Bioinformática. Esto ante la necesidad de contar con una estructura que permitiera manejar una gran cantidad de información generada en los proyectos genómicos. De tal manera que era necesario contar con una estructura de bioinformática a la altura de las mejores universidades del mundo para desarrollar e implementar metodologías de bioinformática que lograra organizar, decodificar y asignar funciones de diversa índole a segmentos de genoma; así como para emplear técnicas de comparación y extraer nuevo conocimiento. Por lo que el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural en colaboración con el Departamento de Microbiología Molecular se hicieron cargo del desarrollo de la línea de Bioinformática¹⁵⁹.

Por otro lado, en ese mismo año, se modificó la línea de investigación sobre “Bioquímica celular de neuronas peptidérgicas” y se le denominó “Neurobiología celular y molecular”. En la cual quedó a cargo del Departamento de Genética y Fisiología Molecular. Al igual que la línea de investigación sobre “Ingeniería y tecnología de las fermentaciones”, que se modificó agregando aspectos sobre “cultivo celular”. Por lo que además de la colaboración entre el Departamento de Bioingeniería, el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural y el Departamento de Microbiología Molecular, se integró al Departamento de Genética y Fisiología Molecular para desarrollar dicha línea de investigación.

Cabe mencionar que en el desarrollo de la línea de investigación sobre “Genética y Biología Molecular de la Biología Molecular de la interacción microorganismo-planta”, deja de participar el Departamento de Bioingeniería y sólo se queda a cargo el Departamento de Biología Molecular de Plantas. No obstante, el Departamento de

¹⁵⁹ “Esta línea de investigación consiste en: 1) Análisis y comparación de genomas; 2) Predicción de estructura secundaria de secuencias proteicas, reconocimiento de plegamientos y diseño de modelos tridimensionales; 3) Generación de bases de datos de posibles homólogos estructurales; 4) Ampliación de la relación señal a ruido en comparaciones de secuencias de aminoácidos; 5) Modelado de variantes de estructuras de proteínas; 6) Creación de bases de datos comentadas y 7) Análisis de base de datos de secuencia” (Informe IBt, 1997:60).

Bioingeniería se integra a colaborar en la línea de investigación sobre “Estructura, función y manipulación de péptidos y proteínas”.

Líneas de investigación:	Departamento al que pertenecen los participantes en el desarrollo de los proyectos y programas de esa línea de investigación
1. Biología Molecular y Bioquímica de bacterias ¹⁶⁰ .	Departamento de Microbiología Molecular.
2. Biología Molecular y Bioquímica de parásitos ¹⁶¹ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.
3. Biología Molecular y Bioquímica de virus ¹⁶² .	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
4. Biología Molecular y Biotecnología de plantas.	Departamento de Biología Molecular de Plantas.
5. Genética y Biología Molecular de la interacción microorganismo- planta.	Departamento de Biología Molecular de Plantas.
6. Biología Molecular y Celular de animales ¹⁶³ .	Departamento de Genética y Fisiología Molecular y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.
7. Activación y regulación de la respuesta inmune.	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
8. Neurobiología celular y molecular¹⁶⁴.	Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
9. Estructura, función y manipulación de péptidos y proteínas ¹⁶⁵ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, Departamento de Microbiología Molecular y Departamento de Genética y Fisiología Molecular
10. Desarrollo y consolidación metodológica en Biología molecular ¹⁶⁶ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, y Departamento de Microbiología Molecular.

¹⁶⁰ De los investigadores entrevistados, en esta línea de investigación sólo se observa la participación del Dr. Bolívar en 2 proyectos sobre “Regulación de la expresión genética en *Bacillus subtilis*” (una bacteria formadora de esporas que es capaz de tener una alta actividad metabólica), uno de los cuales estaba culminando y otro empezando.

¹⁶¹ En cuestiones de “Genética molecular de la vía secretora de *Entamoeba histolytica*” (el protozooario extracelular que causa colitis invasiva y abscesos hepáticos), sobresale la participación y colaboración del Dr. Alagón con el Dr. Lizardi (en todos los proyectos de esta línea de investigación).

¹⁶² En estudios sobre gastroenteritis virales y rotavirus (Etiología, epidemiología y biología molecular), destaca la estrecha colaboración entre el Dr. Arias y la Dra. López (en todos los proyectos); así como la participación del Grupo de estudio de enfermedades gastrointestinales de FunSalud.

¹⁶³ En cuanto a “Farmacología molecular”, se observa una fuerte participación del Dr. Darszon (haciendo algunas colaboraciones con el Dr. Possani, el Dr. Nishiyaki y el Dr. Beltrán). Asimismo, el Dr. Zurita tiene una fuerte participación (colaborando con el Dr. Reynaud, el Dr. Perezgasca y el Dr. Kafatos).

¹⁶⁴ En esta línea, sólo se observa la participación del Dr. Possani en un proyecto relacionado con la “Caracterización y regulación de la ectoenzima responsable de la inactivación del TRH” (la hormona liberadora de tirotropina está involucrada en la comunicación intercelular, en el eje neuroendócrino).

¹⁶⁵ En esta línea hay una fuerte participación por parte del Dr. Possani (con algunas colaboraciones con el Dr. Darszon, el Dr. Alagón y el Dr. Bolívar). Por otro lado, se observan algunas participaciones del Dr. X. Soberón (en proyectos relacionados a las proteínas y los péptidos) e incluso la colaboración del Instituto Nacional de Salud Pública en cuestiones de “Síntesis de péptidos para control de malaria”.

¹⁶⁶ Siguiendo la tradición que tiene el IBT sobre el diseño de vehículos de clonación, en esta línea se observa la participación del Dr. Bolívar y el Dr. X. Soberón en el desarrollo de diversos aspectos de la tecnología de DNA recombinante.

11. Microbiología industrial ¹⁶⁷ .	Departamento de Bioingeniería, Departamento de Microbiología Molecular, y Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
12. Ingeniería y tecnología de las fermentaciones y del cultivo celular ¹⁶⁸ .	Departamento de Bioingeniería, Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, Departamento de Microbiología Molecular, y Departamento de Genética y Fisiología Molecular.
13. Recuperación y purificación de productos. Diseño de equipos de proceso y de control ¹⁶⁹ .	Departamento de Bioingeniería.
14. Ingeniería y tecnología de enzimas ¹⁷⁰ .	Departamento de Bioingeniería y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.
15. Bioinformática ¹⁷¹ .	Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural, y Departamento de Microbiología Molecular.
16. Prospectiva Biotecnológica ¹⁷² .	Departamento de Bioingeniería.
17. Optimización e integración de procesos y prototipos. Desarrollo tecnológico ¹⁷³ .	Departamento de Bioingeniería y Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural.

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 1997.

En 1997, considerando el número de colaboraciones de los 5 departamentos en las 17 líneas de investigación, los departamentos que intervienen más en el desarrollo de las líneas de investigación son: el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructural (que colaboró en 8 líneas de investigación) y el Departamento de Genética y Fisiología Molecular (que colaboró en 7 líneas de investigación). Mientras que han participado en igual medida, el Departamento de Microbiología Molecular y el Departamento de Bioingeniería (en 6 líneas de investigación respectivamente). Y el

¹⁶⁷ En esta línea de investigación, en estudios sobre enzimas y polímeros, se observa una fuerte participación del Dr. Galindo y la Dra. Espín (algunas colaboraciones entre ellos). Incluso se observa una colaboración entre el Dr. Ramírez y el Dr. López Munguía. En aspectos sobre “Manipulación genética de cepas *Bacillus thuringiensis* para la producción de bioinsecticidas”, destaca la participación de la Dra. Bravo y el Dr. Darszon (teniendo algunas colaboraciones entre ellos). En cuanto a “Ingeniería de vías metabólicas para la sobreproducción de compuestos aromáticos en *Escherichia coli*” (que se utilizan a nivel industrial: de alimentos, industria química, tratamiento de la contaminación, etc...), destaca la participación del Dr. Bolívar. Mientras que el Dr. Ramírez, en colaboración con el Dr. Bolívar, participó en aspectos de “Sobreproducción de proteínas heterólogas en *Bacillus subtilis*” (utilizadas a nivel industrial para la producción comercial de diversas enzimas).

¹⁶⁸ En estudios básicos de ingeniería, el Dr. Galindo muestra una fuerte participación (con algunas colaboraciones con el Dr. Ramírez). Respecto al “Desarrollo de procesos fermentativos y de cultivo celular”, además de la participación del Dr. Galindo se observa la colaboración del Dr. López Munguía, el Dr. Ramírez, el Dr. Arias, la Dra. López, el Dr. Possani y el Dr. Bolívar.

¹⁶⁹ En cuanto a diseño de procesos y prototipos, destaca la participación del Dr. Galindo y el Dr. Ramírez.

¹⁷⁰ En esta línea, el Dr. López Munguía tiene una fuerte participación (con algunas colaboraciones con el Dr. X. Soberón).

¹⁷¹ Respecto al “Análisis y comparación de genomas”, se observa la participación del Dr. Bolívar (en colaboración con el Dr. Segovia y el Dr. Merino). Mientras que en aspectos sobre producción de estructuras y reconocimiento de plegamiento de la proteína VP4 de rotavirus, destaca la participación del Dr. Arias y la Dra. López.

¹⁷² En esta línea, participa el Dr. Ramírez en colaboración con el Dr. Galindo.

¹⁷³ Respecto a procesos de producción de goma xantana, se observa la participación del Dr. Galindo. En el “Desarrollo de un prototipo de medidor electroenzimático para la cuantificación de compuestos de interés industrial y clínico”, también destaca la participación del Dr. Galindo. Mientras que en “Desarrollo y validación de pruebas diagnósticas para protozoarios por métodos de hibridación de DNA” y “Diseño y síntesis química de péptidos y sus posibles usos”, participan: el Dr. Alagón y el Dr. Possani.

Departamento de Biología Molecular de Plantas sigue desarrollando 2 líneas de investigación muy específicas (“Biología Molecular y Biotecnología de Plantas” y “Genética y Biología Molecular de la interacción microorganismo-planta”). Esto nos da una idea sobre cuál es el área de conocimiento dentro del campo de la Biotecnología que más se desarrolla en el IBt (las líneas de investigación más consolidadas). Lo cual no indica el nivel de éxito de los diversos grupos de investigación (que es multifactorial).

A partir del 2002, con la reestructuración del IBt, se modificaron 2 departamentos: 1) Departamento de Bioingeniería y 2) Departamento de Reconocimiento Molecular y Biocatálisis. Esto para conformar otros 2 departamentos: 1) Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, y 2) Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos. Mientras que los otros 3 departamentos se conservaron igual: 1) Departamento de Biología Molecular de Plantas, 2) Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular, y 3) Departamento de Microbiología Molecular. Dichos departamentos están integrados por: Grupos de Investigación, Unidades de Apoyo (Técnico y Académico) y Unidades de Desarrollo Metodológico.

Es imprescindible mencionar que en un principio, las líneas de investigación eran el centro en torno al cual se organizaban los investigadores de los diversos departamentos que conforman el Instituto. El desarrollo de cada línea de investigación era desarrollada por dos o más departamentos. Con el paso del tiempo, a partir del 2002, se observa que la organización cambia y se delimita más el desarrollo de programas y proyectos por parte de cada departamento. Esto no excluye las colaboraciones interdepartamentales, pero sobre todo destacan las colaboraciones entre los diversos grupos que conforman un mismo departamento. Aquellos que producen conocimiento en Investigación Básica hacen algunas colaboraciones con grupos que se dedican más al desarrollo de aplicaciones o desarrollos tecnológicos.

Crear que la interdisciplina trae como efecto superar los departamentos es confundir una cuestión epistemológica con otra de organización de la gestión académica; si bien ambas guardan relación entre sí, no son lo mismo... Esperar de los departamentos una “natural” consecuencia interdisciplinar es erróneo; pero también lo es suponer que no puede hacerse, cuando existe la organización por departamentos que sean interdisciplinarios o simplemente programas o proyectos que lleven a que los académicos de diversas áreas de adscripción se reúnan singularmente en torno de estas actividades específicas. De los departamentos por sí solos no surge lo interdisciplinar, pero pueden compatibilizar parcialmente ambas situaciones (Follari, 2013: 121).

En el 2011, las líneas de investigación general del IBt son las siguientes:

Líneas de investigación:
1. Activación y regulación de la respuesta inmune.
2. Bioinformática.
3. Biología molecular, biología celular y bioquímica de parásitos.
4. Biología y epidemiología molecular de virus y bacterias .
5. Biotecnología molecular y biotecnología de plantas.
6. Biología molecular y celular de animales.
7. Desarrollo y consolidación metodológica en biología molecular.
8. Estructura, función y manipulación de péptidos y proteínas.
9. Genética y biología molecular de la interacción microorganismo-planta.
10. Genética del desarrollo y fisiología molecular.
11. Genómica y proteómica de microorganismos y su interacción con células animales y vegetales.
12. Ingeniería celular.
13. Ingeniería y tecnología de enzimas.
14. Ingeniería y tecnología de las fermentaciones y del cultivo celular.
15. Medicina molecular.
16. Microbiología molecular e industrial.
17. Neurobiología celular y molecular.
18. Optimización e integración de procesos.
19. Prospectiva Biotecnológica.

Fuente: Informe del IBt de 2011.

En cuanto a las líneas de investigación, se registran algunos cambios (ligados a la aparición de los nuevos departamentos): La tercera línea de investigación se modifica integrando el aspecto de “biología celular de parásitos”. La cuarta línea de investigación, se deriva de la integración de “Biología Molecular y Bioquímica de bacterias” y “Biología Molecular y Bioquímica de virus” (sustituyendo aspectos de “Bioquímica” por “Epidemiología”). La quinta línea de investigación cambia el enfoque de la “Biología molecular de plantas” por la “Biotecnología molecular”. La decimosexta línea de investigación, se amplía incorporándole la “Microbiología Molecular”. Mientras que la anterior línea de investigación sobre “Biología Molecular y Celular de animales” se modificó para dar lugar a la décima y undécima línea: “Genética del desarrollo y fisiología molecular” y “Genética y proteómica de microorganismos y su interacción con células animales y vegetales”. Asimismo, desaparece la línea sobre “Recuperación y purificación de productos: Diseño de equipos de proceso y control” para dar lugar a nuevas líneas de investigación: “Ingeniería Celular” y “Medicina Molecular”.

Cabe señalar que estas líneas de investigación derivan los siguientes programas, que son responsabilidad de los líderes de grupo de los 5 departamentos:

Departamento de investigación	Programas de investigación:	Líder del grupo de investigación responsable
Ingeniería Celular y Biocatálisis	1. Análisis de imágenes y visión por computadora.	Dr. Gabriel Corkidi
	2. Análisis y manipulación de la relación estructura-función de enzimas.	Dr. Lorenzo Segovia
	3. Biotecnología ambiental.	Dr. Rafael Vazquez
	4. Efectos hidrodinámicos, desarrollo y escalamiento de procesos de fermentación, fisiología y bioprosesamiento de cultivos <i>miceliares</i> .	Dr. Enrique Galindo ¹⁷⁴
	5. Evolución de proteínas y regulación genética global en <i>E. Coli</i> .	Dr. Juan Enrique Morett
	6. Evolución dirigida de proteínas.	Dra. Gloria Saab
	7. Fisiología microbiana e ingeniería de vías metabólicas.	Dr. Guillermo Gosset
	8. Ingeniería y tecnología de enzimas.	Dr. Agustín López M. ¹⁷⁵
	9. Metabolismo celular e ingeniería de vías metabólicas en <i>E. Coli</i> .	Dr. Francisco Gonzalo Bolívar ¹⁷⁶
Biología Molecular de Plantas	1. Análisis de la respuesta molecular a patógenos a estrés en plantas.	Dr. Mario Rocha
	2. Bases moleculares y celulares de la respuesta al déficit hídrico en plantas superiores.	Dra. Alejandra Alicia Covarrubias
	3. Biología del desarrollo de plantas: los meristemas de la raíz, su iniciación, organización y funcionamiento.	Dr. Joseph Dubrovsky
	4. Elucidación de las señales celulares que regulan el desarrollo del cloroplasto y respuestas nutricionales en plantas superiores.	Dra. Patricia León
	5. La transformación genética de <i>phaseolus vulgaris</i> con agrobacteri rizogenes y la genómica funcional de las vías de transducción de señales.	Dr. Federico Sánchez
	6. Mecanismos de desarrollo que controlan el movimiento trópico de las raíces en relación a su ambiente.	Dra. Gladys Iliana Cassab

¹⁷⁴ Los intereses de investigación del Dr. Galindo se centran en el área de Ingeniería y la Tecnología de Bioprocesos. Ha desarrollado procesos de alto rendimiento para la producción de la goma xantana en la industria alimentaria producida por fermentación bacteriana; así como de alginatos microbianos con notables características moleculares y propiedades funcionales. Su grupo ha desarrollado innovadores sistemas de producción, mediante el cultivo de hongos filamentosos de aromas frutales (coco, durazno). En el campo de los biosensores, ha desarrollado dispositivos para la determinación rápida, sensible y específica de azúcares, antibióticos y etanol. Asimismo, ha desarrollado infraestructura experimental de avanzada para llevar a cabo estudios de mezclado, análisis de imágenes, consumo de potencia y transferencia de oxígeno en procesos de fermentación. Este grupo ha desarrollado bioprocesos para la producción de agentes de control biológico en la agricultura y métodos para la cuantificación de enfermedades fúngicas en mangos. (Fuente: <http://dgapa.unam.mx/html/pun/GanaPUN2011/EnriqueGalindoFentanes.pdf>).

¹⁷⁵ El Dr. López Munguía se ha consolidado en el área de la biotecnología industrial, en particular en aspectos relacionados con procesos de producción y aplicación de enzimas en el sector alimentario y farmacéutico. Se enfoca en el desarrollo de procesos de extracción de productos naturales mediante tecnologías biológicas. Asimismo, trabaja sobre la búsqueda de enzimas con capacidad de sintetizar carbohidratos de interés alimentario y farmacéutico. En particular, los trabajos realizados sobre aplicación de enzimas en la industria de la tortilla, la industria azucarera y la de colorantes son importantes por su repercusión en el contexto nacional. Su equipo desarrolló un proceso enzimático para la industria tequilera y trabaja en la síntesis de inulina, un proyecto atractivo desde la perspectiva industrial. (Véase: <http://www.ccc.gob.mx/semblanzas/442-agustin-lopez-munguia-canales>).

¹⁷⁶ Trabaja en la caracterización y modificación de las vías metabólicas centrales de la bacteria *E. Coli* para analizar y comprender mejor el metabolismo central de carbono en esta bacteria, y así poder redirigir el metabolismo celular hacia la biosíntesis de moléculas.

	7. Mecanismos de transporte iónico y de agua a través de membranas; su papel en la adquisición de nutrientes y en la adaptación de las plantas a la salinidad.	Dr. Omar Homero Pantoja
	8. Respuestas tempranas en la interacción <i>rhizobium etli-phaseolus vulgaris</i> .	M.C. Maria del Carmen Quinto
Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular	1. Aspectos moleculares y celulares de la comunicación peptidérgica en el sistema nervioso.	Dra. Patricia Ileana Joseph. Dr. Jean Louis Charli.
	2. Biología molecular de virus y genómica funcional de interacción virus-célula huésped.	Dr. Carlos Federico Arias ¹⁷⁷
	3. Caracterización funcional de genes que participan en el desarrollo embrionario de vertebrados, a través de manipulaciones genéticas en animales transgénicos.	Dra. Hilda Maria Lomeli
	4. Degeneración y regeneración tisular.	Dr. Luis Fernando Covarrubias
	5. Dinámica y mantenimiento de regulación de la expresión genética durante el desarrollo.	Dr. Mario Enrique Zurita ¹⁷⁸
	6. Neurobiología y biología del desarrollo de <i>drosophila melanogaster</i> .	Dr. Enrique Alejandro Reynaud.
	7. Participación de los canales iónicos en la fisiología del espermatozoide.	Dr. Alberto Darszon ¹⁷⁹
Microbiología Molecular	1. Salmonella entérica: en la interfase de la biología molecular y la epidemiología. <i>polihidroxibutirato y alquilresorcinoles en azotobacter vinelandii</i> .	Dr. Edmundo Calva
	2. Análisis de genomas y proteomas.	Dr. Enrique Merino
	3. Biología molecular de la diferenciación y la producción de <i>alginato</i> ,	Dra. Elda Guadalupe Espín ¹⁸⁰
	4. Biotecnología de proteínas insecticidas de <i>bacillus thuringiensis</i> .	Dra. Maria Alejandra Bravo ¹⁸¹
	5. Mecanismos moleculares de la especificidad de las toxinas <i>cry de bacillus thuringiensis</i> .	Dr. Mario Soberón

¹⁷⁷ Este grupo de investigación se encarga de los estudios sobre “astrovirus” (causa de diarreas en niños y en muchas especies animales, incluyendo aves de importancia económica), biología y la patogénesis de los “rotavirus”; así como del diagnóstico de infecciones virales y bacterianas que causan enfermedades respiratorias y gastrointestinales (como el virus de la “influenza”).

¹⁷⁸ El interés del grupo es la regulación de la expresión genética, epigénesis y el mantenimiento de la estabilidad del genoma en el desarrollo.

¹⁷⁹ Este investigador tiene como tema principal la biología de la reproducción: “La interacción entre el espermatozoide y el óvulo”. En el cual se combinan estrategias de tres disciplinas: la bioquímica, la fisiología celular y la electrofisiología. El grupo del Dr. Darszon estudia las propiedades del espermatozoide usando como modelo experimental al erizo de mar pero también ha hecho valiosas contribuciones en otros sistemas como los primeros registros del funcionamiento de los canales del espermatozoide del ratón. El grupo del Dr Darszon, usando novedosas metodologías ha descrito la presencia y participación de canales para los iones calcio, potasio y sodio del espermatozoide que participan en la fecundación (Fuente: <http://www.acmor.org.mx/noticias/linksnoticias/darszon.pdf>).

¹⁸⁰ Este grupo se dedica a estudiar la genética molecular de la biosíntesis de alginatos, de PHB y de alquilresorcinoles; así como la genética y la fisiología del enquistamiento. El grupo contribuye a la generación del conocimiento sobre la expresión génica que conduce a la diferenciación bacteriana y a la producción de polímeros y su papel en esta bacteria. Por otro lado, utiliza el conocimiento generado para la construcción de cepas que puedan ser usadas para la producción de alginatos y de PHB.

¹⁸¹ El grupo de investigación se centra en los estudios sobre las proteínas insecticidas producidas por la bacteria *Bacillus thuringiensis*.

	6. Regulación y función de factores de virulencia en enterobacterias: <i>escherichia coli</i> enteropatógena (epec), <i>E. Coli enterohemorrágica (ehec)</i> , <i>citrobacter rodentium</i> y <i>salmonella typhimurium</i> .	Dr. José Luis Puente
Medicina Molecular y Bioprocesos	1. Activación y regulación de la respuesta inmune.	Dra. Yvonne Jane Rosenstein
	2. Bioingeniería del cultivo de células de eucariotes superiores. Ingeniería de bioprocesos para la producción de proteínas recombinantes de uso terapéutico.	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez ¹⁸²
	3. Biología molecular y celular de <i>entamoeba histolytica</i> y toxínología aplicada.	Dr. Roberto Pablo Stock
	4. Biología estructural: 1) catálisis, alosterismo y evolución enzimática. 2) interacciones antígeno- anticuerpo.	Dr. Enrique Rudiño
	5. Biotecnología de anticuerpos terapéuticos y diagnósticos, y toxínología aplicada.	Dr. Alejandro Alagón ¹⁸³
	6. Construcción y selección de bibliotecas de anticuerpos humanos y murinos desplegados en fagos filamentosos para el aislamiento y caracterización de anticuerpos con fines de diagnóstico y terapéuticos. Estudios de las propiedades fibrillogénicas de la familia de cadenas ligeras lambda 3r y lambda 6	Dr. Baltazar Becerril
	7. Eventos moleculares involucrados en la intoxicación por el veneno de alacranes.	Dr. Lourival Domingos Possani ¹⁸⁴
	8. Neuroinmunobiología.	Dra. Leonor Pérez

Fuente: Elaboración propia con base al informe del IBt de 2011.

La generación de conocimientos en diferentes áreas ha sido uno de los principales productos del trabajo de los científicos del Instituto, entre los que destaca:

- a) La genética y fisiología molecular de sistemas y organismos modelo (p.ej., ratón, erizo de mar, *Drosophila melanogaster*, pez cebra, *Arabidopsis* y *Escherichia coli*, entre otros); de organismos relevantes por su relación con el ser humano (p. ej., amiba, rotavirus, salmonela, frijol, maíz, alacranes, etc.); microorganismos fijadores de nitrógeno y microorganismos de interés industrial.
- b) La biología estructural, el reconocimiento molecular y la biocatálisis, en sistemas modelo y en sistemas relacionados con procesos patológicos o con moléculas de utilidad industrial.
- c) La creación y el perfeccionamiento de herramientas moleculares y de bioprocesos, así como de herramientas computacionales, en apoyo de la investigación y del desarrollo tecnológico (Memoria UNAM, 2007).

En el 2011, se consolidan los esfuerzos del IBt en el área de Bioinformática con la creación de la Unidad universitaria. Asimismo, el Instituto hace contribuciones en investigación en el área de Bio-Nanotecnología, no sólo a través de resultados sino por medio de la colaboración de algunos académicos en el Centro de Nanociencias y

¹⁸² Este grupo de investigación tiene como objetivo el desarrollo y aplicación de métodos de control y monitoreo computarizado en el diseño de reactores; así como en la biología molecular y celular de los organismos en cuestión. Su objetivo es proponer estrategias racionales que puedan ser trasladadas a aplicaciones productivas, ya sea clínicas o industriales.

¹⁸³ Este grupo está dedicado principalmente al mejoramiento y desarrollo de antivenenos.

¹⁸⁴ Desde un principio, este grupo de investigación ha trabajado de forma preponderante varios aspectos que refieren a los componentes del veneno de alacranes.

Nanotecnología de la UNAM para crear un departamento en Ensenada (Baja California). El cual podría constituirse en corto plazo como un polo de desarrollo. Por otro lado, el interés del IBt por la comprensión de los sistemas biológicos y de las condiciones que los perturban es fundamental para el desarrollo de la biotecnología moderna en el país. Las Ciencias Genómicas (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, genómica funcional, entre otras) son parte esencial y representan una de las fronteras de las ciencias biológicas actuales, en la cual no puede dejar de involucrarse el Instituto.

En cuanto a los proyectos del IBt¹⁸⁵, destaca el hecho de que la FDA (*Food and Drug Administration*) de los Estados Unidos de América aprobó el primer medicamento desarrollado en América Latina y que corresponde al *Anascorp Faboterápico* (un antiveneno contra la picadura de alacrán desarrollado entre el Instituto y el Instituto Bioclón). De igual forma destaca la continuación del proyecto ligado al licenciamiento de una patente relacionada con una toxina de alacrán con actividad farmacológica a la empresa suiza *Debiopharma S.A.*, para su uso en pruebas clínicas; así como los acuerdos para el desarrollo de las 5 empresas generadas en el Instituto (una más en proceso de creación). Por otro lado, también destacan los proyectos que recibieron distinciones en certámenes científico-tecnológicos, tales como: 1) El desarrollo de una vacuna contra la influenza aviar en el Premio Canifarma Veterinaria; 2) El desarrollo de herramientas para diseño de anticuerpos terapéuticos contra el veneno del alacrán, también en el Premio Canifarma; 3) El desarrollo de nanopartículas a partir de proteínas virales, que recibió el Premio Weizmann; entre otros (Informe IBt, 2011).

Actualmente, el Instituto desarrolla Biotecnología dentro de una gama de líneas y temas de investigación. Pero de acuerdo al tipo de investigación que realizan los grupos, éstos se podrían clasificar en 2:

- 1) Los que desarrollan Ciencia Básica.
- 2) Los que trabajan la parte de bioprocesos y fermentaciones.

¹⁸⁵ En el 2011, la comunidad académica participó en 179 proyectos con financiamiento de diferentes instancias nacionales e internacionales como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), incluyendo fondos sectoriales, la DGAPA y agencias estadounidenses como los Institutos Nacionales de Salud, entre otros. De todos estos proyectos, 36 fueron concluidos en el año, 65 corresponden a nuevos proyectos y 78 refieren a proyectos aprobados en años anteriores (en proceso de concluir) (Informe IBt, 2011).

“Tenemos toda una gama de variedad. Y no por ser un Instituto de Biotecnología a fuerzas todos deben desarrollar cosas aplicadas... La ciencia que hace estudio de proceso de fecundación espermatozoide-óvulo que hace Alberto Darszon es ciencia super básica, pero del mejor nivel; al extremo de Alejandro Alagón que hace un trabajo sobresaliente en desarrollo tecnológico. El trabajo de Mario y Ale que están como que un pie en las dos áreas, que están haciendo desarrollo tecnológico y ciencia básica muy importante. Bueno, pecaría de falsa modestia si no nombrara al grupo de Susana y el mío. Y hay varios... Bolívar y Gosset, también... Tenemos 6 o 7 Premios Nacional de Ciencias... Lo que pasa es que están las dos áreas: 1) La parte de Ciencia Básica y 2) La parte biotecnológica en bioprocesos y fermentaciones, donde tenemos a investigadores muy importantes como: Enrique Galindo, Tonatiuh Ramírez... Él es alguien de mucho valor, él diseñó a una de las empresas líder que hace investigación biotecnológica moderna en México que se llama PROBIOMED. Tonatiuh les diseñó la planta, él es un ingeniero químico y tiene a su grupo de investigación ahí y no se lo han llevado porque él no se ha dejado; pero, tienen ya una serie de productos exitosos y gracias a la asesoría de Tonatiuh. Estos grupos son como los grupos top en el Instituto, pero yo diría que el 20% son top, el 60% o 70% que son muy buenos y a lo mejor un 10% que dan un poco de lata...” (Ent.CA, 2011).

Es imprescindible mencionar que, desde un principio, no era un requisito que la línea de investigación derivara aplicaciones biotecnológicas; pero, sí era y sigue siendo un requisito la calidad de éstas. A través del tiempo se han ido buscando líneas de investigación que se considera necesario abordar para seguir haciendo ciencia de frontera y hacer aportes a las soluciones de los problemas actuales. Algunas líneas de investigación han continuado desarrollándose por más de 30 años, sin embargo también se han incorporado otras. Esto tiene que ver más con las necesidades de resolver problemas en el sector salud e industrial. Por lo que se puede decir que las líneas de investigación que se desarrollan en el IBt se determinan en base a 2 criterios:

1. Que permitan hacer investigación de frontera.
2. Que sirvan para reforzar las líneas de investigación existentes.

La tradición científica tiene un peso importante entre los miembros de un colectivo científico no sólo por mantener una continuidad con los trabajos precedentes, sino porque además crea un sentido de identidad y legitimación del conocimiento que se va transmitiendo de generación en generación. Por eso, un factor fundamental en la construcción de una tradición científica gira en torno a la continuidad de lo que se denomina estructuras de filiación en la investigación, que permite las relaciones entre los científicos de diferentes generaciones. Esto se ve reflejado en el proceso de

formación del investigador¹⁸⁶. “El peso de la tradición puede resultar crucial cuando un investigador se inscribe en una corriente particular, ya que debe reivindicar el linaje de sus predecesores con el objeto de poner en práctica cierto tipo de investigaciones para ponerse él mismo como continuador de esa estirpe. Por lo tanto, una tradición no se expresa sólo en una relación de continuidad con los trabajos de los predecesores. El investigador heredero debe mostrar sus propios aportes como modo de legitimación, al mismo tiempo que su pertenencia al mencionado linaje... Una tradición implica identificarse con la herencia de maestros a discípulos e innovar con aportes propios” (Kreimer, 2009: 125).

En el caso del Dr. Alagón, todo lo que aprendió en su trayectoria académica le fue muy útil para poder desarrollar una de las líneas de investigación más relevantes del IBt (debido a su impacto que tiene en la sociedad). No obstante, su línea de trabajo se deriva de la del Dr. Possani, de quien aprendió demasiado en el Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología (lo que ahora es el Instituto de Fisiología Celular). En ese momento, el Dr. Lourival Possani acababa de llegar de Brasil y estaba impartiendo un seminario en que hablaba de la utilización de una toxina de veneno de cobra para aislar un receptor de acetilcolina por cromatografía de afinidad (que era una técnica nueva). Entonces, con el Dr. Possani aprendió a trabajar el aislamiento y la caracterización de los péptidos de los venenos que son tóxicos. Desde ahí, el Dr. Alagón empezó a caracterizar toxinas de veneno (primero empezó con el veneno de alacrán llamado *Tityus Serrulatus*), llegándose a convertir pionero en esa línea de investigación en México (junto con el Dr. Possani). Pero su ingreso al IBt fue en un área de Biología Molecular con el tema de la *Entamoeba histolytica* (amiba intestinal), lo cual decidió dejar un lado después de unos 10 años. Tiempo después empezó un proyecto que resultó después ser muy exitoso, que tiene que ver con la saliva del vampiro y un anticoagulante (más que nada una proteína que degrada coágulos) y que, actualmente, está estudiándose en todo el mundo para tratamiento de trombosis cerebral. Con el paso de los años, en el campo de estudio de los antivenenos, el Dr. Alagón ya había construido uno de los grupos más importantes a nivel mundial (por sus contribuciones).

¹⁸⁶ El estudio de la formación del científico implica conocer tanto el modo en que el aprendiz domina las teorías y técnicas de su disciplina como la manera en que interioriza y maneja los aspectos formales, lógicos y metodológicos de la ciencia (Ziman, 1985).

Nosotros formamos el grupo conocido por dedicarse a los aspectos de la Química y Biología de péptidos... Yo empecé de cero, fui el primero que empecé a hacer eso en México. Nadie trabajaba la bioquímica de venenos... Ya somos el grupo más importante, obviamente, el Dr. Alagón continuó con esa línea y ahora se dedica a los aspectos más médicos. Pero en la parte de la Ciencia Básica relacionada con los venenos de alacranes continuamos siendo un grupo importante. Y ahora no solamente importante en México, sino también fuera de las fronteras de México. En este momento tengo dos extranjeros aquí, tengo a un australiano y aun egipcio. La semana pasada tuve a dos brasileños. O sea, constantemente, tengo gente que viene de otros países para ser parte de este trabajo que realizamos aquí” (Ent.LP, 2011).

Varios estudiantes que han egresado del posgrado del IBt han continuado con las líneas de investigación en las que estaban trabajando en el Instituto. Por ejemplo, algunos estudiantes de la Dra. Susana López han continuado con la línea de investigación (sobre rotavirus). Lo cual es relevante porque hay pocos virólogos en México y es necesario que se impulse la formación y reproducción de cuadros de especialistas en este campo de conocimiento. Entre los estudiantes que han seguido su línea de trabajo y la han llevado a varias instituciones, se encuentran: Selene Zárate (que ahora es investigadora en la UACM), Ernesto Méndez (que fue su primer estudiante de doctorado y también fue Investigador Asociado y ahora es Investigador independiente en la Facultad de Medicina de la UNAM), así como otra estudiante que ahora es investigadora en la Universidad Veracruzana y otra que está trabajando en Estados Unidos (en una industria).

Las líneas de investigación que se decide desarrollar son aquellas que pueden repercutir y beneficiar en la sociedad y que no sólo acabe en publicaciones. Sin embargo, la selección también está sesgada por los intereses personales de los investigadores y por la capacidad y limitaciones del laboratorio. La selección de líneas de investigación, así como el decidir mantenerlas o cambiarlas depende entonces de las prioridades que se vayan teniendo en ese momento. Pero hay una línea de investigación general y esa no cambia, las que cambian son las que fueron derivadas de ésta. Esto también ha permitido el desplazamiento de algunos investigadores del IBt en diversos laboratorios.

“Más bien depende de uno, si enfrenta o no determinadas líneas de investigación en base a los recursos que se tienen y a las capacidades y tiempo de dedicación a eso. Pero más bien es una limitación autodefinida y nadie la impone. Por ejemplo yo trabajé 15 años en el tema de las xantanas y llegó un momento en que decidí que mis aportaciones en ese campo habían llegado o cumplido su ciclo y vi que era hora de hacer otras cosas. Pero eso yo lo decidí... En cierta medida también fue porque la propia línea estaba envejeciendo o mi competitividad comparada con otros grupos a nivel internacional no era la más óptima... Esa podría ser una razón para dejar el tema, por ejemplo, lo que pasó con la línea de los biosensores; aunque publicamos artículos, nos invitaron a escribir un capítulo de una enciclopedia y demás, vimos que con los recursos que teníamos y dado el desarrollo en otros países era casi imposible mantenerse en un nivel competitivo, entonces, preferimos ubicar nuestras baterías en aquello que podría ser más competitivo porque se trata de competir a nivel internacional y no sólo a nivel nacional...” (Ent.EG, 2011).

El objetivo es reforzar las líneas de investigación y si se necesitan expertos en un área que no está siendo atendida en esas líneas, se busca la forma de insertar a otros especialistas (aunque sean parte de distinto grupo de investigación). Por ejemplo, al principio, el grupo del Dr. Possani se dedicaba solamente al desarrollo de la Bioquímica Molecular (a la estructura y función de péptidos). Pero al percatarse que era necesario atender la parte de Biología Molecular, el Dr. Bolívar decidió cambiar parte de su grupo de investigación al del Dr. Possani y abrir una nueva línea de investigación. De ahí que el Dr. Baltazar Becerril empezó a colaborar con el Dr. Possani. Posteriormente, hubo la necesidad de introducir gente que hiciera estudios en la parte electrofisiológica de la función de los péptidos e ingresó un posdoctorando (la Dra. Rita Restano). Entonces, la línea de investigación principal se ha ido nutriendo de otras líneas de trabajo que han sido necesarias abordar. Pero no sólo en ese aspecto ha evolucionado el grupo de investigación, sino también en cuestiones de infraestructura (aparatos de trabajo). Con el paso del tiempo, con el avance de la tecnología, ahora se cuenta con equipos muy especializados en el IBt.

Las líneas de investigación que han creado y consolidado algunos investigadores del IBt han ido renovándose poco a poco, debido a la aplicación de nuevas metodologías con el avance de la tecnología; pero también se han ampliado en cuanto al alcance que tienen e incluso unas se han ido convirtiendo en líneas de investigación secundarias, ya que surgen nuevos campos de estudio y las necesidades e intereses del líder cambian. Por ejemplo, el Dr. Darszon antes tenía una línea de investigación

paralela a la principal (la de fisiología del espermatozoide), sobre el comportamiento de las proteínas de membrana en micelas invertidas. Sin embargo, esta línea de investigación paralela ya no la trabaja porque ahora su interés primordial es la fisiología del espermatozoide. Dicha línea ha crecido demasiado y le ha permitido establecer colaboraciones con algunos doctores del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, donde se implementarán nuevas estrategias de electrofisiología y análisis de fluorescencia en células¹⁸⁷.

En suma, al contemplar la generación de conocimiento en el IBt desde diversas disciplinas (como biología molecular, bioquímica, microbiología, bioingeniería, fisiología celular, bioestructura, bioinformática, biología del desarrollo, genómica, entre otras), podemos decir que la investigación que realizan en dicho Instituto se caracteriza por ser multidisciplinaria. El trabajo realizado por los diversos grupos como colectivo científico ha derivado una fuerte productividad y cooperación de sus miembros¹⁸⁸. Esa amplia gama de especialidades e intereses de los investigadores, ha favorecido y estimulado el trabajo interdisciplinario¹⁸⁹. Esto es imprescindible porque la complejidad del tipo de investigación que realizan requiere necesariamente del esfuerzo concertado de investigadores integrados en grupos de trabajo y consorcios multidisciplinarios.

Desde un principio y también como parte de su misión, varios de los proyectos de investigación del IBt pretendieron incidir en la solución de problemas importantes en diferentes sectores, tales como: el de la salud, el agrícola, etc. De tal manera que esto ha dado pie a un trabajo conjunto entre quienes hacen investigación básica y quienes hacen investigación aplicada; ya que, se considera que la investigación básica es central para el desarrollo de cualquier innovación tecnológica.

¹⁸⁷ "... Científicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) trabajan en un anticonceptivo masculino no hormonal, cuyo desarrollo se acelerará con la instalación de tecnología para montar el laboratorio más moderno de electrofisiología. La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) informó que dicho laboratorio es el primero en su tipo en América Latina y se incorporaría al proyecto gracias al apoyo de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal, encabezada por René Drucker Colín... Los doctores Alberto Darszon, especialista en fisiología del espermatozoide; Arturo Hernández, experto en fisiología celular, y Arturo Picones, biofísico y electrofisiólogo con experiencia en el campo farmacéutico, encabezan la investigación..." (Para ver más detalles al respecto, véase: <http://www.cronica.com.mx/notas/2014/812850.html>).

¹⁸⁸ "Como forma especializada de organización, la disciplina agrupa por campos de conocimiento a los especialistas similares, formando una comunidad que comparte intereses y que se agrupa gremialmente poseyendo una amplia extensión territorial, que trasciende los establecimientos (Clark, 1991: 56).

¹⁸⁹ La interdisciplinariedad no refiere el hecho de que los elementos de una disciplina sirva como "ciencia auxiliar" de otra. Tampoco al acercamiento que se da entre dos disciplinas muy cercanas entre sí, cuyos límites formales no pueden ser absolutos (Follari, 1982). "Por interdisciplina entendemos que modelos, leyes, categorías, técnicas, etc., provenientes de disciplinas científicas diferentes, se mezclen entre sí para promover un conocimiento nuevo, un producto que resulte diferente de lo que existía en las disciplinas que contribuyeron a configurarlo" (Follari, 2013: 123).

La Biotecnología, entonces, es el resultado de un proceso socio-histórico (en el que se desarrolla como conocimiento); pero, a su vez, es el resultado de la historia institucional y las relaciones sociales que los sujetos han construido. De ahí que sea importante considerar no sólo las transformaciones que la propia disciplina ha tenido históricamente y/o la situación actual de la misma, sino también es necesario conocer las trayectorias de los sujetos y su participación en la construcción de este campo científico.

La trayectoria en investigación de estos científicos ha estado marcada por la Institución de adscripción previa al IBt, ya que desde ese momento los científicos empiezan a conformar los grupos de trabajo y comienzan a definir sus líneas de investigación. Por lo que el desarrollo de la Biología experimental ha sido relevante en el Instituto, debido a que varios investigadores vienen del Instituto de Investigaciones Biomédicas (cuna de desarrollo de esa rama de la Biología). Asimismo, la definición de las líneas de investigación que pretenden desarrollar en un grupo tiene que ver con otros factores: las configuraciones políticas, sociales, económicas y culturales; así como los posicionamientos de los sujetos, los referentes internacionales del campo disciplinario de los mismos y el grado de desarrollo de algún tema relevante.

Capítulo 2. Hacia el ideal del científico del IBt.

2.1. Procesos de formación y socialización del científico:

- Inversión de capitales (cultural, social, institucional, económico).
- Endogamia académica.

Las instituciones son consideradas como sistemas culturales, simbólicos e imaginarios, que cumplen con la función de sostener y estructurar la identidad de los sujetos. La reconstrucción de trayectorias de los científicos, entrecruzadas con la cultura institucional a la que se adscriben, nos permite llegar a conocer cómo y en qué medida influyen ciertos elementos en la consolidación de las trayectorias de los científicos, debido a la presencia de capital cultural (títulos y grados académicos), capital simbólico (prestigio y reconocimiento), capital social (redes y espacios sociales), capital económico (ingresos, becas, apoyo económico y patrimonio), incluso de capital político (poder, influencia, presión, carisma).

Al aproximarme a las trayectorias de los científicos no pretendo mostrar "imágenes fijas y fragmentadas del sujeto" que sólo den cuenta de la representación de "perfiles o ideales" construidos desde instancias evaluadoras y/o administrativas de la institución a la que pertenecen, ya que éstas sólo responden a una lógica de mercado y su principal objetivo es legitimar y construir la imagen pública y oficial de la institución y sus miembros (García, 2010). La intención es aportar algunos datos que den a conocer los procesos sociales de preparación y conformación del individuo como profesional y su desarrollo en el campo científico; así como los grupos de referencia (disciplinarios e institucionales) y experiencias formativas, que nos lleve a reflexionar sobre cómo se forma y se consolida un científico y cómo la consolidación de la trayectoria de los investigadores repercute en el reconocimiento y prestigio del colectivo científico al que pertenecen.

Las teorías que describen el proceso de toma de decisión afirman que la decisión es una acción racional, pero también hay factores sociales e individuales que pueden ser racionales e irracionales que influyen en el proceso¹⁹⁰. La elección de una carrera implica el deseo del individuo (y a veces el de la familia), sus relaciones afectivas; así como la situación social y cultural en la que se encuentra inmerso. Por otro lado,

¹⁹⁰ Las teorías de la elección y la decisión (Miller, 1972; Rheault, 1975; Jennings y Wattam, 1996) aseveran que los factores que inciden son el desarrollo individual de la persona que toma la decisión, las condiciones materiales y los recursos con que cuenta el individuo, la información obtenida y lo que podríamos denominar factores psicológicos, que tienen que ver con los deseos, las valoraciones y las orientaciones del individuos.

Bartolucci (1994) afirma que es importante prestar atención a la posesión de determinadas habilidades y capacidades individuales, ya que éstos son antecedentes de las elecciones que se hacen posteriormente en el plano profesional.

El problema de la elección de una carrera profesional involucra la vocación¹⁹¹. En cuanto a los motivos por los cuales decidieron dedicarse al quehacer científico, solamente algunos entrevistados mencionaron que desde niños pensaban que esa era su vocación¹⁹². Otros comentaron que a temprana edad sentían cierta inclinación e interés hacia las Ciencias Duras o Exactas a partir de la influencia de algunos maestros (incluso, desde la secundaria y/o preparatoria), pero fue hasta cuando iban a ingresar a la universidad cuando decidieron meterse a hacer investigación científica.

“... Fue como por la primaria o la secundaria que me gustaba la Física, la Química y las Matemáticas. Nunca en realidad supe qué tanto tenía que ver que eso me gustara o que fue la suerte o mala suerte de que tuve mejores profesores en esas disciplinas que en las otras... Los maestros juegan un papel fundamental. Yo tenía un maestro de Química muy bueno, en el último año de la prepa, y yo le dije que me gustaba mucho la Física, la Química y las Matemáticas y él me dijo que estudiara Ingeniería Química. Y como me gustaba mucho su clase, pues le hice caso equivocadamente... E equivocadamente porque me metí a Ingeniería Química y casi después de la primera clase, donde tenía que calcular cuánto costaba meter un reactor a un cuarto, me di cuenta que eso no era lo que me interesaba. Entonces, más o menos, lo más rápido que pude me cambié a Química, que era una cosa mucho más de Ciencia Básica. Y me di cuenta de que eso era lo que me interesaba. Y ahí ya hice mi carrera...” (Ent.AD, 2011).

En algunos casos, las familias de procedencia cuentan con un capital cultural en relación con el quehacer científico¹⁹³. Algunos investigadores provienen de familias donde la profesión científica se hereda de generación en generación. Tal es el caso del Dr. Francisco Bolívar Zapata, quien nació en una familia dedicada a la biotecnología.

¹⁹¹ La vocación es una compleja red entre lo personal, familiar, social, cultural, económico, político y laboral que forma parte de la identidad personal, que puede determinar un proyecto de vida, y el compromiso que se asuma frente a la sociedad; en pocas palabras, como algo que va más allá de la simple elección de una actividad (Contreras y Ledesma, 2008).

¹⁹² “Siempre quise ser científico desde que era niño. Esa es una gran ventaja que tuve porque tenía la vocación temprana. No fue una cosa que me haya agarrado a la mitad de la carrera o terminando la carrera, sino que yo no me podía pensar siendo otra cosa más que científico. Anduve dudando entre qué tipo de científico, o sea qué área y consideré la Física también y luego la Bioquímica ya me vino después...” (Ent.AA, 2011).

¹⁹³ “Mis papás no eran científicos, ni mis abuelos, ni mis hermanas son científicas. A mí desde que era niño, desde que estaba en primaria, me interesaban cosas así y se fue dando. Y en secundaria definí que quería ser biólogo... Y yo entré a este ambiente por mi maestro de Bioquímica de la Facultad, el ayudante de laboratorio. El maestro de laboratorio, él me trajo con Paco; me lo presentó, vi lo que hacía y dije: <<Esto es lo que yo quiero hacer>>...” (Ent.MZ, 2011).

Su abuelo fue el fundador de los laboratorios Zapata que hace más de 30 años se dedicaban a la producción de sueros y vacunas. Estos laboratorios fueron unos de los precursores industriales de la producción de sueros anti-alacránicos en el país (Viniegra, 2009).

Se observa cierta influencia familiar que los llevó a dedicarse al quehacer científico, ya que en el ambiente familiar donde crecieron se les inculcó (directa o indirectamente) el gusto por la ciencia¹⁹⁴. Hay que considerar que el peso de la familia es muy importante en la elección de la carrera, no sólo por el apoyo económico sino por las motivaciones y los valores que en ésta se inculcan (Bartolucci, 1994).

“Mi padre fue Ingeniero Químico y aunque él nunca me insinuó o dijo nada sobre que yo estudiara lo mismo que él, lo hizo de una manera más sutil y más efectiva que era invitarme a las reuniones a las que él iba, a las conferencias a las que él iba; entonces, eso me empezó a gustar y yo quise ser Ingeniero Bioquímico... Aunque debo decir que, durante mi infancia, mi padre fue gerente de una empresa productora de ron y nosotros vivíamos dentro de la fábrica, o sea, él era gerente y la familia vivía dentro de la fábrica en el Estado de Puebla. Una fábrica bellísima, pero era más bello el jardín que eran como 10 hectáreas de terreno y estaba construido en una ex hacienda colonial. Entonces, realmente, yo me desarrollé desde que tenía dos años hasta que me fui a la universidad en un ambiente de fermentación; pues veía los fermentadores ahí todos los días desde que era niño y acompañaba a mi papá cuando daba las pláticas de cómo se hacía el proceso de fermentación alcohólica y después cómo se destilaba el alcohol; entonces, tuve desde niño esta situación... Las fermentaciones me son muy familiares... Yo creo que mis tutores serían mis principales maestros, aunque debo reconocer que antes tuve otros, uno de ellos es mi padre que me orientó y fue el primer profesionista de su familia y yo soy, de alguna manera, uno de los herederos de esa primera transición... Mi abuelo era operador de ferrocarril y mi abuela era ama de casa, como todas las señoras en esa época. Mi padre era el primogénito y el primer profesionista de su familia y estudió Ingeniería Química en la UNAM. Entonces, gracias a la UNAM y a la gratuidad de la educación pública en México, él pudo hacer el cambio y yo tuve el privilegio de ser la segunda generación de profesionistas y ahora mis dos hijos son profesionistas y son de la UNAM” (Ent.EG, 2011).

Algunos de los entrevistados comparten el hecho de haberse formado en la licenciatura y/o posgrado de Investigación Biomédica Básica de la UNAM. La

¹⁹⁴ “... El grupo familiar es matriz privilegiada de la representación interna del grupo institucional y cumple un papel fundante de existencia que está presente en el mundo interno de cada participante... Es decir, que todo sujeto se integra y significa a un grupo desde su historia familiar y desde el mundo fantasmático que ésta generó. Llegar a un grupo y encontrar en él un lugar, remite inconscientemente a la inclusión en el grupo familiar, que configuró un ‘nosotros’.” (Remedi: 2008: 5).

Licenciatura ha tenido varias etapas de desarrollo, por lo que el programa de estudio se ha ido modificando (tanto los objetivos del mismo como las sedes donde se ha impartido). La licenciatura en Investigación Biomédica Básica comenzó a funcionar en marzo de 1974 como parte del Proyecto Académico de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica, de la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado (UACPyP) y del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), adscrito al Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBM). De 1974 a 1982, se pretendió formar jóvenes investigadores con liderazgo académico principalmente en el área de la Biología Molecular, que en ese momento era relativamente nueva pero que sin duda alguna iba a trascender. “De 1982 a 1990, la incorporación de 3 nuevas co-sedes: el Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno (CIFN), el Instituto de Biotecnología (IBt) y el Instituto de Fisiología Celular (IFC), dio a la licenciatura una mayor riqueza académica y fortaleció el compromiso académico de los investigadores participantes... Se avanzó a tropezones... Lo que sí es claro es que un grupo sustancial de jóvenes ha sido entrenado para ser investigadores productores de conocimiento y no usuarios del mismo. Este hecho ha tenido repercusiones de alcance imprevisible en la organización de la ciencia y en los avances que el grupo de biomedicina ha logrado en la UNAM y en el país” (Lomnitz, 2006: 100-103). La Licenciatura de Investigación Biomédica Básica fue concebida para absorber un pequeño y muy seleccionado grupo de estudiantes a fin de que recibieran un entrenamiento intenso, personalizado y participativo en investigación experimental.

Algunos investigadores se formaron durante las 2 primeras etapas de desarrollo de dicha licenciatura, bajo un programa de estudio con un método de formación más libre que pretendía crear un nuevo tipo de investigador que desde una etapa temprana fuera más independiente, que estuviera motivado para realizar proyectos innovadores (con temas relevantes en términos de la realidad nacional) y que mediante un entrenamiento lograra desarrollar competencias para poder insertarse en grupos científicos enfocados a hacer ciencia de frontera (en centros de excelencia en el extranjero). Esto se ve reflejado en su perfil profesional, ya que los egresados de dicho programa eran científicos jóvenes, libres, imaginativos, motivados, creativos y entrenados a trabajar en grupo y suplir en organización las carencias del medio (Lomnitz, 2009).

“... Cuando entré a la carrera, me di cuenta de que es una carrera muy intensa, muy bien planeada, en donde tuve buenísimos profesores, los profesores son los investigadores entonces dan los cursos teóricos los dan ellos. El primer año tienes muchos cursos teóricos, pero tienes mucho contacto con los investigadores y ellos te platican muchísimo de sus proyectos de investigación. Entonces, te das cuentas de qué tipo de cosas puedes hacer y te platican cómo son los experimentos; aunque, no los estás realizando, ya te das cuentas de qué significan. En el segundo año de la carrera tú escoges un laboratorio al que te quieres ir, de todos los posibles y entras con ese profesor hablas con él, él te va a dar un proyecto de investigación y vas a empezar a trabajar en investigación... Entonces desde el segundo año de la carrera ya estaba haciendo investigación de frontera, no estaba haciendo experimentos y prácticas de laboratorio sino estaba haciendo experimentos de investigación en base a un proyecto de investigación que me proponía mi profesor. En ese entonces yo no era capaz de proponer un proyecto, pero estaba aprendiendo cómo hacer investigación...” (Ent.AB, 2011).

Entre los entrevistados que realizaron su licenciatura y/o posgrado en el Instituto de Investigación Biomédica Básica (IIB) de la UNAM, se encuentran: la Dra. Elda Espín, el Dr. Mario Zurita, el Dr. Alejandro Alagón, el Dr. Enrique Galindo, la Dra. Susana López, el Dr. Carlos Arias y la Dra. Alejandra Bravo.

“Estudí la licenciatura, maestría y doctorado en Investigación Biomédica Básica en la UNAM. Y cuando me gradué del doctorado inmediatamente me contrataron aquí. El Dr. Quintero me contrató como investigador asociado, en ese entonces se llamaba Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, éramos centro todavía; entonces, empecé a trabajar con él como investigador asociado y me propuso investigar sobre la bacteria con la que trabajo actualmente que se llama *Bacillus thuringiensis*...” (Ent.AB, 2011).

De acuerdo con los entrevistados, tanto a nivel licenciatura como posgrado, la formación que impartían en Investigación Biomédica Básica era 80% experimental. Desde el segundo año de la carrera aprendieron a realizar investigación “haciendo investigación”. Esto quiere decir que el trabajo en laboratorios fue indispensable en su formación profesional. Todo el tiempo estaban haciendo hipótesis y tratando de comprobarlas mediante experimentos. Para ellos era una ventaja aprender a través de la práctica, porque a temprana edad desarrollaron experiencia en el trabajo de laboratorio. Incluso en el doctorado era una situación similar, ya que no había cursos (a menos que el Comité Tutorial recomendara tomar alguno) y sólo se trabajaba sobre un tema en particular (como un modelo) para aprender metodología de la ciencia.

“... La licenciatura es experimental... No teníamos que pasar 4 años de teoría y luego aplicarlo, sino que te metían en un laboratorio para hablar con investigadores y estudiantes de posgrado a trabajar. Toda la vida fue trabajar en laboratorio y la mentalidad que tienes es experimental, o sea, la mentalidad que te dan es hacer hipótesis y probarlas experimentalmente” (Ent.SL, 2011).

“... Hice la maestría y el doctorado en Investigación Biomédica Básica... La flexibilidad es la principal fortaleza de este programa de posgrado y a su vez puede ser una de sus debilidades... En realidad era un programa totalmente libre para hacer investigación, sobre todo en el doctorado. En la maestría llevaba algunas materias, pocas, creo dos o tres materias y en el doctorado no había materias para nada de investigación. De hecho eso permitió la flexibilidad de poder estar todo el tiempo en el laboratorio” (Ent.CA, 2011).

En el caso de algunos investigadores, al terminar la licenciatura se pasaron directo al doctorado¹⁹⁵. Esto porque el programa de posgrado de Biomédicas contaba con esa opción, siempre y cuando el Comité considerara que el alumno poseía el potencial necesario para hacer directamente el doctorado. Entonces, algunos cursaban la licenciatura y el doctorado en 5 años.

Por otro lado, aunque no todos estudiaron en el IIB, el resto de los entrevistados estudió en alguna otra instancia de la UNAM y/o en otros currículos de excelencia e instituciones de prestigio. El Dr. Bolívar realizó sus estudios de licenciatura, maestría y doctorado en la Facultad de Química de la UNAM; y el posdoctorado lo realizó en Estados Unidos. En el caso del Dr. Darszon, la licenciatura la realizó en México (pero a diferencia del resto de los casos, estudió en una Institución Privada), el doctorado lo realizó en el Departamento de Bioquímica del CINVESTAV¹⁹⁶ (IPN) y el posdoctorado en Estados Unidos. Y otros estudiaron su posgrado (maestría y/o doctorado) en el extranjero: En el caso del Dr. Possani, estudió la licenciatura en Río Grande do Sul en Brasil (país de donde es oriundo) y el doctorado en París; pero el posdoctorado lo realizó en Estados Unidos (en la Universidad Rockefeller). En el caso del Dr. López Munguía, sólo estudió la licenciatura en México (en la Facultad de Química de la UNAM); mientras que la maestría la cursó en Reino Unido, el doctorado en Francia y realizó estancias de investigación en México (en la Facultad de Química de la UNAM, donde empezó a trabajar tras obtener la maestría antes de ingresar al IBt). Y en el

¹⁹⁵ También está el caso del Dr. Alagón, que estudió la maestría en Investigación Biomédica y al mismo tiempo la carrera de Medicina y cuando terminó la maestría se fue a la Universidad de Rockefeller a hacer un posdoctorado porque allá a los médicos se les considera doctores.

¹⁹⁶ Para el Dr. Darszon, el CINVESTAV fue una institución determinante para las relaciones que posteriormente estableciera en el ámbito laboral; así como también fueron determinantes sus redes de investigación a través de las diversas estancias que realizó en Europa y Asia.

caso del Dr. Octavio Ramírez, éste realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Ciencias de la UNAM; mientras que la maestría y doctorado en la Universidad de Drexel (Estados Unidos), donde empezó a laborar como asistente de maestro mientras realizaba sus estudios de maestría y doctorado (antes de ingresar a laborar al IBt)¹⁹⁷.

Cabe señalar que se observa como una constante que aquellos que hicieron su posgrado en Investigación Biomédica Básica (IIB) en la UNAM o que ingresaron en ese Instituto en algún momento para laborar, posteriormente, fueron invitados a trabajar en el IBt. Lo cual no es una coincidencia, dado que la idea de creación del Instituto (antes Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología: CIIGB) surge en el seno del IIB¹⁹⁸ (siendo el Director de éste el Dr. Jaime Mora) dentro del primer núcleo biotecnológico donde participaron activamente: Rodolfo Quintero Ramírez, Francisco Bolívar Zapata y Xavier Soberón.

“Yo empecé trabajando dentro del Departamento de Biología Experimental que luego se transformó en el Instituto de Fisiología Celular. Fui uno de los fundadores del Instituto de Fisiología Celular... Hice un proyecto junto con el Dr. Rafael Palacios, Jaime Mora y obviamente Ricardo Tapia, que era mi asesor, era el jefe del grupo... para organizar en la UNAM un servicio de análisis de aminoácidos y secuencia de proteínas que no había y el Rector nos apoyó con los equipos. Entonces, cuando se compraron esos equipos, como el Dr. Rafael Palacios y Jaime Mora estaban en Biomédicas, me dijeron que si yo quería usar esos equipos tenía que ir a Biomédicas. Entonces yo me cambié de adscripción del Instituto de Fisiología Celular al Instituto de Biomédicas y eché a andar ese servicio, esa infraestructura. Ahí me encontré al Dr. Francisco Bolívar, que acabada de regresar de su estancia posdoctoral en Estados Unidos y él hizo la iniciativa de hacer el actual Instituto de Biotecnología, que en aquel entonces se llamaba Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Y me invitó a venir a Cuernavaca...” (Ent.LP, 2011).

De ahí que, en un principio, los primeros grupos del IBt se conformaron a partir de invitaciones de estos científicos (que además fueron pioneros en Biotecnología). Y entre los investigadores invitados por éstos, se encontraban sus estudiantes más destacados en campos de conocimiento emergentes (Ingeniería Genética y

¹⁹⁷ Ver cuadro 5 en la parte de Anexos: “Formación académica de los 12 líderes del IBt por Departamentos (Disciplina, Institución y Estancias de investigación)”.

¹⁹⁸ “... El Instituto de Investigaciones Biomédicas se vio poblado de gente joven, inquieta, que recorría sus corredores cuestionando a sus investigadores. Esta población estudiantil permitió no solamente la fundación del Centro de Investigaciones sobre Fijación de Nitrógeno (1980) sino los Institutos de Biotecnología, el Instituto de Fisiología Celular (1983) y recientemente el Centro de Ciencias Genómicas (2004) que durante varios años fungieron como co-sedes del programa...” (Lomnitz, 2009: 91).

Biotecnología). Tal es el caso de: la Dra. Alejandra Bravo¹⁹⁹, el Dr. Octavio Ramírez, el Dr. Enrique Galindo, la Dra. Susana López, el Dr. Carlos Arias, el Dr. Alejandro Alagón el Dr. Mario Zurita, la Dra. Elda Espín y el Dr. Possani. Por ejemplo, en el caso del Dr. Mario Zurita, desde los estudios de licenciatura se formó con el fundador del IBt (Francisco Bolívar), entrando así al primer laboratorio de México donde se hacía Ingeniería Genética. Después, en la maestría es asesorado por otro personaje importante en la historia institucional del IBt (Xavier Soberón). Mientras que en sus estudios de doctorado que realizó en el CIIGB, volvió a estar bajo la dirección de dos grandes investigadores (Francisco Bolívar y Xavier Soberón) y después ingresó a trabajar al Instituto. Otro caso similar es el del Dr. Enrique Galindo Fentanes, quien a lo largo de su formación profesional aprendió de prestigiados investigadores (no sólo diversos aspectos sobre Ingeniería Química y Biotecnología, sino también el dinamismo y compromiso por la ciencia): El Dr. Gustavo Viniegra González (a quien también conoció en su estancia por la UAM- I), el Dr. Rodolfo Quintero (quien le dio la oportunidad de estudiar la maestría y ser técnico académico de su grupo), el Dr. Francisco Bolívar (quien fue parte del Comité Tutorial de Maestría) y el Dr. Agustín López Munguía (quien además de ser su colega de trabajo fue su tutor del doctorado en el CIIGB). Podemos decir que en las primeras etapas de la historia del IBt, se dio una fuerte endogamia académica. Sobre todo, cuando se empezaban a conformar los grupos de investigación. Esto quiere decir que la endogamia del IBt se debe al momento del proceso institutivo en el que estaba el campo disciplinario y la propia institución.

“... En aquella época no había ninguna maestría en Biotecnología, lo más cercano a eso era una maestría en Investigación Biomédica Básica en el Instituto de Biomédicas... Ahí conocí a Rodolfo Quintero porque él daba clases en la UNAM y sabía que tenía un grupo de investigación en Biomédicas. Él es uno de los pioneros de la Biotecnología en México y de sus promotores. Entonces yo quise ser miembro de su grupo y me fui a hacer formalmente la maestría de Investigación Biomédica Básica... Como la maestría tenía un enfoque experimental, pues uno realmente aprendía lo que hacía en el laboratorio. Entonces trabajé en producir intermediarios de insulina humana con la *Escherichia Coli*, que eran de los primeros trabajos cuando estaba empezando lo de Ingeniería Genética. Me recibí de la

¹⁹⁹ Por ejemplo, el caso de la Dra. Bravo, que su ingreso al IBt fue por medio del Dr. Quintero y del Dr. Jaime Mora, cuando estaban buscando gente para que ingresaran al Instituto. Terminando el doctorado, contactaron a la Dra. Bravo para ofrecerle una plaza de Investigador Asociado. Al principio, le propusieron 3 proyectos diferentes; pero, se decidió a trabajar con *Bacillus Thuringiensis*. Un tema que nadie más estaba trabajando en la UNAM. Entonces, era una línea de investigación nueva que podía empezar a desarrollar.

maestría en el 85. Después me metí a trabajar como técnico académico en el propio grupo del Dr. Quintero en el Instituto de Investigación Biomédica (IIB). Y nos venimos acá a Cuernavaca en noviembre de 1984, me invitaron a participar al Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología.... Primero fui técnico académico y después me contrataron como Investigador Asociado... Ya siendo personal de la UNAM me inscribí en el Doctorado en Biotecnología, que se había acabado de crear justamente en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB)...” (Ent.EG, 2011).

Cabe mencionar que algunos líderes académicos entrevistados tuvieron un papel relevante en la formación de varios investigadores que ahora son miembros del IBT²⁰⁰. Por lo menos, 3 de los 12 casos que conforman la muestra de estudio fueron estudiantes de alguno de sus colegas (en algún momento de su formación académica): el Dr. Bolívar fue tutor del Dr. Mario Zurita, el Dr. Possani fue tutor del Dr. Alagón (a quien dirigió la tesis de maestría y doctorado); el Dr. Agustín López Munguía fue tutor del Dr. Enrique Galindo²⁰¹. Asimismo, esta endogamia académica²⁰² es reproducida por otros líderes académicos con algunos estudiantes. En el caso del Dr. Galindo, su estudiante de doctorado en 1998, posteriormente, se convierte en investigador asociado de su grupo de investigación (su mano derecha).

En suma, la institución constituye para los sujetos el trasfondo de continuidad sobre el que se inscriben los movimientos de su historia y de su vida psíquica. Es por ello que la institución adquiere sentido para el sujeto porque se entrecruza y se entrelaza con su biografía personal. El papel de las instituciones educativas va más allá de la sola regulación del trabajo, es un espacio de representación y vinculación de

²⁰⁰ El sistema de educación superior exige y fomenta la obtención de grados académicos y la producción de conocimiento por parte de todo su personal docente, pero al mismo tiempo las supone como condición para la acreditación de los programas de licenciatura y posgrado. Esta tensión generada por las políticas de desarrollo del sector ha incrementado la formación de académicos en los programas de posgrado de su propia institución. En este sentido, la endogamia académica puede ser definida como la contratación de docentes para una institución donde son elegidos sus mismos egresados (Grediaga, 2000).

²⁰¹ Entre los investigadores de la UNAM que han sido formados por Francisco Bolívar, se encuentran los siguientes: Dr. Federico Sánchez Rodríguez (Investigador Titular "C", Instituto de Biotecnología); Dra. Alejandra Covarrubias Robles (Investigador Titular "C", Instituto de Biotecnología); Dr. Luis Covarrubias Robles (Investigador Titular "C", Instituto de Biotecnología); Dr. Xavier Soberón Mainero (Investigador Titular "C" y fue Director del Instituto de Biotecnología); Dr. Baltazar Becerril Luján (Investigador Titular "B", Instituto de Biotecnología); Dr. Enrique Merino Pérez (Investigador Titular "B", Instituto de Biotecnología); Dr. Félix Recillas Targa (Investigador Titular "A", Instituto de Fisiología Celular); Dr. Mario Rocha Sosa (Investigador Titular "B", Instituto de Biotecnología); Dr. Mario Zurita Ortega (Investigador Titular "B", Instituto de Biotecnología); Dr. Alejandro Garciarrobio (Investigador Asociado "C", Instituto de Biotecnología); Dr. Guillermo Gosset Lagarda (Investigador Titular "B", Instituto de Biotecnología); entre otros más.

²⁰² Ver cuadro No. 6: Esquema explicativo de endogamia académica en el IBT, en la parte de anexos.

los sujetos en la institución con trayectorias académicas y biográficas distintas (Remedi, 2004).

Los sujetos integrados a las instituciones de excelencia se ven impelidos a identificar su funcionamiento psíquico personal con el ideal institucional. Ajustan su modo de ser, de pensar, de actuar a los modelos propuestos e interiorizan el sistema de valores, concordando sus comportamientos a las reglas y procedimientos institucionales e incorporando los hábitos. De alguna forma, al ser miembro de una institución se interioriza el modelo imaginario de ésta, reforzando un proceso identificador (Remedi, 2006). Por lo tanto, la formación académica de los científicos ha estado marcada por los grupos institucionales a los que se ha adscrito a lo largo de su trayectoria formativa y laboral. Pero cabe preguntarnos ¿cómo adquieren el hábitus científico que los lleva a convertirse en líderes académicos?

2.2. “Aprendiendo sobre hombros de gigantes”:

- El aprendizaje del hábitus científico: El papel del tutor y los pares en el proceso de formación.
- La importancia de la movilidad académica en distintas etapas de formación.
- El liderazgo académico: Herencia académica o aprendizaje.

Podemos hablar de distintas etapas de socialización por las que transitan los científicos a lo largo de su trayectoria académica (de formación) e interiorizan el hábitus científico²⁰³. De acuerdo con Lomnitz (2009), en la licenciatura el estudiante es integrado al grupo de su generación. Sin embargo, el significado que este grupo tiene es sólo temporal. En una segunda etapa los estudiantes pasan a pertenecer a un laboratorio, el cual actúa como una familia²⁰⁴. Por lo que el hecho de pertenecer a un grupo de trabajo²⁰⁵, le otorga un sentido de identidad y pertenencia. Y es a través del proceso de socialización, que los estudiantes internalizan una ideología compartida

²⁰³ Bourdieu trata de reconstruir en torno al concepto de hábitus el proceso por el que lo social se interioriza en los individuos y logra que las estructuras objetivas concuerden con las subjetivas, da a la conducta esquemas básicos de percepción, pensamiento y acción. De tal manera que el hábitus es lo que permite que los individuos se orienten en el espacio social propio y que adopten prácticas acordes con su pertenencia social (Bourdieu, 2000).

²⁰⁴ “El proceso de socialización del científico tiene lugar a través de su integración a una o varias familias de investigadores, las cuales son cohesivas, y tienen una ideología propia. El proceso de integración a esta familia científica es tan intenso y cercano que se asemeja a aquel que tiene lugar entre el niño y su familia de origen y la sociedad” (Lomnitz, 1991:138).

²⁰⁵ “El grupo es una organización de vínculos intersubjetivos en la que los sujetos producen formaciones y procesos psíquicos específicos, que se manifiestan en grupos empíricos que forman, a su vez, el marco de las relaciones intersubjetivas organizadas socialmente” (Souto, 2004:30).

entre los miembros del colectivo científico al que desea pertenecer (hábitos de trabajo, disciplina y formas de pensamiento). En la interacción con el profesor, con otros investigadores y grupos de investigación, el estudiante aprende cómo debe presentar sus ideas, el tipo de ideas que son reconocidas y la forma como debe exponerlas y defenderlas. Y es a través de estos tres medios que se transmite el ideal del científico.

“... Es a partir de la experiencia con el otro, donde se comienza a construir en el interior del sujeto la representación del otro, así como la representación de la relación con el otro. Se constituye así la matriz fundante de la dimensión intrasujeto, como un escenario habitado por personajes que ponen en escena distintos tipos de roles, funciones y modalidades de relación... El grupo es una organización intersubjetiva en las que se transportan y se transforman relaciones de objeto: <<identificaciones, complejos, imagos, fantasías y mecanismos de defensa, ciertos significantes y ciertas representaciones que se han formado en cada sujeto en primer lugar a través de los vínculos que lo unían al grupo familiar primario o lo que para él ha tenido ese lugar y esa función>>” (Remedi, 2008:4-9).

Por lo tanto, el sujeto se constituye en el vínculo con “los otros” y se configura la construcción de una trayectoria a través de procesos intersubjetivos y transubjetivos. “Fortes y Lomnitz (1991) argumentan que el individuo se desarrolla a través de una serie de identificaciones con los otros y que en el juego de identificaciones especulares se va desarrollando un concepto de sí mismo y un sentido de mismidad y de diferencia con los demás al interior del grupo. A través del proceso de identificación el individuo va forjando un Ideal del Yo, un ideal al cual siempre aspira, que norma su conducta y sus expectativas, y que está constituido por identificaciones con ideales culturales, parentales y de figuras significativas” (Hamui, 2008: 94).

En una tercera etapa de socialización, el científico se identifica más con aquella red de colaboradores que trabajan un mismo tema de investigación y son con los que se reúnen para escribir publicaciones, presentar investigaciones en congresos, entre otras formas²⁰⁶. Entonces, ¿Cómo se socializaron los científicos del IBt? El científico atraviesa por distintas etapas de socialización a lo largo de su trayectoria académica, pero además existen ciertos procesos que llevan al científico no sólo a sentirte o identificarse como parte de un grupo sino a incorporar conocimiento, valores, ideales y esquemas propios de una disciplina, que con el tiempo se van modificando de acuerdo

²⁰⁶ Las redes de conocimiento son formas de interacción entre los sujetos con vocación similar, misma que se identifica por su motivación, especialización, inspiración y nivel de confianza con el que logran hacer dicha interrelación (Hurlbert, 1991).

a la posición que van jugando los sujetos en el campo científico. Las etapas de socialización en el proceso de formación son clave para la interiorización del hábitus.

“Durante el proceso de formación del científico se pretende desarrollar una estructura de control compuesta por tres tipos de disciplinas distintas: la disciplina de trabajo (eficiencia, orden, laboriosidad y tolerancia para trabajar largo tiempo), disciplina mental (adquisición del lenguaje, de los paradigmas y del método científico) y la disciplina emocional en la que se desarrolla la tolerancia a la frustración y el control de la agresión, así como la paciencia, independencia y perseverancia” (Lomnitz, 2004: 5). Por lo que la formación de los científicos requiere de una socialización intensa, ya que exigen del sujeto un alto nivel de entrega, lealtad y compromiso. Sin duda alguna, la licenciatura es una etapa de socialización secundaria central en la transmisión de normas y valores, además de la acumulación de un bagaje de conocimiento (un vocabulario especializado, nuevas reglas de comportamiento y actitudes, conocimientos técnicos, etc.). Pero la maestría y el doctorado representan etapas de socialización y formación aún más relevantes, ya que en el posgrado el investigador va incorporando más herramientas teóricas y metodológicas para iniciar el desarrollo de sus propias líneas de investigación y, posteriormente, convertirse en un científico independiente y consolidado, con un pensamiento innovador, creativo y crítico.

“... He hecho 2 estancias... En la maestría uno puede escoger otros laboratorios; pero yo volví a este que conocía porque éste chino era muy bueno, sabía que me podía enseñar mucho, era un químico orgánico metido en inmunología. Entonces el que me permitiera manejar proteínas, el pegar una proteína con otra proteína, poder purificarlas y caracterizarlas, eso me interesaba mucho a mí. Estaba en el lugar correcto, entonces, por eso me fui ahí y además la otra cosa que es muy interesante de ese laboratorio es que me gustaba el perfil del chino éste porque no era un chino que se quisiera sentir “chucha cuerera”, ni era de los payasos porque siempre hay muchos payasos, algunos con fundamento y muchísimos sin fundamento... Entonces, eso me gustó mucho y como sólo había estado 6 meses con él; pues, ahora quería estar más tiempo...” (Ent.AA, 2011).

En cada etapa formativa, el sujeto se inserta en distintos grupos al trabajar en los laboratorios, donde no sólo aprende aspectos disciplinares sino también va legitimando una posición. La disciplina²⁰⁷ es la que da forma a la identidad vocacional del investigador, ya que el identificarse mutuamente en actividades similares implica

²⁰⁷ La disciplina da identidad a los académicos, mientras que las relaciones que los académicos entablan parten de la identidad que confiere la disciplina y se encarnan en la universidad. Entonces, los grupos de investigación se observan como estructuras sociales que permiten dar cuenta del comportamiento del actor, del grupo y de la organización en formas diversas (Hamui, 2005).

reconocer el esfuerzo que realiza cada uno para llegar a ser investigadores y desenvolverse en ese medio, intentando llegar a ser reconocidos por el grupo al que pertenece (Vessuri, 1991). La mayoría de los investigadores quiere llegar a ser como los grandes dentro de su campo de conocimiento y para eso fijan sus estrategias, observando sus propias limitaciones y ventajas frente a otros. Pero es en el grupo de trabajo donde se hacen fuertes y donde la confraternidad de sus colegas ayuda a fijar los problemas apropiados y proporciona las herramientas intelectuales con las cuales enfrentarlos, aunque a veces haya conflicto entre ellos. Esto es lo que implica la socialización en el terreno de la formación disciplinaria.

“... Yo llegue ahí como estudiante de licenciatura para ver si me daban chance de trabajar, de hacer mi tesis de licenciatura y así fue. Pero también entras a prueba, si no la haces te tienes que ir. Y en Stanford se dio la oportunidad, le pidieron a Paco que propusiera a alguien para irse hacer un posdoc a Stanford y me eligió a mí y ya me fui; pero, también estuve a prueba ahí. Y cuando estuve en Harvard, ya fue más a otro nivel. Yo tenía mucha más experiencia, el Dr. Fotis Kafatos se dio cuenta de eso, llegué con mi dinero que me dio la *Pew Foundation* y, entonces, él me dio toda la libertad para desarrollar todo lo que yo quisiera, sin tener que dirigirme realmente. Pero aprendí mucho de él de otras cosas y también de su forma de cómo ver la ciencia, cómo enfocar los problemas para atacar un proyecto, una pregunta... Me gustó mucho estudiar con Fotis...” (Ent.MZ, 2011).

El primer paso hacia la independencia académica del científico consiste en realizar una estancia en el extranjero y sacar una publicación con el tutor. “... Cuando comienzan como estudiantes graduados, no son juzgados principalmente por su habilidad en los trabajos de laboratorio, ni por su conocimiento innato de temas científicos amplios o restringidos, ni desde luego por su ingenio o su encanto personal: se los juzga y se los conoce (o se los desconoce) por sus publicaciones...” (Day, 1995; citado en Kreimer, 2009: 94). Sin embargo, el hecho de producir un artículo o un libro y de poseer una cultura científica no convierte de forma automática a un individuo en miembro de la comunidad científica. Esto sólo significa el comienzo de su incorporación al campo disciplinar, su vinculación con la comunidad internacional y el comienzo de intercambios académicos²⁰⁸. “La internalización del papel del científico implica primero un proceso lento de adquisición de hábitos de trabajo, disciplinas,

²⁰⁸ “El individuo debe participar de un sistema de relaciones de intercambio con otros científicos; es decir, debe ser reconocido, leído y citado, y a su vez debe reconocer el trabajo de los demás (Hagstrom, 1973; Merton, 1973; Storer, 1966). El reconocimiento toma tiempo, por lo que el ingreso a la comunidad científica representa un proceso gradual y no repentino o dramático” (Lomnitz, 2005: 14).

formas de pensamiento y controles emocionales. Sin embargo, además de eso necesita producir un trabajo original con sus propias ideas y estilo personal, lo que permite a la ciencia progresar, introducir cambios y la evolución en el pensamiento científico (Lomnitz y Fortes: 1991:76)”.

“... Una vez que la formación en investigación ha concluido con los estudios de doctorado, en teoría, el investigador ya está preparado para continuar con un trabajo académico independiente en el área y tema en el que se formó. Sin embargo, los primeros pasos hacia la independencia suelen ser un proceso en el que la mayoría de los jóvenes recién doctorados aún dependen de las colaboraciones con sus tutores. La mayoría de las veces el cordón umbilical se irá adelgazando poco a poco hasta romperse, en la medida en que el doctorante inicie sus propios proyectos de investigación” (Izquierdo, 2006: 14).

Por ejemplo, Francisco Bolívar escribió 2 artículos con su tutor Jaime Martuscelli (como producto de su tesis doctoral), los cuales fueron poco citados; pero sirvieron para que Bolívar se familiarizara con el manejo y estudio de los fagos, conocimiento clave para su gran contribución a la Biotecnología Básica. En 1976, como becario posdoctoral del laboratorio de Herbert Boyer (profesor de la Escuela de Odontología de la Universidad de California en San Francisco), pudo culminar un esfuerzo realizado entre el laboratorio de Stanley Cohen (premio Nobel de la Universidad de Standford) y el de Herbert Boyer. El trabajo iniciado en 1976 sirvió para demostrar por primera vez que era posible producir en el laboratorio (con un cultivo de bacterias de la especie *Escherichia coli*) la copia del gen correspondiente a un péptido hormonal llamado somatostatina. De ahí en adelante la biología nunca sería como antes, se había descubierto el método práctico para introducir genes de una especie a otra con relativa facilidad. El nombre de Bolívar ha quedado ligado a dicho descubrimiento (Viniestra 2009).

Dentro del proceso de socialización, las estancias de investigación son un momento clave en las trayectorias formativas de los científicos. De los 12 investigadores entrevistados, 3 de estos realizaron estancias de investigación al terminar la licenciatura (Alagón, López Charretón y Ramírez), 4 hicieron estancias terminando la maestría (Galindo, Arias, López Munguía y Espín) y 5 empezaron al término del doctorado (Bolívar, Possani, Darszon, Zurita y Bravo). Esto repercute en el nivel de consolidación de la carrera profesional y en “el ideal del científico” que estos investigadores tienen y, por ende, influye en la manera en que forman a sus estudiantes. Al hablar con varios de sus estudiantes me percaté de que estos

científicos tienden a replicar o implementar varias estrategias de formación que ellos tuvieron y que consideran que resultaron favorecedoras en su trayectoria académica.

La estancia de investigación durante los estudios de doctorado es significativa porque es cuando realmente se empiezan a establecer vínculos con pares (a nivel nacional e internacional). Pero no es sino hasta que realizan su estancia posdoctoral cuando los investigadores (de manera más autónoma) realmente se consolidan y refuerzan los vínculos con sus pares que, posteriormente, serán grandes colaboradores en la etapa laboral. Esto porque durante las estancias posdoctorales es cuando los entrevistados conocen a eminencias en el campo de la Biotecnología que son parte de una comunidad científica de referencia a nivel internacional. Además de que manifiestan que el posdoctorado es la etapa en la que hacen más sólidos sus conocimientos²⁰⁹. Varios investigadores decidieron hacer el posdoctorado porque necesitaban aprender más, sentían la necesidad de reforzar y actualizar sus conocimientos; así como de explorar otros temas que consideraban relevantes y necesarios porque en el marco internacional de la Biotecnología ya se estaban explorando.

“... Le dije al Dr. Quintero que tenía que salir de México y hacer una estancia en algún grupo que estuvieran trabajando con esta bacteria, para aprender a trabajar bien con ella y, entonces, el Dr. Quintero me apoyó y me fui como año sabático a trabajar a Bélgica, en una compañía que se llama *Plant Genetic Systems*, que es parte de una compañía que actualmente se llama *Bayer CropScience* y que trabaja en biotecnología de plantas y trabaja mucho con esa bacteria. Entonces, me fui a un grupo buenísimo donde aprendí muchísimo, cuando regresé estaba como transformada. De no saber qué hacer con esa bacteria a tener miles de ideas y estuve un tiempo en México y luego cuando tuve la oportunidad de hacer otro sabático, volví a salir y esta vez fui al Instituto Pasteur a un grupo donde trabajaban con esta bacteria. Entonces tuve 2 estancias posdoctorales fuera de México, pero entre cada una regresé a México a trabajar con Quintero. Cuando regresé del Instituto Pasteur, Quintero ya tenía otras aspiraciones. Bueno yo había subido en mi escalafón en la UNAM...” (Ent.AB, 2011).

La movilidad temporal internacional de los investigadores es un importante mecanismo de difusión de conocimiento y emergencia y desarrollo de redes de

²⁰⁹ García Romero (2000) investiga el efecto de la estancia posdoctoral en la productividad científica y llega a la conclusión de que tras la estancia posdoctoral se produce un sensible incremento de la productividad de los investigadores.

colaboración científica²¹⁰. Gaillard y Gaillard (1997) identifican la movilidad como un fenómeno socio-antropológico, característico del quehacer científico. Ésta hace que el individuo se confronte con culturas y situaciones distintas, lo que frecuentemente favorece la emergencia de nuevas ideas y descubrimientos (Johnson, 1968); asimismo, favorece la transmisión del conocimiento que no puede circular por otras vías, por estar estrechamente asociado a determinados contextos o a determinadas personas y fomenta la emergencia y el desarrollo de redes de colaboración, reconfigurando el capital social que vincula a individuos y colectivos (Bozeman, et. al., 2001). Por lo tanto, la movilidad internacional es un rito de paso a través del cual se alcanza un estadio de profesionalización más avanzado; es decir, es el comienzo del camino a través del cual el científico puede recibir el reconocimiento de su capacidad investigadora o profesional por parte de sus colegas o pares (Gläser, 2001).

“... Empecé a trabajar con Possani y me propuso 3 proyectos... Entonces, él traía 5 gramos de un veneno de un alacrán brasileño que se llama *Tityus Serrulatus*, la idea de empezar a caracterizar toxinas y además me dijo: <<Si logras purificar una toxina te llevo a la Rockefeller University para que le hagas análisis de aminoácidos y secuencia>>. Y 6 meses después estaba yo en la Rockefeller University... Ahí fue donde me di cuenta de que realmente no sólo me encantaba la investigación porque eso ya lo sabía, sino que además nadie de allá me apantallaba. Sabía que yo podía trabajar bien al nivel de ellos y eso me dio una seguridad enorme. Y conocía mucha gente muy interesante, conocí a muchos Premio Nobel, trabajé en un laboratorio maravilloso que tenía todo comparado con lo que teníamos en México... Allá trabajé esos 6 meses con un chino que se llama T. P. King, estaba empezando a caracterizar el veneno de avispas para detectar los alérgenos. Entonces, me tocó hacer ese trabajo pionero de pura chiripa. Y salió un artículo hasta 1978 del trabajo que habíamos hecho en 1975, un artículo que ha sido muy citado y aprendí montones...” (Ent.AA, 2011).

“La elección de los lugares de destino está motivada por las expectativas de desarrollo profesional por lo que, normalmente, se eligen aquellos lugares que se consideran más relevantes dentro de su campo del conocimiento o esfera de la actividad. Sin embargo, la elección también depende de preferencias individuales,

²¹⁰ “Desde el 2005, varios organismos han colaborado para crear la Red de Talentos Mexicanos en el Exterior, buscando coadyuvar a que los mexicanos altamente calificados que residen en el exterior y están vinculados a negocios o sectores que generan alto valor agregado puedan contribuir a una mejor inserción de México en la economía global y, en particular, en la llamada economía del conocimiento (IME-FUMEC, 2007). La Red de Talentos Mexicanos en el Exterior es apoyada por el Instituto de los Mexicanos en el Exterior (IME) de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y la Fundación México- Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), con respaldo del CONACYT y de la Secretaría de Economía (SE)...” (Marmolejo, 2009: 111).

habilidades, imperativos de tipo legal, existencia de redes previas o raíces culturales” (González, 2011:75). La mayoría de los entrevistados realizó su estancia posdoctoral en Estados Unidos. Algunos regresaron al mismo lugar donde hicieron su estancia doctoral; mientras que otros optaron por insertarse en algún laboratorio donde les fuera posible consolidar sus conocimientos adquiridos y/o aprender otras cosas que consideraban necesarias para su desarrollo profesional y que no les había sido enseñadas durante su formación académica.

Un aspecto imprescindible es que durante las estancias de investigación en el extranjero, los científicos trabajaron en laboratorios de investigadores reconocidos en el plano internacional de la ciencia (desarrollaban ciencia de frontera) y a pesar de eso y de tener oportunidades laborales en esos lugares decidieron regresar a México. Muchos de ellos lo hicieron con la esperanza de desarrollar ciencia de frontera en el país o bien con la expectativa de contribuir a la solución de problemas locales y de alguna manera retribuir con su conocimiento a la sociedad. Lo cual no fue un error, ya que estos científicos han logrado contribuir al desarrollo de la Biotecnología en nuestro país y han logrado consolidar su trayectoria profesional. Por ejemplo el caso del Dr. Alagón, que entre las estancias de investigación que realizó destaca un año sabático en el Sur de España (en el Instituto de Biomedicina y Parasitología Molecular), donde además de terminar de formarse como biólogo molecular se dio cuenta de que a pesar de que el contexto bajo el cual tuvo que desarrollar ciencia no era el más adecuado (dado que no era un laboratorio de punta, con algunas carencias) aun así se podía hacer trabajo científico de calidad. Eso lo hizo pensar en que tenía que regresar a México para desarrollar un trabajo más eficiente porque era posible hacerlo, pese a las carencias o problemas que enfrenta la ciencia en el país²¹¹.

“... Estoy muy contento de estar aquí, probablemente, me hubiera quedado en Estado Unidos si no me hubiera invitado el Dr. Bolívar a venir para acá. Entonces, siento realmente que es mi Instituto, trabajé como fundador de Fisiología Celular y después en Biomédicas antes de venir para acá; pero, realmente el IBt es donde he hecho la mayor parte del trabajo que fue reconocido nacional e internacionalmente. Y todavía continúa” (Ent.LP, 2011).

²¹¹ “A través de las redes de conocimiento el investigador de un medio no europeo se incorpora a una subcultura (científica) que le es doblemente ajena, como un desarrollo especial y esotérico de la modernidad y como un producto histórico de una tradición particular -la euronorteamericana- no fácilmente transferible de un lugar a otro, por lo que resulta en una penetración y a menudo en una subordinación cultural. En esta doble adscripción heterónoma, ese investigador puede ser un agente importante del cambio cultural en su país, pues la ciencia continúa siendo un puente simbólico efectivo entre universos ideológicos y políticos competitivos” (Ortega, 1997; citado en Vessuri, 2013:37).

Otro aspecto relevante en la formación de los científicos es el papel de los tutores²¹². Al respecto, todos los entrevistados manifestaron que los tutores tuvieron mucha influencia tanto en la elección de la carrera profesional (la licenciatura) como en la línea de investigación que, posteriormente, darían continuidad en el posgrado y en su trayectoria laboral debido a que éstos les transmitieron “la pasión” por la investigación científica y guiaron su carrera profesional. Dicha pasión se refleja en la gran dedicación de los científicos a sus líneas de investigación en condiciones favorables y adversas. Según Lomnitz (2005), la base de la formación del investigador está constituida por la relación tutor-estudiante; es decir, a través de la socialización entre tutor y estudiante se desarrolla el sistema de aprendizaje de la ciencia. Esto porque el tutor actúa como modelo y guía y el estudiante aprende de éste por imitación, identificándose con los diferentes rasgos que se integran en un ideal que norma su conducta. Los tutores representan los primeros modelos de identificación del estudiante. Por lo tanto, “... es a través de la relación del <<papá académico>> y las interacciones con los demás grupos, como los estudiantes van adquiriendo no sólo un entrenamiento formal en su formación como investigadores, también adquieren los valores, las pautas informales de comportamiento y la cultura académica que les permitirá interactuar, comunicarse y colaborar con otros investigadores en su ejercicio profesional. Todo esto va creando en los estudiantes dos aspectos fundamentales de su identidad: una forma de ser y actuar como científico, así como un ideal que lo rige y controla, y al que tiende a aspirar” (Fortes y Lomnitz, 1991: 143).

“... Cuando terminé la carrera yo tuve 3 años de investigación, en 3 laboratorios diferentes. En realidad cuando terminé la carrera estaba súper preparada para hacer investigación científica, ya podía proponer ideas y así fue. Cuando entré a la maestría hablando con mi profesor quise entrar con él, que fue el Dr. Jaime Mora; o sea, tenía discusiones con él, yo era muy propositiva, trataba de proponer ideas y él las guiaba hacia lo que le interesaba más; pero, sí, yo ya tenía una mente de científica porque la formación que tuve durante la licenciatura fue muy buena, tuve profesores buenísimos... Mis tutores fueron: la Dra. Alicia González el primer año, el segundo fue el Dr. Bastarrachea, que ya falleció y era un buenísimo genetista y el tercero fue Jaime Mora con el que me quedé a hacer la maestría. Entonces, cuando yo terminé la licenciatura con él pues ya

²¹²“... La importancia de la relación tutorial ha sido ampliamente reconocida como básica en la vida del estudiante científico (Hagstrom, 1973). El profesor es una especie de padre que observa, estimula, premia, reconoce y da ejemplo. Mucho de lo que se aprende se hace por imitación directa del maestro, con el resultado de que el estudiante va identificándose con rasgos de sus tutores. Sólo a través de la relación tutorial es que el estudiante conoce al principio, la forma de pensar y trabajar del investigador...” (Lomnitz, 2009: 98).

aclaremos, eran muy intensas las discusiones con él, eran padrísimas. Realmente yo disfrutaba muchísimo discutir con mi tutor porque él es una persona entusiasmadísima de la ciencia y siempre con muchas ideas, se la pasa leyendo todo el tiempo y siempre anda proponiendo cosas, a veces bien locas, pero es una persona que te entusiasma. Él fue quien me transmitió el gusto de hacer investigación científica, alguien te lo tiene que transmitir. O sea ¿cómo aprendes a hacer investigación? A base de tus profesores y yo creo que fue una suerte haber entrado con Jaime Mora, él me transmitió su pasión por la investigación científica...” (Ent.AB, 2011).

Los investigadores entrevistados, aun los que son pioneros en alguna línea de investigación, tuvieron la influencia del tutor de doctorado para elegir el tema de investigación que desarrollarían a lo largo de su etapa laboral. Algunos de ellos continuaron con la línea de investigación de su tutor como investigadores independientes, pero innovando de alguna manera las metodologías utilizadas. Incluso en otros casos, se manifestaron cambios en cuanto al objeto de estudio; sobre todo, durante su trayectoria laboral (considerando el desarrollo del campo de la Biotecnología a nivel internacional).

“... Normalmente en Biología Experimental uno trabaja en las líneas del tutor. Tienen su laboratorio y sus intereses y dentro del tema general puede haber dos o tres opciones que el tutor tenga en ese momento; sobre todo, en la maestría. En el doctorado, si uno ya estudió el mismo tema desde la maestría, ya se tiene la visión de lo que uno puede trabajar con el tutor. Y en este caso fue más generado por mí mismo, porque de hecho yo hice la maestría en un virus sobre el cual trabajamos todavía. Es un virus que causa diarrea en niños, que es el llamado rotavirus. Pero cuando salí de la maestría, empecé el doctorado en rotavirus, los dos primeros años y luego salí al Instituto Tecnológico de California a trabajar con un virus diferente. Allá estaba tan entusiasmado con el rotavirus que empecé a hacer, de manera paralela con la autorización del tutor de Estados Unidos... Además de mi proyecto del virus *Sindbis* que trabajaba allá, empecé un proyecto sobre el rotavirus, aprovechando la tecnología en aquel momento. Iniciaba toda la parte de DNA recombinante, ingeniería genética; entonces, usé esa metodología para estudiar el rotavirus. Entonces, mi tutor de aquí sí estaba enterado; pero, apenas sabía lo que estaba haciendo. A final de cuentas, saqué los dos proyectos. Regresé y me titulé aquí con la parte de rotavirus. De hecho la parte que hice allá, con el tutor de Estados Unidos, no apareció en la tesis...” (Ent.CA, 2011).

Es imprescindible mencionar que los tutores de posgrado y posdoctorado de estos investigadores son científicos de prestigio a nivel nacional e internacional. Esto se refleja en los premios recibidos, así como en su contribución para la creación y

consolidación de líneas de investigación relevantes e incluso de Centros de investigación y programas de posgrado de excelencia en el campo de la Biotecnología.

“Soy biólogo por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Terminé la carrera en 1981 y entré a hacer mi tesis de licenciatura en el laboratorio del Dr. Paco Bolívar. En ese momento era el único laboratorio en México en el que se hacía Ingeniería Genética. Fue el pionero en Ingeniería Genética en México y después entré a hacer mi maestría con el Dr. Xavier Soberón, pero en conjunto con el Dr. Paco Bolívar. Después mi vida fue un poco chistosa porque entré al doctorado bajo la tutoría de Xavier Soberón y también de la Dra. Patricia Joseph, pero antes de terminar el doctorado me fui a la Universidad de Stanford. Allá me fui a hacer un posdoc, aunque todavía no me recibía de doctor... Mis tutores en Stanford fueron: Tag. E. Mansour y Gordon Ringold. En aquella época Mansour era el *Chemotherapeutic* del Departamento de Farmacología Molecular y Gordon era investigador asociado, no era sénior en ese entonces; pero, después se fue a Syntex como director del Área de Investigaciones. Y en Harvard mi jefe fue el Dr Fotis C. Kafatos, que es una eminencia reconocida mundialmente y podría ser Premio Nobel. Tuve mucha suerte al estar con él, es una persona muy generosa, él es griego y fue director por diez años del *The European Molecular Biology Laboratory* (el EMBL), que es de las instituciones top en Europa después de Harvard. Esos han sido mis tutores...” (Ent.MZ, 2011).

Por otra parte, se observa que los investigadores que fueron formados por eminencias de un campo disciplinario se hicieron líderes de investigación a temprana edad. De acuerdo con Cuestas (2011), participar desde los primeros años de estudiante en trabajos con investigadores connotados genera factores de socialización e identificación en la profesión²¹³. Esto es importante en la trayectoria del investigador porque garantiza la internalización de patrones que serán centrales para la estructuración de la trayectoria como investigador exitoso²¹⁴.

Pareciera que el capital simbólico y el capital social (reconocimiento, prestigio, redes) del tutor son heredados a los estudiantes más destacados. Los tutores

²¹³ “... Terminé mi carrera al mismo tiempo que hacía investigación... En realidad, hice mi carrera de Medicina; pero de los 6 años que eran, 2 años los dediqué tiempo completo a investigación y terminé la maestría acabando la carrera de Medicina. Cuando estaba en el internado y el servicio social me eché la maestría... Me fui a la Rockefeller University durante esta estancia de 3 años y medio, después de hacer mi carrera, cuando volví en Biomédicas me dieron un laboratorio... Yo tenía 27 años y arranqué mi carrera como investigador independiente...” (Ent.AA, 2011).

²¹⁴ “El Dr. Quintero sin duda ha sido uno de mis formadores principales. También debo agradecer mucho que en mi Comité Tutorial de maestría tenía nada menos que al Dr. Francisco Bolívar que es uno de los fundadores y pioneros de la Ingeniería Genética. De hecho una de mis publicaciones que fue resultado de mis tesis de maestría es una publicación que hice con el Dr. Bolívar y el Dr. Quintero. Entonces, no podía estar mejor apadrinado para empezar mi trabajo de investigación con estos dos gigantes de la Biotecnología...” (Ent.EG, 2011).

detectaron “el talento”, la capacidad y las aptitudes de líder en los entrevistados durante las primeras etapas de su formación profesional (al egresar de la licenciatura o de la maestría). Por lo que los tutores les brindaron un mayor apoyo en su formación y éstos consolidaron más rápido su carrera científica. A esta situación le podríamos llamar “la acumulación de la ventaja”, debido a que los científicos que muestran tener un mayor rendimiento se les brindan mayores oportunidades en su carrera (Zuckerman, 1996b).

Como conclusión, se puede decir que los investigadores entrevistados tienen una trayectoria escolar continua²¹⁵ (sin interrupciones). Asimismo muestran una continuidad tanto en el área de estudio (principalmente, dentro del campo de la Química, Biología y de la Investigación Biomédica Básica), como en la línea de investigación (sobre todo en licenciatura y maestría, porque a partir del doctorado ya empiezan a tener más libertad y autonomía para definir su propia línea).

Durante la etapa formativa los investigadores interiorizaron los valores, prácticas y saberes de los tutores e incluso de sus pares, que son parte del “ideal del científico” con el que operan en su trayectoria profesional. Podríamos decir que, durante la trayectoria académica, los investigadores tuvieron dos etapas de socialización muy importantes que los ha ido convirtiendo en “lo que son”: La primera etapa consistió en la realización de estancias de investigación durante los estudios de maestría y doctorado, así como también involucró el ingreso laboral como ayudante o profesor en Instituciones o empresa; mientras que, la segunda etapa radicó en la realización de las estancias de investigación como posdoctorado y, posteriormente, las redes de investigación que se crearon durante la trayectoria laboral en el IBt.

La mayoría de los investigadores quiere “llegar a ser” como los grandes en su campo disciplinario, por lo que fijan sus estrategias observando sus propias limitaciones y ventajas frente a otros. Pero es en el grupo de trabajo donde se hacen fuertes y la confraternidad de sus pares contribuye a proporcionarle las herramientas intelectuales necesarias para lograrlo²¹⁶. De ahí que sea muy importante la

²¹⁵ Para más detalles, ver Cuadro 7: Formación académica de los 12 líderes de investigación seleccionados del IBt (Temporalidad).

²¹⁶ “.. El vínculo grupal se consolida a través de las relaciones identificatorias que estarán en razón directa a la capacidad del aparato grupal de dotar a cada uno de sus miembros de una identidad, a la vez compartible con un número limitado de individuos y diferenciadora con respecto a éstos y a otros conjuntos grupales... El aparato psíquico grupal funciona, así, como un operador en la constitución y señalamiento de la identidad. Puede funcionar, ya como confirmación, ya como lugar de una recuperación y un retoque de las identidades constituidas en el primer aparato psíquico grupal construido en el grupo familiar” (Remedi, 2008: 11).

socialización en la formación disciplinaria. “La socialización es un proceso dinámico que continúa a lo largo de la vida del individuo. Es dinámico porque si bien el individuo debe internalizar la cultura transmitida a través de sus agentes socializadores, a su vez la modifica y reinterpreta...” (Giddens, 1973; citado en Lomnitz: 1991: 137). Asimismo, se da una socialización a través de la asimilación y adaptación del sujeto hacia la organización y viceversa (Jablin, 1987; Tierney, 1997; Grediaga, 2000)²¹⁷.

En algunas ocasiones, la formación académica comienza de manera simultánea al desempeño de la actividad laboral; entonces esta etapa se denomina también como socialización formativa. Lo cual es relevante porque los científicos emplean una amplia variedad de redes que posibilitan su trabajo. Por lo tanto, un investigador posee características propias internas (recursos, capital científico, técnico y grupos de colaboración), pero su trayectoria depende en mayor o menor medida de su interdependencia con otros.

Sin embargo, no basta socializar al sujeto en un grupo de investigación para convertirlo en científico. Se debe transmitir actitudes y valores asociados al “ideal del científico”, más que técnicas y conocimientos. Esto porque la manera en que el líder transmite “el ideal del científico” y la forma en que dicho ideal es asimilado por “los otros sujetos” deriva diferencias entre trayectorias exitosas y de otro tipo. Además de reflejar el proceso de transición de los sujetos de una práctica periférica a una práctica validada.

Finalmente, para el científico ha sido relevante su formación académica inicial (licenciatura) y de posgrado dentro de la UNAM; ya que no sólo ha servido de plataforma para su ingreso y participación con otras redes de investigación situadas en universidades de reconocido prestigio en el mundo, sino porque también ha sido la base del comienzo de su éxito profesional al interior del colectivo científico de pertenencia.

Asimismo, para algunos líderes académicos del IBt, resultó esencial formarse en países desarrollados para obtener reconocimiento a nivel internacional y legitimarse en

²¹⁷ En el ámbito académico, se puede considerar la socialización como un proceso con dos etapas (Tierney y Rhoads, 1993). La primera es la socialización anticipatoria que ocurre antes del primer cargo dentro de una institución y tiene diferentes funciones: Cuando el individuo adopta los valores del grupo, establece una relación con los miembros del grupo del que forma parte (que le permite incorporar como propios los valores, normas y actitudes del *ethos* al cual pertenece), y cuando interactúa con otros colegas. Mientras que la segunda etapa es la socialización organizacional, que incluye el ingreso y la permanencia a una comunidad científica. Esta refiere al aprendizaje de los modos de trabajo durante los primeros años de la vida académica, cuando los jóvenes se vinculan e interactúan con los más experimentados de manera informal (Villa Lever, 2001).

su propio país (sobre todo a nivel doctoral y posdoctoral). Al parecer, como lo señalan Gerard y Grediaga (2009), estudiar en el extranjero brinda oportunidades para publicar y vincularse con otros científicos y grupos de renombre. Esto repercute en el prestigio y reconocimiento dentro de la comunidad científica nacional.

Con el paso de los años, podemos ver que los científicos del IBt han construido y re-constituido su identidad a través del proceso de socialización; proceso en el que no sólo han intervenido los factores externos (su contexto como reflejo de su realidad), sino además las cuestiones internas (trayectorias personales, académicas y laborales). Más allá de pertenecer a un Instituto en particular, los entrevistados pertenecen a una Universidad de prestigio y a una comunidad epistémica en el campo de la Biotecnología. Por lo que los sujetos juegan y negocian distintos roles y sienten la necesidad de “adscribirse al ideal” que la universidad establece; ya que, esto les permite sentirse parte del colectivo (el sentido de pertenencia como detonador de la construcción de la identidad). Aunque, algunas veces, esto implique determinados riesgos para las trayectorias particulares de los sujetos (Remedi, 2006).

La referencia institucional es indispensable para la constitución de la identidad de los científicos en distintos aspectos. Esto porque, por un lado, el tipo de organización y la propia estructura de la institución regula las tareas que el investigador debe realizar durante su trayectoria como científico a través de las normas y condiciones para ingresar, desarrollarse y permanecer en la misma. Mientras que por otro lado, la institución genera un grado de lealtad que los científicos van a desarrollar a través del compromiso no sólo con su profesión sino con la propia institución.

Capítulo 3. Estructura, organización, condiciones de interrelación y formas de producción de conocimiento del IBt.

3.1. Marco normativo y estructura organizacional en el que se desarrolla la ciencia en el IBt.

Las instituciones de educación e investigación en México dependen de los objetivos y políticas que se establecen desde los ámbitos de gobierno (Cabrero, 1993). La Universidad como una estructura compuesta por numerosos grupos piramidales, unos formales y otros informales, refleja la estructura de poder y la cultura política del sistema mexicano. “El IBt como organización académica dio lugar a procesos instituyentes gestados de alguna manera a <<contramano>> de los parámetros y modelos de una institución madre, con características instituidas. Lo señalado significa en términos del análisis organizacional, la posibilidad de que los investigadores se sienten parte de una dinámica sostenida en una dimensión transversal, autorreferencial, horizontal, que contrasta con los atravesamientos institucionales verticales (UNAM, el alma mater, institución percibida como objeto) a los que están sometidos” (Didou y Remedi, 2008:156).

La creación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) se planteó como parte del esfuerzo de desconcentración de la UNAM fuera de la Ciudad de México en el polo de desarrollo de Cuernavaca, Morelos. Esto contribuyó a que el CIIGB funcionara de manera más libre y lograra proponer una estructura y organización diferente al resto de los Institutos o Centros de Investigación de la UNAM.

De acuerdo con el informe de actividades del CIIGB (1984), los objetivos institucionales estaban divididos en 4 rubros: 1) Los referentes a la Investigación Básica, 2) Los referentes a la Investigación Aplicada (alimentos y salud), 3) La generación, transferencia y aplicación de biotecnologías, y 4) La docencia y formación de recursos humanos²¹⁸. No obstante, aunque no tenían una misión institucional

²¹⁸ “El Centro pretende realizar investigación básica y así generar conocimiento en las áreas de: a) Biología molecular de ácidos nucleicos (enzimología y bioquímica de DNA); b) Bioquímica de proteínas y péptidos (desarrollo de metodologías de purificación de proteínas y péptidos, bioquímica, biología molecular y fisiología de neuropéptidos; química de péptidos); c) Microbiología genética y mejoramiento genético de cepas de organismos de interés básico e industrial (*E. coli*, *Xanthomonas campestris*, *Azospirillum sp.*, levadura, *M. methylotropus*, *Streptomyces sp.*, etc.); d) Fermentación, escalamiento y bioingeniería de procesos (desarrollo de tecnología biológica a nivel de la planta piloto, estudios básicos de fermentación, cinética, separación, etc.); y e) Ingeniería enzimática (desarrollo de la metodología básica en el uso de las enzimas inmovilizadas en reactores de diversos tipos aplicados a productos químico-farmacéuticos)” (Informe CIIGB, 1984).

definida como tal, sus objetivos centrales eran: “1) Obtener conocimiento básico en las áreas de su competencia, 2) Crear mecanismos para aplicar el conocimiento básico y así generar biotecnologías propias, 3) Coadyuvar a la vinculación entre Universidad y el sector productivo del país a través de propuestas de mecanismos que permitan la utilización de las tecnologías biológicas, y 4) Participar en la descentralización de la investigación y la educación superior y en la formación de recursos humanos especializados²¹⁹” (Informe CIIGB, 1984).

Desde 1982, el Consejo Interno propuso un modelo de organización académica que permitiera desarrollar las 3 funciones sustantivas: docencia, investigación y extensión, y así cumplir la misión y los objetivos del entonces Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (los cuales en esencia siguen siendo los mismos del actual Instituto de Biotecnología). Es relevante mencionar que el Instituto se encuentra organizado en departamentos de investigación (con un jefe a cargo²²⁰) y, a su vez, éstos se constituyen por varios grupos de investigación que son coordinados por un líder académico.

“... Los líderes académicos de los grupos tendrán las siguientes atribuciones y obligaciones: a) Definir y estructurar las líneas de investigación y los proyectos que se desarrollarán en el grupo; b) Definir las formas de organización y asociación del personal académico y los estudiantes adscritos al grupo, para la realización del trabajo académico; c) Solicitar apoyos para la realización del trabajo académico del grupo ante el Consejo Interno y otras instancias internas y externas a la UNAM; d) Elaborar los informes que se requieran para la evaluación y planeación de las actividades académicas del grupo; e) Proponer al Consejo Interno que miembros del personal académico asociado a su grupo, soliciten apoyos adicionales para los proyectos del grupo; f) Promover, en su caso y cuando proceda y convenga, el nombramiento de otros jefes de grupo, a través de los mecanismos que establezca el Consejo

²¹⁹ Cada institución es portadora de un mandato social y tiene la responsabilidad de movilizar sus recursos para crear una dinámica interna que permita y favorezca el cumplimiento de ese mandato (Frigerio, 1992). El origen y la forma de resolución que de las contradicciones constitutivas hicieron los fundadores, quedan registrados en el proyecto institucional y en su modelo de sostén. Éstos pasan a formar parte de la cultura institucional (ideología e identidad) y operan como criterios reguladores de las respuestas frente a los hechos (Fernández, 2005).

²²⁰ “... Cada jefe de departamento durará dos años en su cargo y tendrá las siguientes atribuciones: a) Elaborar los proyectos, informes anuales y otros documentos del departamento a su cargo que le solicite el director; y b) Comunicar al director las necesidades del departamento y proponer al Consejo Interno la creación de nuevos laboratorios y grupos de investigación, así como de unidades de apoyo y desarrollo metodológico; c) Auxiliar al director y al Consejo Interno en la evaluación del personal académico y coordinar los programas de trabajo de los laboratorios, grupos de investigación y unidades de apoyo técnico y desarrollo metodológico dependientes del departamento; d) Coordinar la distribución del equipo, personal y espacio disponibles mediante acuerdo con el director, y con la opinión del Consejo Interno; y e) Coordinar la evaluación de candidatos a integrarse como miembros del personal académico a su departamento...” (Reglamento Interno IBt, 2002: 23-24).

Interno; g) Proponer al Consejo Interno, remuneraciones adicionales para los miembros del personal académico adscrito a su grupo, de acuerdo con el Reglamento de Ingresos Extraordinarios de la UNAM; y h) Opinar sobre el desempeño de los académicos adscritos al grupo, para propósitos de evaluación y promoción de los mismos... Los líderes de grupo deberán presentar bianualmente ante el Consejo Interno, un plan de trabajo para el grupo, describiendo detalladamente las líneas de investigación a desarrollar, así como los resultados obtenidos en el período...” (Reglamento Interno IBt, 2002: 24).

Los departamentos indican una división del trabajo por especialidad o disciplina. Una organización departamental permite la colegialidad²²¹. De acuerdo con Taylor (1999), la cultura universitaria colegial refiere a que hay una floja definición de políticas y flojo control de su instrumentación. Es la tradicional cultura que enfatiza la libertad académica y la autonomía con el personal organizado en departamentos por disciplina, donde la forma de decisiones es consensual y a menudo ejercida mediante comités y con énfasis en evaluaciones por pares. Esto nos explica por qué el IBt no cuenta con muchos reglamentos o normas internas (instituidas), por qué consideran que cada líder de grupo es lo suficientemente responsable y capaz de tomar las mejores decisiones (con libertad académica) y por qué las decisiones más importantes se toman de manera colegiada y horizontal por medio de los representantes que integran el Consejo Interno.

“... Nosotros en el Instituto estamos organizados en torno a un líder académico; entonces, hay 33 líderes académicos en el Instituto y a cada líder académico se les permite asignar un cierto número de plazas pagadas por la UNAM y así tener investigadores asociados o técnicos académicos. Y varios líderes académicos conforman los departamentos. Esta es la estructura como parte de la Universidad. Pero eso es un poco diferente a muchos otros institutos de la UNAM porque nosotros tenemos la figura de líder académico que no existe en los otros lugares o ahora parece que ya está empezando a cambiar también la estructura un poco. Y eso tiene una ventaja muy importante porque como líder académico te permite contar con un apoyo de soporte académico y hay otros lugares en que ese esquema no funciona y tú eres un líder académico y formas tus alumnos de doctorado y cuando éstos se forman se van y tú tienes que empezar nuevamente. Y si tú tienes la posibilidad de tener un pequeño grupo, como es el caso del Instituto, te permite que los técnicos y los asociados se hagan parte de esa tarea de iniciación científica de los muchachos que vienen a hacer sus posgrados.

²²¹ La autoridad colegiada refiere al control ejercido por medio de un cuerpo de pares; es un tipo de gobierno que corresponde a la que se denomina “comunidad académica” y su fuerza justifica la elección del jefe desde abajo en vez de la designación desde arriba por un oficial superior (Clark, 1991).

Entonces, eso facilita mucho a la generación de un grupo que tiene continuidad...” (Ent.LP, 2011).

El trabajo de los departamentos se organiza en líneas de investigación, programas y proyectos y es desarrollado por los grupos de investigación. Cada grupo de investigación es dirigido por un líder académico. Éste es quien se encarga de supervisar que los proyectos avancen de manera paralela porque cada proyecto da respuesta a una parte de un problema de investigación principal. A veces, la noción de laboratorio es equivalente a la de grupo (una alianza de investigadores alrededor de una temática o alrededor de un proyecto). Los laboratorios son compuestos a menudo por varios grupos. Los grupos se asocian entre sí para fortalecer la investigación en sus áreas de interés y optimizar el uso de la infraestructura, equipo y personal académico disponible. Esto podría favorecer la presencia de la interdisciplinariedad en el proceso de producción de conocimiento. No obstante, sólo podríamos hablar de una interdisciplinariedad por la colaboración entre los distintos grupos disciplinarios en proyectos de investigación (con diferente *expertise*); ya que, al interior de los grupos, no existe tanta diversidad disciplinaria entre los miembros.

“... Aquí hay una organización muy sui generis, muy diferente a los otros Centros de Investigación de la UNAM. Nosotros estamos organizados por grupos, un grupo es la célula académica del Instituto. Un grupo tiene un líder académico o dos, hay algunos grupos que tiene dos líderes. Incluso, acabamos de aprobar un grupo con tres líderes. Esta célula está constituida por el líder y puede tener uno o dos investigadores asociados y uno o dos técnicos. Por problemas de crisis, hemos reducido el tamaño de los grupos, estamos tratando de achicarlos; pero, sobre todo, los nuevos grupos ya no tienen oportunidad de crecer tanto como lo hicieron los grupos de antaño. Como quiera que sea, esta célula es la que toma las decisiones. Entonces, las decisiones académicas más importantes se toman en consenso entre los líderes y las decisiones de investigación son de los grupos, es el líder del grupo es el que decide qué proyectos sí se aprueban, qué estudiantes se admiten. Es curioso porque de pronto llega una solicitud de una universidad para que aceptemos a tres estudiantes en una estancia y, sistemáticamente, como Secretario Académico de inmediato les digo: <<Yo no puedo decidir la aceptación, tienen que ver específicamente dentro de cada grupo si el líder académico tiene espacio y si acepta al estudiante>>. En ese sentido, no hay una autoridad académica institucional. Sí la tenemos, porque hay un órgano que es el Consejo Interno; pero, no toma decisiones sin el consenso de los líderes académicos y, en lo académico, son los líderes académicos los que deciden” (Ent.AL, 2011).

Entonces, en el IBt se establece una estructura académica de grupos y no de investigadores solitarios, donde se fomenta la relación horizontal entre sus miembros. “El tipo de estructuras horizontales y colectivas en los organismos de decisión, la participación en encuentros académicos que permiten observar y entender los desarrollos de los proyectos de los pares en los seminarios del instituto, etc., van edificando un espacio académico que los sujetos institucionales perciben y viven como un contexto apropiado, visible y pleno de sentido de los actos que se desarrollan, otorgando un sentido ético a propósitos y acciones del instituto...” (Didou, et. al., 2008a: 157). Por lo que se genera un ambiente de trabajo agradable, de cordialidad y sin mayores conflictos.

Por otro lado, podemos decir que el grupo de investigación del IBt reproduce a escala el modelo jerárquico del Instituto y de la UNAM²²². La estructura del grupo de investigación es piramidal (estratificado), porque no se puede negar la importancia y el papel del líder académico ni las jerarquías entre los demás miembros. Formalmente, dentro de cada grupo de trabajo, se produce una división en funciones “pensantes” y “actuantes”, según las líneas jerárquicas (Lomnitz, 2008).

Por lo tanto, las actividades que se realizan en el laboratorio son asignadas dependiendo el grado y la posición del sujeto. Primero está el líder académico que es el encargado de proporcionar la idea original de los proyectos, el que busca el financiamiento, hace los informes y el que redondea el trabajo de todo el grupo. Luego siguen los Investigadores asociados y posdocs, los cuales tienen derecho a tener sus estudiantes de posgrado. Le siguen los estudiantes de doctorado y luego los de maestría y licenciatura. Pero, cada líder tiene sus propios criterios para aceptar o no a estudiantes de licenciatura, dependiendo las necesidades dentro del grupo y de la propia línea de investigación.

Originalmente, la estructura general de un grupo de investigación estaba conformada por:

- a) 1 o 2 líderes académicos. El líder del grupo de investigación no interviene en la capacitación de los estudiantes para la realización de experimentos o manejo de aparatos e instrumentos. Esa es una responsabilidad de los alumnos de doctorado, o en algunos casos de los técnicos académicos que lleven varios

²²² “... El grupo se va estructurando y jerarquizando en relación a la persona del líder. Según su cercanía a identificación, podemos establecer una jerarquía cuya cúspide ocupará el líder seguido por sus discípulos más leales y de mayor confianza, y termina en los más periféricos o indiferentes, es decir, se repite nuevamente la estructura piramidal característica de los grupos de trabajo...” (Lomnitz, 2008: 175).

años trabajando en el laboratorio. El líder del grupo, debido a que tiene la responsabilidad de conseguir dinero y escribir para obtener *grants*, ya casi no se involucra en la parte del trabajo experimental. Pero de alguna manera supervisa que todo salga como se planeó.

- b) 2 o 3 Investigadores Asociados (y cada uno de éstos sus respectivos estudiantes).
- c) 1 o 2 Técnicos (que son asignados por mecanismos internos).
- d) Estudiantes de doctorado, maestría y licenciatura. Hay una distribución óptima de los estudiantes de distinto grado académico. No se tiene preferencia por los estudiantes de un nivel académico en específico, depende para qué se le requiera. Un estudiante de licenciatura puede aportar frescura y entusiasmo al grupo de investigación. Asimismo, los estudiantes de licenciatura y de posgrado (a diferencia de los de doctorado y maestría) son los que pueden tomarse más riesgos en lo que hacen. Generalmente, los alumnos de doctorado pasan su conocimiento a los alumnos de maestría y a los de licenciatura.

Sin embargo, la estructura de grupo de investigación se ha ido modificando. Desde hace unos años se ha generado lo que denominan “consorcio de grupos²²³” (o grupos dobles), el cual se conforma por: 2 o 3 líderes académicos, 5 Investigadores asociados, 3 técnicos y varios estudiantes de doctorado, maestría y licenciatura. Esto porque se cree que de esa manera el grupo se fortalece más y se consolida, haciéndose más competitivo. Además de que esta forma de estructura y organización del grupo permite tener un mejor ritmo de trabajo y darle continuidad a los proyectos con mayor facilidad²²⁴. Se ha comprobado que es más productivo trabajar de esa manera (“uniendo fuerzas”), aunque hay otros grupos que por el tipo de investigación que realizan prefieren trabajar solos. Tal es el caso del Dr. Darszon.

²²³ La reorganización académica no pretende desaparecer a los “grupos de investigación” como la unidad básica de organización del Instituto, ya que se reconoce que ésta ha sido una forma exitosa de organización que permite abordar problemas científicos fundamentales y desarrollar investigación de excelencia y competitiva a nivel internacional (IBt, 2009).

²²⁴ “Lemaine et. al. (1972) muestra que el modo de organización es una respuesta de los investigadores a su medio ambiente, en el cual encuentran modelos de organización que los inspiran, así como son respuestas al medio los objetivos que persiguen y negocian entre ellos. Muestran que los equipos evolucionan hacia una mayor o menor autonomía y que pesan sobre las orientaciones del laboratorio...” (Zarama, 2005).

Entre los primeros grupos dobles que se conformaron en el IBt, destacaban por su trabajo y productividad los siguientes:

- a) El grupo de la Dra. López y el Dr. Arias.
- b) El grupo del Dr. Jean Louis Charli y la Dra. Patricia Joseph (que trabajan una cuestión de neurociencias: neuropéptidos).
- c) El grupo de la Dra. Bravo y el Dr. Soberón (que trabajan en “bacillus thuringiensis”).

Es relevante mencionar que promover una estructura más horizontal en los grupos de investigación también se debe a que ya no hay suficiente espacio en el IBt. Este es uno de los principales problemas que enfrenta el IBt, ya que la limitación de espacios y la reducción de financiamiento ha generado la escasa contratación de investigadores jóvenes²²⁵. La planta académica está envejeciendo, ya no es posible que los estudiantes que egresan del IBt puedan ingresar a laborar ahí, ni siquiera es posible que los Investigadores Asociados puedan ser promovidos a Investigadores Titulares o que alguno de ellos pueda ser jefe o líder académico porque no hay laboratorios que se les pueda ofrecer.

“... Irremediamente, nos estamos haciendo viejos y no contratamos gente joven porque no tenemos espacios, porque no contamos con plazas y eso es una de las tareas que debemos seguir... Creo que el Rector tiene el convencimiento de que es necesario hacer algo, tendría que ser algo como jubilar a gente de manera digna para que dejen las plazas y se contrate gente joven y poder conseguir recursos adicionales (independientemente de la jubilación), convencer al CONACyT de que con todo el dinero que tiene pudiera hacer algunos Centros de Investigación nuevos al año (en lo que se podría gastar como 150 millones de pesos). Que se abran espacios de trabajo y que se diversifique para poder seguir creciendo.... Pero esto no se da y la gente está detenida, en verdad, estamos creando una brecha importante entre los que tenemos en este momento nuestros propios laboratorios, donde los más jóvenes ya están arriba de los 40 años. Yo tuve mi propio laboratorio a los 33 años... y tenemos que empezar a apoyar a los más sobresalientes y que se independicen a los 30 años, porque no nos pueden esperar a que nos jubilemos nosotros. Imagínate todos los investigadores que deberían estar en medio, dándole solidez al sistema... No va a ocurrir eso. Se está generando una brecha tremendamente peligrosa” (Ent.CA, 2011).

²²⁵ Ver cuadro 8 y gráfica, en la parte de Anexos: Crecimiento de investigadores y técnicos del IBt (1982-2010).

Por otro lado, como regla o política institucional, tampoco es deseable que los estudiantes que egresan del Instituto se incorporen a trabajar a éste; ya que el crecimiento y la diversificación de la investigación se nutre de la gente que llega con nuevas ideas y con otra formación que le permite ver de distinta forma la investigación y el desarrollo científico. De tal manera que como requisito para poder ingresar a laborar al IBt es necesario que el investigador haya hecho, por lo menos el posdoctorado en otras instituciones. Esto para que no se genere “*inbreeding*”.

“... Ahorita creo que somos 44 líderes académicos y de esos, estudiantes que hayan hecho su posgrado aquí... No son muchos, tal vez un 15 ó 20%... Enrique Galindo, Xavier Soberón, Joel Osuna, Takuya... Sí, varios que hicieron el doctorado aquí entraron como asociados. Sobre todo, aquellos que hicieron su doctorado aquí con los más *séniors*. Pero, no a nivel de jefes de grupo sino que se quedaron a trabajar aquí... Somos 103 investigadores, 44 líderes académicos y como 60 investigadores asociados, de esos igual un 15 o 20% son estudiantes que se graduaron en el Instituto. Por ejemplo, de mi grupo, 1 de 3 de mis estudiantes hizo su doctorado aquí y los otros 2 vinieron ya con su doctorado. Uno lo hizo en el CINVESTAV y otro del doctorado en Escocia...” (Ent.CA, 2011).

Hacer investigación en Biotecnología es costoso y el financiamiento que les ofrece la UNAM no es suficiente²²⁶. Aproximadamente la UNAM proporciona al Instituto como 151,000 pesos mexicanos, cantidad que es repartida entre los investigadores del Instituto según el nombramiento. Además, la UNAM cuenta con programas de apoyo a la investigación, como el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) y el CONACyT. Estas dos fuentes de financiamiento son importantes, pero poco funcionales porque no siempre les llegan los recursos a tiempo. Es por eso que, continuamente, los investigadores compiten para obtener donativos internacionales de otros Organismos e Instituciones²²⁷, tales como: la OMS,

²²⁶ “... La UNAM aporta el cascarón, esta oficina, la luz, el teléfono, aporta el staff que son 2 o 3 personas, aportan mi salario, el staff del investigador asociado que es la Dra. Palomares y el staff, el salario de mi técnica académica que es Vanessa Hernández y el salario de los laboratoristas. Entonces eso es muy importante, aparte del cascarón y la infraestructura física. Además de eso, buena parte de nuestros recursos provienen de proyectos de CONACyT y de la misma UNAM a través del DGAPA, que apoya proyectos. Yo diría que la UNAM, de los proyectos del DGAPA representará el 20% de nuestros ingresos; del CONACyT a lo mejor representará el 60% de nuestros ingresos y el dinero que obtenemos de las empresas representará otro 20% más o menos” (Ent.OR, 2011).

²²⁷ “La UNAM nos da un poquito de dinero... Pero el apoyo de la UNAM pienso que son los salarios. Por ejemplo, en Estado Unidos los investigadores reciben salario sólo por 10 meses; entonces, ellos deben conseguir los donativos para pagarse 2 meses extras, como los 2 meses de vacaciones. Las universidades no les pagan y entonces tienen que conseguirse financiamiento para ellos mismo, para pagarse sus salarios. Aquí no, pues ve la UNAM me está dando mi salario, 3 investigadores asociados y un técnico y media secretaria. Eso es lo que me paga la UNAM. Por eso si consideramos ese dinero, la verdad sí es un buen apoyo lo que la UNAM está dando para este laboratorio” (Ent.AB, 2011).

la Unión Europea, del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Italia y del Instituto Médico *Howard Hughes*, entre otros.

“... Entre 1999 y 2001 yo fui agraciado con donativos de la Fundación Howard Hughes de Estados Unidos... Tuve como 10 años el donativo Howard Hughes. Y eso de alguna forma fue fundamental para poder continuar desarrollando el trabajo que hacíamos y también en el sentido de poder tener recursos de otros organismos. Entonces, el año pasado tuvimos uno de la Fundación Bill y Melinda Gates y durante los últimos 6 años he tenido un soporte muy importante de una compañía farmacéutica: del Instituto Bioclón y de los Laboratorios Silanes...” (Ent.LP, 2011).

Asimismo, los investigadores establecen vínculos con otros grupos de investigación, empresas y laboratorios que tienen la posibilidad de financiar los proyectos. Esto porque la investigación de vanguardia en biotecnología resulta enormemente onerosa y el incremento en costes, aún en los países más avanzados, no ha sido suficientemente compensado por la financiación pública. De manera que la colaboración con el sector privado ha sido obligada y, en consecuencia, creciente a lo largo de los últimos años. El sector privado no sólo ha invertido cantidades progresivamente mayores de recursos sino que lo ha hecho en niveles cada vez más básicos de la investigación en departamentos universitarios o invirtiendo en compañías creadas por (o junto con) los propios científicos (Castellón, 2006). De ahí la creación de empresas de base tecnológica por académicos del IBt (spin-offs). Esto para fortalecer su investigación, dar continuidad a sus líneas de investigación y obtener otros beneficios, tales como: conseguir financiamiento para investigación, asegurar fondos para estudiantes graduados y sustentar sus trayectorias académicas y el prestigio dentro del campo científico.

En los últimos años se han institucionalizado y multiplicado las vinculaciones entre la academia y las compañías privadas. Este nuevo proceso se refleja en publicaciones conjuntas entre empleados de universidades y empresas, patentes solicitadas por investigadores y centros de estudio, actividades cooperativas de i+d, licencias o ventas de propiedad intelectual, asistencia técnica, intercambios de información formales e informales y contratación de personal calificado. La transformación también ha sido organizacional: han emergido un creciente número y diversidad de estructuras para que firmas privadas y universidades establezcan contactos y nuevas organizaciones (Shinn y Lamy, 2006)... (Stezano y Millán, 2014:52).

Para desarrollar los proyectos de investigación no necesariamente se requiere de un financiamiento externo; pero debido a que el tipo de investigación que se realiza en el IBt es costoso, se tiende a buscar diversas fuentes de financiamiento (como los donativos del extranjero).

“... He obtenido dinero de la Pew Foundation, que es una institución Americana, de Howard Hughes Medical Institute que también es una institución Americana. También he tenido dinero de un programa que se llama Mexus que es entre el CONACyT y la Universidad de California; entonces, parte del dinero lo pone CONACyT y otra parte lo pone la Universidad de California (eso tiene que ser en colaboración con una persona en la Universidad de California, con otro investigador). En esa ocasión lo tuve con el profesor Jim Carbonara, que es una persona de mucho prestigio. También tuve al principio un donativo de la Organización Mundial de la Salud porque todavía estaba haciendo algunas cosas con mosquitos transmisores de malaria; entonces, tuve ahí poquito dinero, pero tuve algo. También he tenido dinero de la Third World Academy Science... Recientemente entablamos una colaboración con un grupo en Japón, en el Instituto Tecnológico de Kioto que trabaja también con drosophila y con genes parecidos a los que nosotros trabajamos, que codifican para factores que regulan la expresión de otros genes. Y estamos por publicar el primer artículo de esta colaboración. Y estoy en palabras con una persona del University College en Londres para ver si hacemos algo juntos, para también buscar donativos entre los 2 para apoyar su laboratorio y yo el mío...” (Ent.MZ, 2011).

Es importante tener en cuenta que cuando algún grupo no cuenta con un reactivo o se acaba algo que necesita para su investigación, entonces se generan varios problemas, debido a que muchos de los insumos vienen de Estados Unidos y deben pasar por la aduana. Lo cual es conflictivo porque si éstos no llegan a tiempo es posible perder los avances que se hayan tenido y se debe volver a empezar. A veces llegan a tardar entre 3 y 6 meses en llegar los insumos, por lo que se debe ser muy precavido para tenerlos a tiempo. En caso de no contar con los insumos necesarios se envía un e-maila todo el Instituto para ver quién puede ayudar o prestar lo que se necesita. Los grupos de investigación que conforman el Instituto son cooperativos y solidarios, debido a sus fuertes lazos intergrupales. Asimismo, al establecer vínculos con otras instituciones, los grupos del IBt también son respaldados por otros grupos de investigación de distintas Universidades o Centros de investigación²²⁸.

²²⁸ “La formación de equipos de trabajo y redes institucionales permite: a) Contar con mejores condiciones para lograr una comunicación horizontal más sólida entre las diferentes dependencias universitarias... y b) reconocer que el trabajo en equipo requiere una mayor comunicación y compartir la información, por lo que los resultados tendrán más legitimidad...” (Hill, 1997: 97; citado en López, 2010: 12).

“... He tenido muy buen apoyo en cuanto al préstamo de cosas, con Ciencias Genómicas, con los que están haciendo Proteómicas en el laboratorio de Sergio Encarnación y Jaime Mora; pues, sigo llevando buena relación con ellos e hicimos un proyecto de proteómicas y ellos tienen todo el equipo para hacer eso y hemos colaborado mucho con ello. También el que colabora mucho y nos prestamos cosas es Humberto Lanz en el Instituto de Salud que está bajando la Avenida Universidad, ahí hay un Instituto muy grande de investigación y hay un grupo grande que trabaja con mosquitos, porque los mosquitos son transmisores de enfermedades y nosotros también trabajamos con mosquitos; entonces, también hemos tenido mucha colaboración con ellos. Actualmente tenemos un proyecto de colaboración que no está financiado por nadie, o sea todavía nadie nos da dinero para ese proyecto; pero, lo estamos haciendo y es en colaboración con ellos. Ellos hacen una parte y nosotros hacemos otra parte, está muy interesante la respuesta del mosquito a las toxinas *cry*...” (Ent.AB, 2011).

Esto corresponde a los nuevos modos de producción de conocimiento, que tienen una tendencia hacia el trabajo colectivo y la interrelación entre diversos actores en la producción de conocimiento. Implica que la generación del conocimiento rompa las barreras de los laboratorios e institutos de investigación, a través de estructuras flexibles que permitan a los académicos universitarios romper esquemas endogámicos y operar bajo lógicas organizativas más diversas y complejas, involucrando diversos actores (Pérez, et. al., 2013).

“... Estos modos colectivos responden a una serie de principios discutidos en los últimos años en la literatura (Gibbons, 1997; Shinn, 2002, Comboni Salinas, 2000; Scott, 1999; UNESCO, 2005), como: la multi, inter y transdisciplinariedad; la importancia del contexto de aplicación, la heterogeneidad y diversidad organizativa; la necesidad de un conocimiento pragmático con mayor posibilidad de solución de problemas; la importancia creciente de las TICs; la participación de diversos actores en la toma de decisiones políticas, en la valoración de las implicaciones de los conocimientos generados, y en la misma construcción de conocimiento, con enfoques que se mueven entre lo democrático, lo privado, lo público y lo social” (Pérez, et. al., 2013:70).

El IBt ha establecido y mantenido diversos vínculos con Instituciones adscritas a la UNAM, así como con otras Universidades del país y Centros de Investigación del extranjero. El Instituto forma parte de una amplia red de colaboración nacional e internacional. La colaboración científica nos revela que al interior de dicho Instituto se han formado redes muy estrechas entre los grupos y departamentos de investigación. Asimismo se muestra una fuerte participación con grupos de investigación de otros

países, tales como: Estados Unidos, Canadá, Alemania, Brasil, España, Japón, Italia, Chile, Argentina, Venezuela, Bélgica, Australia, Sudáfrica, Suiza, Holanda, Rusia, entre otros más. Por ejemplo, el grupo de Fecundación a cargo del Dr. Darszon (del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular) recibe continuamente académicos de diferentes partes del mundo, como Alemania, Argentina, Japón, Chile y Estados Unidos, entre otros. Esto para realizar estancias de investigación, entrenamientos y aprendizaje de técnicas metodológicas que han desarrollado en dicho grupo.

Por otro lado, varios grupos mantienen un fuerte vínculo con el sector industrial; sobre todo ha sido clave el vínculo con la industria farmacéutica para el desarrollo de varios proyectos. No sólo por el financiamiento sino por los diversos capitales e intereses que se juegan en el campo científico. Tal es el caso del Dr. Alagón y el Dr. Possani, quienes principalmente han establecido una estrecha relación con los Laboratorios Silanes, Bioclon²²⁹ y Shering desde hace varios años. Así como el caso del Dr. Ramírez, que estableció un vínculo profesional con Probiomed desde hace varios años y con otras empresas farmacéuticas para el desarrollo de fármacos biocomparables²³⁰. Además en el IBt consideran que es imprescindible empezar a trabajar en equipo no sólo con empresas (o la industria) sino con el gobierno para tener una biotecnología mexicana de clase mundial. Por ello, próximamente el IBt apoyará a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para el análisis de medicamentos biotecnológicos biocomparables²³¹.

²²⁹ El Instituto Bioclón es una empresa mexicana que surgió en 1990 de la fusión de otras, entre las que sobresalen los Laboratorios MyN y los Laboratorios Zapata (fundados estos por el abuelo de Francisco Bolívar Zapata). Su principal objetivo ha sido el desarrollo y producción de antivenenos para remediar las picaduras o mordeduras de animales ponzoñosos. En forma similar a Probiomed, estableció una colaboración con el IBT de la UNAM a través de la colaboración con dos investigadores especializados en este tema: Lourival Possani y Alejandro Alagón. Es de notarse que Bioclón ha creado, como Probiomed, una red de investigación que incluye (además del IBT de la UNAM) laboratorios del CIB de la UAEM, la UANL, el Institute de Recherche pour le Developement (Francia) y la Universidad de Arizona. Esto lo hace, gracias a la dedicación del 24% del monto de sus ventas a la investigación científica y tecnológica (Viniestra, 2009).

²³⁰ "... Los medicamentos biotecnológicos biocomparables son semejantes a los de marca y se producen al vencerse las patentes originales, lo que aumenta la oferta en el mercado y reduce los precios. La participación en estos desarrollos permite a los grupos de investigación y a los alumnos de posgrado indagar la estructura molecular de un medicamento, buscar rutas para producirlo, tener la experiencia de escalarlo del laboratorio a planta piloto y vincularse de cerca con las empresas del ramo..." (Fuente: Boletín UNAM-DGCS, 2015).

²³¹ "Se construye el nuevo laboratorio donde se hará esta labor y se estima que estará listo en seis meses. El trabajo ya se hace, recibimos las primeras muestras para caracterización de moléculas biotecnológicas y nuestro interés es apoyar al desarrollo de la biotecnología en México" (Fuente: Boletín UNAM-DGCS, 2015).

“La investigación transdisciplinaria es una forma de hacer ciencia junto con otros que poseen expertise diversa, en todas sus formas necesarias. Una investigación de este tipo implica un cambio profundo de enfoque acerca de papel de los investigadores...” (Vessuri, et. al., 2014: 22). Algunos investigadores de diferentes departamentos del Instituto tienen proyectos de colaboración con empresas nacionales y extranjeras. En México, la empresa no está preparada para absorber desarrollos tecnológicos modernos que se hacen en los Centros de investigación donde se hace ciencia de frontera. Esto porque la empresa mexicana no tiene la infraestructura, no cuenta con el personal capacitado; o incluso porque simplemente prefieren algo más simple o práctico y no le interesa este tipo de desarrollos. Ante esta situación, el IBt ha buscado la manera de poder dar salida a sus desarrollos tecnológicos, creando sus propias empresas (lo que se llama “*spin off*”). Esto es frecuente en los países avanzados, donde los investigadores en las Universidades crean sus empresas y dan regalías a la Universidad.

“La superioridad norteamericana en el sector de la biotecnología se debe fundamentalmente a su éxito en traducir de forma veloz la base intelectual en prácticas comerciales y en la creación de un nuevo estilo emprendedor intelectual. Los científicos universitarios, rápidamente reconocieron las oportunidades comerciales de sus descubrimientos, siendo el área de investigación biotecnológica la que ha tenido más alto y directo valor comercial en forma de drogas terapéuticas (Bartholomew, 1997, p. 252). Esta transferencia de conocimientos fue canalizada a través de consultas a profesores individuales, acuerdos de colaboración formales entre universidad y empresa, o mediante el establecimiento de nuevas pequeñas empresas dedicadas a la biotecnología (start-up) en forma de spin-offs de las universidades, fundadas por académicos emprendedores...” (Quintana y Benavides, 2004: 93).

En Biotecnología, los científicos mexicanos patentan muy poco, por lo que su conocimiento y experiencia tiene grandes dificultades para comercializarse ya que no pertenece a nadie. Además las instituciones de educación superior e investigación tienen una normatividad compleja en lo relativo a propiedad y a las relaciones con la industria, lo que dificulta enormemente la transferencia de tecnología, o peor aún, que un industrial se acerque a un grupo de investigación y le encargue un proyecto por contrato (Quintero y González, 2008). El IBt ha tenido problemas con la creación de sus empresas porque en la Legislación Universitaria ese tipo de acciones no están reguladas, no existe una reglamentación al respecto. La principal preocupación es que no se produzca un conflicto de intereses.

... La falta de eventos exitosos en los países en desarrollo está asociado a la complejidad del proceso a través del cual se fundan las empresas, la escasez de apoyo financiero gubernamental para fomentar el desarrollo de la industria basada en la innovación y una cultura en la que los diferentes actores son en sí mismos no son directamente responsables de completar la transferencia de tecnología... Muchas lecciones se aprendieron durante los 12 años del proyecto que lleva a la comercialización de Fungifree AB ®. El primero, y quizás más importante de estas lecciones, fue reconocer que en el proceso de innovación, se necesitan varios actores (de los sectores académico, industrial y de servicios) con muy diferentes perfiles profesionales, habilidades e incluso jergas. Aunque esto puede ser bien conocido por los expertos que estudian el proceso de innovación, no fue evidente para los investigadores, sobre todo al inicio del proyecto... (Galindo, 2013: 22).

Ante esta situación, a partir del 2008, el IBt ha generado 5 empresas a través de la asociación de algunos investigadores del Instituto e incluso de otras Universidades que se encuentran con las mismas dificultades. Dichas empresas son²³²:

1. BIODTECTA S.A. De C.V. Empresa de Diagnósticos Moleculares que actualmente se encuentra en la incubadora de empresas de la UNAM, InnovaUNAM. A esta empresa se transfirió un diagnóstico específico de Influenza AH1N1-2009.

2. Agro & Biotecnia S.A de C.V. Empresa Agrobiotecnológica de producción de biofungicidas microbianos. Esta es una empresa de base tecnológica cuya misión es ser líder en el desarrollo comercial de agentes de control biológico para la agricultura. La empresa se encuentra en las etapas finales para poner en el mercado un biofungicida contra la antracnosis del mango (propiedad del IBt-UNAM y del CIAD-Culiacán). La tecnología, ha sido transferida a la empresa Agro&Biotecnia, la cual ha logrado obtener los registros ante las autoridades sanitarias y de agricultura. La empresa se incubó en el Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica (CEMITT) graduándose en diciembre de 2010. Se realizaron negociaciones finales con una empresa distribuidora que colocará el producto (*Fungifree-ab*) en el mercado, en noviembre de 2012²³³. Los académicos del IBt involucrados en este proyecto de

²³² Esta información se deriva del Informe de la Reunión Académica del IBt, celebrada en diciembre del 2011.

²³³ Se trata de un desarrollo sin precedentes en nuestro país. Es el primer biofungicida desarrollado en México que llega al mercado, cuyo principio activo fue aislado de follaje, que tiene más de dos años de vida de anaquel y con características notables en términos de su efectividad... Se trata de un hecho de particular relevancia en nuestro país, en donde el trabajo de investigadores de 2 instituciones de investigación mexicanas han logrado, junto con una empresa de base tecnológica y una empresa comercializadora, llevar al mercado un producto en cuya etiqueta se incluirá la leyenda: "Producto formulado con Tecnología del Instituto de Biotecnología de la UNAM y del CIAD- Culiacán" (véase: <http://www.acmor.org.mx/noticias/linksnoticias/fungifreeab.pdf>).

innovación tecnológica son: el Dr. Enrique Galindo Fentanes, el Dr. Leobardo Serrano Carreón y el M. en C. Martín Patiño Vera.

3. BIOPOLIMEX S.A. de C.V. Empresa de biopolímeros. La empresa está interesada en la eventual transferencia de cepas y procesos para la producción de precursores de biopolímeros a partir de residuos agroindustriales. La experiencia de la empresa ha sido en el desarrollo de biocatalizadores microbianos y en los procesos de transformación de fuentes renovables en bioplásticos. Además, se han desarrollado nuevos biomateriales para su utilización en aplicaciones de alta especialidad como el caso de los dispositivos biomédicos. La empresa cuenta con tecnologías patentadas para la producción de poliácido láctico (PLA) y sus intermediarios (D y L ácido láctico) y láctida. Actualmente, la empresa se encuentra en desarrollo en el sistema de incubadoras de empresas (Innova UNAM). Se ha avanzado en la definición del modelo de negocios en base a las necesidades del mercado. Asimismo, se tienen avances en el análisis tecnológico, estudio del mercado y el plan de negocio de la empresa.

4. Peptherapeutics S.A. de C.V. Empresa de servicios relacionados con péptidos con potencial farmacéutico. Se incuba en InnovaUNAM. Actualmente, se negocia transferencia de anticuerpo humano antialacrán.

5. Corporación Mexicana de Transferencia de Biotecnología S.A. de C.V. Se incuba en InnovaUNAM. Actualmente, se tiene una colaboración para realizar estudios de campo de composición Bt anti mosquito del Dengue, con vistas a su eventual transferencia.

Los investigadores suelen vincularse con las empresas al realizar servicios, desarrollo de proyectos conjuntos y actividades de divulgación y difusión de conocimiento (Stezano y Millán, 2014). La cooperación con el sector industrial brinda posibilidades a investigadores individuales o en grupos de responder a intereses académicos, sustentar sus trayectorias y el prestigio dentro del campo científico; así como también asegura recursos para sus laboratorios a través de proyectos conjuntos con las empresas (Didou y Remedi, 2008).

Esta alianza que se establece no sólo con otros grupos sino con otras instituciones y empresas se debe a que el conocimiento deja de ser dominio exclusivo de los intelectuales, produciendo nuevas formas de desarrollar investigación científica donde se cruzan prácticas, disciplinas e intereses en la construcción de un mismo objeto de estudio. Las redes de cooperación científica están transformando los modos de producción del conocimiento, al revalorizar la colaboración, al posibilitar la

transdisciplinaridad, al colaborar con la internacionalización de las comunidades científicas y al permitir abordar objetivos de investigación y desarrollo de mayor amplitud. Las redes de cooperación científica favorecen otros procesos que contribuyen al beneficio mutuo de los participantes, tales como: la formación de estudiantes (por lo regular de postgrado), el desarrollo de las capacidades propias en el dominio de métodos y técnicas experimentales, el acceso a una instrumentación más diversificada, la rápida transferencia de resultados y una mayor visibilidad internacional de los grupos de investigación (Sebastián, 2000).

3.2. El laboratorio como célula de organización del trabajo.

- Composición de los grupos de investigación.
- Conformación de espacios de trabajo.

La cultura institucional del IBt posee características que permiten la presencia de investigadores prestigiados y la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la Biotecnología. Entonces cabe preguntarnos ¿Cómo son los grupos de trabajo y cómo se organizan para producir conocimiento? Para dar cuenta del quehacer científico es necesario hacer referencia al laboratorio, ya que es el lugar ideal para observar y analizar cómo se produce el conocimiento. Es ahí donde se ve al científico interactuando hacia el exterior y hacia el interior de su comunidad de especialidad para hacer que “las cosas funcionen”, apuntando más a un principio de éxito que de verdad.

Los equipos de trabajo, los grupos de laboratorio y las redes de conocimiento son entidades colectivas intermediarias entre el investigador y el colectivo científico (comunidad científica) al que pertenece (Latour, 1987). Entonces, una forma de aproximarnos al colectivo científico del IBt es a través del laboratorio (espacio físico donde interactúan los científicos), del proceso de producción del conocimiento (donde se establecen jerarquías y relaciones al interior del laboratorio); así como a través de las redes de colaboración o relaciones de recursos que se van estableciendo con otros actores de distintas disciplinas (redes de conocimiento).

El laboratorio es el lugar central del desarrollo de la investigación y del intercambio que cuenta con extensiones, como son los cubículos o salas de trabajo y la biblioteca o centro de informática, donde se realizan las búsquedas documentales. Es decir, donde la infraestructura y el trabajo realizado condicionan, aparentemente, el desarrollo de las relaciones y los roles que se juegan a su interior y que producen una

serie de significados que afectan de manera positiva o negativa el intercambio en la producción de conocimiento.

En el laboratorio, los sujetos van generando un sentido de pertenencia (“marcas de filiación”) y con “espíritu de colaboración” participan en la construcción de un mismo objeto de conocimiento, cumpliendo distintos roles y tomando diversas posiciones en el campo científico. Terry Shinn (2000) plantea que el tipo de actividades científicas conduce a formas de organización específica, por lo tanto la ciencia no es un bloque homogéneo debido a la diversidad de sus actividades. Para Shinn, el contenido del trabajo científico explica, al menos en parte, las formas sociales particulares que adopta la organización de la investigación científica. Es importante la relación que se establece entre jerarquía cognitiva de los resultados (la importancia de los diferentes trabajos, estudios empíricos o intentos de interpretación teórica) y la jerarquía social (status) de los miembros en el laboratorio.

“Hay una diferenciación de actividades al interior del laboratorio, generalmente, los alumnos *senior* que son los de doctorado tienen la memoria, las metodologías de muchas cosas... Y en lugar de que yo le esté enseñando a cada alumno y les diga: <<Mira, este equipo se prende de aquí>>, la información va pasando del alumno más viejo, del de mayor jerarquía al alumno de menor jerarquía o recién ingreso. Generalmente, los alumnos de doctorado pasan su conocimiento a los alumnos de maestría y a los alumnos de licenciatura. Entonces ese conocimiento, esa memoria del conocimiento acaba residiendo muchas veces en los alumnos y se les da más jerarquía a los alumnos de doctorado que a los de maestría; así como más jerarquía a los alumnos de maestría que a los de licenciatura y más a los de licenciatura que a los del servicio social. Y así se sigue esa cadenita...” (Ent.CP, 2013).

En los laboratorios del IBt hay diversidad de estilos, estructuras y formas de hacer investigación²³⁴. Algunos tienen una estructura organizacional más vertical que otros, hay grupos que exceden el total de sus miembros y no se dan abasto con el espacio designado. Otros grupos donde las responsabilidades más importantes no sólo recaen en el líder académico sino en los investigadores asociados, posdoctorantes y/o doctorantes, algunos donde la figura del técnico académico es más relevante que la de los doctorantes y otros en los que los técnicos académicos no cumplen con una función esencial porque entre las actividades de los doctorantes están algunas similares a las de los técnicos, por sólo mencionar algunas características. Hay mucha diversidad y

²³⁴ La figura del IBt concreta las diferentes herencias culturales; ya que está formado por diversos grupos de investigación que comparten un espacio en el que se retroalimentan de manera multidisciplinaria.

esto está relacionado con los cambios que el propio Instituto ha tenido en cuando a la forma de organización, así como también con las formas de trabajo y personalidad del líder de grupo.

Los laboratorios son espacios grandes, pero que no se dan abasto debido al incremento de los miembros de los grupos de investigación. Sobre todo, esta situación se agrava más ante la creación de “consorcios de investigación”, donde no sólo hay un líder académico sino la unión de 2 o 3 y cada uno con su respectivo grupo de personas (equipo de trabajo). Un grupo de investigación está formado por el líder académico, que antes era denominado jefe de grupo. El líder académico es un investigador que tiene un laboratorio y un equipo de trabajo. Luego están 2 o 3 investigadores asociados, 1 o 2 técnicos que son asignados a través de mecanismos internos y después están los estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Un grupo tiene aproximadamente entre 15 o 18 miembros; pero, debido a los consorcios el número de miembros en cada laboratorio ha incrementado. Incluso, a veces, un líder académico puede tener a parte de su equipo de trabajo en otro laboratorio más.

“... En un laboratorio como este donde son como 120 metros cuadrados, se comparte entre dos líderes académicos, yo lo comparto con el Dr. Tonatiah Ramírez, con el que tengo afinidades metodológicas. Más o menos usamos las mismas técnicas, aunque no necesariamente compartimos todos los proyectos. De hecho compartíamos mucho más en el pasado, porque ahora él se ha metido mucho más al cultivo de células de insectos y células de animales y nosotros no las trabajamos, nosotros trabajamos más con cultivos bacterianos y de hongos. Tenemos medio laboratorio cada uno, digamos unos 60 metros cada uno, como viste en la entrada, prácticamente ya lo tenemos definido... Las mesas de allá le corresponden al Dr. Ramírez y las mesas de acá me corresponden, entonces, el laboratorio está diseñado para que cada estudiante tenga su mesita y su escritorio y tenemos capacidad para unos 12 estudiantes. Hemos llegado a tener hasta 20 o más estudiantes que comparten una mesa...” (Ent.EG, 2011).

Los estudiantes no sólo trabajan dentro del laboratorio, algunos se desplazan continuamente a las unidades de apoyo: Bioterio, Unidad de Escalamiento y Planta Piloto, entre otras. Por lo que hay un desplazamiento continuo por parte de los estudiantes, sobre todo en las áreas que son compartidas por todos²³⁵. Asimismo, en el

²³⁵ De los laboratorios que visité, éstos tienen las mismas dimensiones; pero, podríamos decir que cada uno tiene una especie de extensión, ya que cuentan con Unidades de apoyo Técnico y Desarrollo Metodológico (Bioterio; Cultivo de Tejidos y Crecimiento Vegetal; Escalamiento y Planta Piloto; Microscopía; Síntesis y Secuenciación de Macromoléculas). En el caso del laboratorio del Dr. Galindo, existe un área que funciona como la extensión o área común, ya que es un espacio donde se desarrollan

caso de aquellos grupos que conforman un consorcio y comparten 2 laboratorios, todos los miembros se desplazan constantemente en ambos laboratorios. Incluso, algunos investigadores Asociados no permanecen al interior del laboratorio sino que por problemas de espacio, éstos están ubicados en otra área de cubículos donde generalmente dan asesoría y atienden sus otras actividades (el caso del Dr. Corzo y el Dr. Becerril).

Cada laboratorio es un mundo, sus reglas varían al interior de éste. Sin embargo, he encontrado algunas similitudes y diferencias que resultan interesantes mencionar. En algunos grupos, al interior de los laboratorios, las mesas de trabajo se dividen por proyecto o tema de acuerdo a las líneas de investigación. Mientras que en otros los miembros están distribuidos de manera aleatoria, en una misma mesa de trabajo pueden estar 3 o 4 personas trabajando con distinto tema y/o proyecto de investigación. Pero, aquellos miembros que tienen más grado académico (una mejor posición jerárquica) están más cerca del cubículo del líder académico. Lo cual no es coincidencia, ya que continuamente éstos suelen estar en comunicación con el líder²³⁶.

En el laboratorio, varios espacios y aparatos son compartidos por distintos grupos que tienen estrategias o métodos parecidos debido a la cercanía del tema en que se trabaja; pero cada aparato y área tiene un responsable (actividad en la que participan todos los estudiantes), que además de darle mantenimiento se asegura del buen uso de éste para que no sea dañado. Cabe señalar que en los laboratorios hay áreas de trabajo donde sólo se permite el paso a un determinado personal especializado. Los técnicos académicos tienen asignada un área específica para trabajar, debido a que hay aparatos que sólo ellos pueden manejar bien y como son aparatos costosos se deben cuidar muy bien y no exponerlos a malos usos.

En cuanto a la cohesión al interior de los grupos, se muestran algunas diferencias. Unos son más unidos (se autodenominan como “familias grandes”), mientras que los miembros de otros grupos son más competitivos y no hay tanta solidaridad entre ellos. Esto representa una marca en el estilo de trabajo que va de acuerdo a la personalidad del líder de grupo. En algunos grupos científicos, la

proyectos de investigación que involucran el desarrollo y optimización de procesos de fermentación, separación y purificación de productos biotecnológicos. Dicha Unidad se llama: Unidad de Escalamiento y Planta Piloto (UEPP) y el jefe que está a cargo es el Dr. Leobardo Serrano. Ésta cuenta con la infraestructura para llevar a cabo cultivos sumergidos de células, así como operaciones de recuperación y purificación. La UEPP es operada por un equipo multidisciplinario, con amplia experiencia en el desarrollo de bioprocesos.

²³⁶ Véase Cuadro 9, 9.1 y 9.2 en la parte de anexos: “Ejemplos de distribución de espacios en los laboratorios”.

organización jerárquica no es tan marcada (en las posiciones más altas) debido a la creación de los “consorcios de investigación” para promover una estructura más horizontal en los grupos de investigación. Entonces, la dirección de un laboratorio es compartida entre 2 o 3 líderes académicos y las decisiones se toman de manera más colegiada.

Se observa que dependiendo de la estructura organizacional del grupo de trabajo, los miembros asumen distintas responsabilidades y desarrollan diferentes actividades. En el caso de los líderes, además de las actividades académicas, algunos desempeñan cargos administrativos. Esto no sólo genera otra dinámica de trabajo personal, sino también de estructura y organización del grupo. Aquellos que desempeñan un cargo administrativo invierten menos tiempo en el desarrollo de la investigación. El tiempo no es suficiente para dedicarse de lleno a la parte experimental (el trabajo en el laboratorio), pero dedican parte de su tiempo en otras actividades dentro de la investigación que también son relevantes, como lo es la coordinación y/o dirección de los proyectos de investigación y la obtención de recursos para el desarrollo de los mismos. En otras palabras, realizan actividades más relacionadas con la gestión y administración de la ciencia. Por tal motivo, dichos investigadores suelen tener grandes grupos (con varios asociados o compartir con otro líder su laboratorio); ya que de esa manera consiguen apoyo para desarrollar investigación, debido a que sus actividades administrativas les consume una gran parte de su tiempo. Esto ha ocasionado cambios en la forma de organización de los laboratorios en el IBt, con el fin de apoyar a los líderes académicos en la realización sus actividades de investigación y que asumen a la vez un cargo administrativo.

“... Soy Secretario Académico aquí desde hace 6 años, entonces la parte académico-administrativa se lleva la mitad de mi tiempo y la otra mitad es mi trabajo en el laboratorio... La docencia, eso sí nunca la he dejado. La tutoría, debo reconocer que no podría ejercerla sin el apoyo de mis investigadores asociados y de los técnicos. Entonces, ahí compartimos en algunos casos las tutorías. Algunas son directamente de ellos y yo soy colaborador y en unas cuantas yo soy el titular y ellos los colaboradores...” (Ent.AL, 2011).

En cuanto a los estudiantes, la proporción de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado no es igual en los distintos laboratorios. Pero varios grupos coinciden en aceptar más estudiantes de posgrado que de licenciatura. Algunos lo prefieren así porque consideran que los de posgrado son más responsables y

comprometidos con su trabajo. Además, consideran que los estudiantes de doctorado tienen mayor experiencia en el campo de la investigación. Los estudiantes más avanzados son un apoyo en la transmisión de conocimiento a los estudiantes que recién ingresan a trabajar a su laboratorio. Mientras que otros líderes consideran que dirigir la tesis de un estudiante de doctorado es una gran responsabilidad, por lo que sólo acepta a pocos para dedicarles el tiempo necesario y así lograr que su trabajo final sea de calidad. Sólo en algunos casos resulta importante incorporar a su equipo de trabajo y dirigir la tesis de estudiantes de licenciatura porque llevan ideas frescas al equipo de investigación.

“... ¿Cuáles prefiero? Depende para qué. A mí me parece que un estudiante joven de licenciatura puede traer al laboratorio cierta frescura, entusiasmo y me gusta su ingenuidad de quererse comer el mundo y resolver los grandes problemas... Creo que es un ingrediente muy atractivo para un laboratorio, a diferencia de alguien que ya tiene una manera de ver las cosas. También hay otro argumento que es el riesgo, un estudiante que viene a hacer un doctorado y que va a pasar tres años de su vida en un proyecto que le debe de dar una formación y un diploma no puede tomar demasiados riesgos, en términos de lo que puede hacer. En cambio, un estudiante que viene a hacer un año en una tesis de licenciatura, en la que no se va a exigir los grandes resultados y las publicaciones puede ser más arriesgado. Entonces, tanto los estudiantes de licenciatura como los de posdoctorado pueden tomarse más riesgos que un estudiante de maestría o doctorado” (Ent.AL, 2011).

Algunos laboratorios como el del Dr. Possani, se distinguen del resto por estar conformados por varios líderes que, a su vez, cuentan con investigadores asociados, posdoctorantes y muchos estudiantes de doctorado. Esto debido al consorcio que tiene con otros investigadores, lo cual pareciera establecer una estructura de conocimiento más sólida. Y se ve reflejado en las contribuciones y aportes que ha tenido este laboratorio (donde opera el consorcio) en el campo de la Biología Molecular. Tal vez por eso el grupo de investigación del Dr. Possani tenga un mayor número de publicaciones en el Instituto. De acuerdo con Vessuri (1995), este tipo de estructuras no es muy frecuente en América Latina, pero trabajar en este tipo de laboratorios incide positivamente en la forma de organización clásica de la pequeña ciencia.

Por otro lado es necesario diferenciar más entre el discurso sobre la “horizontalidad” que se dice tener en los órganos de toma de decisión (a nivel institucional) y la “horizontalidad” en las estructuras y organización de los actuales consorcios de investigación, ya que a pesar de que se impulsa un trabajo colectivo los

sujetos juegan distintas posiciones (jerarquías y relaciones de poder al interior de los grupos de investigación); es decir, continúan teniendo una estructura jerárquica social y cognitiva (vertical). Entonces se maneja un doble discurso en torno a la igualdad entre pares.

3.3. Posiciones y roles del científico: Jerarquía social y jerarquía cognitiva en el laboratorio (distribución de espacios, distribución de tareas y responsabilidades, resultados o productos de acuerdo a la posición del sujeto en el laboratorio).

- Figuras académicas.
- El papel del líder en un grupo de investigación.
- Formas de ejercer el liderazgo en el grupo de investigación.
- “El desdibujamiento de la figura del líder” en los consorcios de trabajo.

A partir de la inserción al mercado laboral, los investigadores han recorrido varios puestos o nombramientos para “llegar a ser quien son” ahora (científicos exitosos). Esto refiere al tránsito de escala de posiciones en la estratificación del campo científico, así como de la diversidad de tareas y responsabilidades de los sujetos a lo largo de su trayectoria laboral (desde ser ayudantes de investigación o técnicos académicos, hasta convertirse en investigadores titulares consolidados²³⁷). La movilidad profesional de los científicos depende de manera esencial de la reputación que haya adquirido entre las personas prominentes de su campo. En el ambiente académico la distinción entre liderazgos obtenidos por características intelectuales u organizativas, distingue a quien se reconoce por su erudición respetada por el avance de la investigación o sutilmente se menosprecia e ignora por considerarlo un burócrata de la ciencia (Remedi, 2006).

En el caso del IBt, como veíamos anteriormente, no todos los investigadores pasaron de una figura académica a otra para convertirse en “líderes académicos”; ya que, algunos ingresaron al Instituto con ese nombramiento (siendo “Investigadores Titulares”). Sin embargo, aquellos que no tuvieron la oportunidad de entrar como “jefe de grupo o líder académico” alcanzaron dicho nombramiento con el paso del tiempo y

²³⁷ Cabe mencionar que, entonces, “la socialización no es una transmisión simple de valores, reglas y pautas de conducta que responden a expectativas asociadas a la definición abstracta o funcional de los roles sociales, que los nuevos miembros de una organización meramente deben asimilar plegándose o adaptándose a ellas. En la medida que los nuevos miembros negocian y redefinen la forma concreta de ejercicio del rol a través de la interacción con los otros miembros de la organización, la socialización organizacional constituye un proceso recíproco de asimilación en donde se transforman tanto quién se inicia en el ejercicio del rol, como aquellos con quienes interactúa y por ende, se modifican el ambiente y las reglas que imperan en el contexto organizacional en que el nuevo integrante desarrolla la tarea” (Tierney y Bensimon 1996, citado en Grediaga, 2004).

hasta que tuvieron una formación académica más sólida. Lo cual ha significado un gran logro para éstos porque dicha figura académica representa “el ideal del científico”, ya que refiere a los sujetos que son parte de una élite.

Los líderes académicos tienen mucha responsabilidad a su cargo, debido a que no sólo son los que guían la línea de investigación y coordinan las actividades dentro del laboratorio, sino que además su compromiso es velar por el desarrollo y la consolidación de su grupo de investigación²³⁸. “... El que ocupa la posición de liderazgo puede también deificar alguna idea o un conjunto de ellas, un personaje referencial, acontecimientos del pasado, como una ‘biblia’ o un ‘tótem’ que hegemoniza el desarrollo de las actividades, asegurándose que el apoyo del grupo no exija sacrificios penosos, aunque opera de forma estancada y dogmática. ... El lugar del líder es preponderante dado que su acción es esencial para preservar al grupo al conducirlo contra el enemigo común o bien, crearlo cuando éste no existe; se espera por tanto, que reconozca el peligro y los enemigos, alentando a sus seguidores a demostraciones de valor y de autosacrificio...” (Remedi, 2008: 7-8).

De acuerdo con Didou y Remedi (2008a), la posibilidad de promover equipos exitosos en las instituciones está definida por el liderazgo intelectual y organizacional del jefe de laboratorio, por sus relaciones, profesionales y de tutoría, con los estudiantes y por la distribución que realiza del trabajo con el fin de asegurar que el clima del laboratorio sea propicio a la producción de resultados. En el caso del Instituto, los equipos están articulados por un líder científico consolidado que funge como guía en la línea de investigación, es responsable de orientaciones conceptuales-metodológicas de los proyectos involucrados, tutor de trabajos de investigación de grado y posgrado, supervisor del trabajo colectivo del laboratorio, gestor de financiamientos, representante institucional, generador en intercambios nacionales e

²³⁸ “Doy algo de clases pero es una carga minoritaria. Soy jefe del departamento, entonces, hacemos algo de cuestiones burocráticas. Pero también es muy minoritario ese trabajo. La otra parte es la labor administrativa del laboratorio, una buena parte se me va en esto: Buscar recursos y administrar los recursos y estar con los alumnos. Lo acabas de ver ahorita, firmando compras, viendo qué cosas se compran, cómo se compran, de dónde sale el dinero, haciendo los informes para las instancias financiadoras, volviendo a pedir... Entonces ahí se me va una buena parte de mi tiempo, otra buena parte se va en actividades de evaluación. Soy editor asociado de un par de revistas, entonces, reviso mucho artículos y cada semana reviso de 3 a 5 publicaciones científicas y tengo que decidir sobre su aceptación o no. Mucho de mi trabajo también tiene que ver con la evaluación de proyectos... Entonces, muy poquito tiempo acabamos en el laboratorio mojándonos las manos y sólo un día en la semana nos permite la UNAM dar trabajo de asesoría externa. Yo tengo una vinculación muy fuerte con distintas empresas y un día a la semana asesoro a empresas del ramo farmacéutico en cosas, que tienen que ver con mi investigación. Ahí dedico la quinta parte de mi tiempo laboral; aunque, mi tiempo laboral es de 7 días a la semana” (Ent.OR, 2011).

internacionales, entre otras actividades más. Dichas actividades no serían posibles sin que se establezca el vínculo y la colaboración entre el líder y los diferentes sujetos que participan en un laboratorio.

“En el laboratorio de Susana y el mío, tenemos a dos líderes académicos donde cada uno tiene 4 plazas y sus respectivos estudiantes... Es que esa es la manera en que uno puede ser competitivo hacia fuera, porque un investigador solo si es bueno va a sacar trabajos; pero, le va a costar mucho más esfuerzo el contribuir o darle continuidad a ese trabajo al ritmo que sucede en otros lados. Pero cuando se tienen grupos o estructuras donde por ejemplo grupos dobles, donde está un consorcio de 2 jefes de grupo, donde están 2 líderes académicos, 5 asociados y 3 técnicos... Eso ya es una estructura muy sólida. Por eso ya estamos promoviendo que se hagan consorcios de más grupos. Por ejemplo, ya tenemos uno de 3 jefes, 3 líderes académicos con sus respectivas estructuras; entonces, esos grupos ya tienen el potencial de ser mucho más competitivos” (Ent.CA, 2011).

De acuerdo con el Reglamento Interno del IBt (2002), un líder académico tiene como responsabilidad: a) Definir y estructurar las líneas de investigación y los proyectos que se desarrollarán en el grupo, b) Definir las formas de organización y asociación del personal académico y los estudiantes adscritos al grupo, para la realización del trabajo académico, c) Solicitar apoyos para la realización del trabajo académico del grupo ante el Consejo Interno y otras instancias internas y externas a la UNAM, d) Elaborar los informes que se requieran para la evaluación y planeación de las actividades académicas del grupo, e) Proponer al Consejo Interno que miembros del personal académico asociado a su grupo, soliciten apoyos adicionales para los proyectos del grupo, f) Promover el nombramiento de otros jefes de grupo, a través de los mecanismos que establezca el Consejo Interno, g) Proponer al Consejo Interno remuneraciones adicionales para los miembros del personal académico adscrito a su grupo, de acuerdo con el Reglamento de Ingresos Extraordinarios de la UNAM, y h) Opinar sobre el desempeño de los académicos adscritos al grupo, para propósitos de evaluación y promoción de los mismos.

Por otro lado, respecto a la designación de líderes, el Reglamento sólo indica que: “Cada grupo de investigación está integrado por un investigador responsable, nombrado por el Consejo Interno, a propuesta de los departamentos, quien será el jefe del grupo y que podrá tener asociados a otros investigadores, técnicos académicos y estudiantes...”. Asimismo, sólo se dice que el Consejo Interno es quien decide qué investigador cumple con las características de liderazgo para coordinar un grupo de

investigación. Pero, no hay un proceso plasmado de forma clara en algún reglamento o documento institucional. Por lo que dicha situación ha generado cierto descontento para aquellos que consideran o quieren ejercer dicho cargo.

“Alguien que se ostenta como líder debe ser una persona independiente, cuando hablamos de independencia es mostrar que eres capaz de gestionar los recursos con los que llevas a cabo tu investigación. ¿Sabes cuántos proyectos financiados tengo? Tengo 10... Lo más importante aquí es el financiamiento para desarrollar tus proyectos. Si no tuviera ese perfil de líder las instancias internacionales que apoyan con financiamiento no me lo darían... Esto de ser líder, se observa a simple vista en las publicaciones, simplemente en la posición, cuando te ponen como “*Corresponding Author*” los demás saben que tú eres el líder. Otros parámetros con los que debes cumplir como líder es pertenecer a instancias como el SNI, que te va dando niveles y te va premiando o privilegiando según tu nivel, así como cuando te invitan a ser parte de los Comités Editoriales... También está que cumplas con formación de recursos humanos de alto nivel, que debes formar mucha gente de maestría y doctorado, que tengas reconocimiento de instancias nacionales e internacionales, además de que tus colegas y pares te identifiquen y reconozcan como líder... La mayoría de las instancias usan muchos parámetros duros como éstos para poder designar si eres líder o no, y aquí no es así, esto no basta... En el IBt, sí los consideran; pero, no es lo que tiene más peso para que seas líder... entran en apreciaciones y cosas más subjetivas. Lo cual se convierte en un proceso injusto” (Ent.CP, 2013).

El investigador que se postula como líder de grupo debe presentar un seminario departamental, después los líderes del departamento se reúnen y si consideran que podría ser líder lo mandan a dar un seminario institucional. Sin embargo quien toma la decisión final es el Comité de académicos asignado, que no necesariamente está conformado por especialistas en el campo o línea de trabajo del que se postula como líder. En realidad no hay criterios objetivos, ni cuantificables, todo gira en torno a la percepción de un Comité o Consejo sobre las capacidades, habilidades y conocimientos de los que se postulan²³⁹.

²³⁹ “... Yo no soy estrictamente líder académico porque hay que pasar un proceso no formal y poco objetivo, que tiene que ver con la presentación de un proyecto de una línea de investigación, frente al Instituto y al Seno de líderes y jefes de grupo. Lo curricular no tiene que ver aquí, sí importa que seas miembro del SNI y que hayas formado gente y esas cosas; pero, al final lo que pesa es la percepción... es como el que vende algo, si te vendes bien te compran la idea... Esta es mi opinión porque conozco lo que ha pasado detrás de estos procesos (de 1996 a la fecha), a veces no son decisiones objetivas, hay mucha subjetividad... Yo soy Titular B y podría aplicar para esto y no lo hago porque no estoy convencido de este proceso, a pesar de que supuestamente hay reglas y criterios; ya que, no se aplican parejos, a pesar del rigor y exigencia que hay formalmente... Y no soy el único con esta opinión, hay investigadores que son líderes y que están de acuerdo con esto que te comento” (Ent. CP, 2013).

“... Hay investigadores que se postulan para ser líderes con un Curriculum Vitae impresionante (PRIDE D, Titular C, SNI II o III, con estudiantes de posgrado graduados, etc...) y no se les da el nombramiento de líder académico; pero, hay otros que no lo tienen y aun así son líderes. ¿Entonces de qué se trata? Si cotejas la trayectoria de los 40 que aparecen como líderes en la página del IBt con la trayectoria de otros que no lo son, te vas a dar cuenta que no hay mucha diferencia entre ellos y los que no son líderes... Te voy a dar un ejemplo, que llama mucho la atención: Un investigador que es Titular C, es SNI II, tiene muchos estudiantes de posgrado graduados, con 15 años o más trabajando aquí en el Instituto, con reconocimientos a nivel nacional e internacional, y aquí en el IBt no es líder... Y así como este hay varios casos...” (Ent.CP, 2011).

La cuestión de quién obtiene y quién no el liderazgo de un grupo de investigación es un tema bastante debatido. En un principio estaban muy definidos algunos aspectos que distinguían o hacían la diferencia entre quién es un líder y quién no lo es; pero, después de cambios estructurales y organizacionales en el IBt (como es la creación de consorcios de investigación), esto se ha vuelto un poco confuso y pareciera que las concesiones entre los líderes académicos y los investigadores asociados son casi las mismas (con excepción de una o dos responsabilidades y privilegios más). Antes el líder podía tener más plazas de asociados o pos doctorandos, ahora ya no es posible eso, debido a que ya no hay lugar para poder tener un laboratorio propio ni tampoco plazas; entonces, las condiciones de trabajo y privilegios casi son los mismos. El beneficio real de ser o no líder es algo difuso. Podríamos decir que al trabajar en “consorcios de investigación”, la figura de líder académico se desdibuja. Es posible que la conformación de consorcios sea una “solución temporal” de la falta de espacio, ante el aumento de investigadores con trayectoria consolidada que deberían ser líderes de grupo y tener su propio laboratorio²⁴⁰. Lo cual está dando buenos resultados, ya que así se ha reforzado y consolidado el trabajo de varios grupos de investigación. Pero,

²⁴⁰ “... Esto es un gran problema y no sé cómo después se vaya a resolver, porque ahora nuestro promedio de edad está creciendo, en unos años la mayoría va a alcanzar el nombramiento de Titular B y C, además de cumplir con el nivel de productividad; entonces, ¿cómo van a justificar que alguien sea titular C y no sea líder?... Esto ya se empieza a dar, en unos años ¿qué va a pasar? Porque uno de los requisitos para ser líder es que seas Titular C y todo lo demás que te he dicho, cuando la mayoría de la planta académica tenga ese nombramiento y por derecho tenga la oportunidad de tener nombramiento de líder ¿qué va a pasar? No puedes poner a todos de líder, entonces, ¿qué realmente va a marcar la diferencia? Ahorita una válvula de escape que está funcionando en cierta medida es la creación de los consorcios que, formalmente, se están generando. Pero más adelante ¿qué va a pasar?... Y te digo que los consorcios han sido como una válvula de escape porque yo estuve en toda esa discusión en torno a su creación, porque llegó momento en que los investigadores asociados no veían otra solución de progresar y exigían tener algo más, y la solución fue la creación de los consorcios” (Ent.CP, 2013).

finalmente, no es la solución más adecuada, debido a que tiene efectos perversos que tarde o temprano van a hacerse más visibles.

Por otro lado, el papel de los investigadores asociados cobra mayor fuerza. Esto también depende mucho de con quién trabaje el investigador asociado y qué tanto el líder académico le permita crecer profesionalmente. En otros grupos, el líder académico ofrece pocas o ninguna oportunidad de crecimiento profesional, ni buenas condiciones de trabajo a sus asociados; por lo que, incluso, algunos asociados terminan renunciando, cambiándose de grupo o de instancia.

Además de los Investigadores asociados y los estudiantes (de distintos niveles), encontramos la figura de “técnico académico” que es valorada de distinta forma. En algunos grupos, el técnico académico tiene una función relevante y se les da la posibilidad hacer carrera académica. Y generalmente, estos nombramientos de técnico académico son asignados a estudiantes de doctorado. Mientras que en otros grupos, los técnicos académicos llevan aproximadamente 30 años trabajando en el mismo laboratorio y se les da un trato de “personal de confianza”; pero no les permiten coordinar proyectos de investigación o realizar tareas más complejas y que son más valoradas en el campo científico (como publicar con los estudiantes).

“La figura del técnico son gente bien calificados. Ahora tenemos técnicos hasta con doctorado. En realidad, también este atorón de plazas ha resultado en que muchos estudiantes o investigadores que hicieron la maestría y el doctorado tomaron plazas de técnicos. Entonces son muy calificados, tienen menos responsabilidades que los investigadores. Los técnicos son más manuales, en muchos de los casos son... por ejemplo, yo tengo un técnico de toda la vida que es como mis manos. Muchos de los experimentos yo no los puedo hacer porque no tengo tiempo y él me los hace. Los técnicos tienen menos responsabilidades porque ellos no diseñan los proyectos, no piden dinero; pero son básicos en nuestro sistema porque son las personas que son los responsables del equipo y de darles servicio. En el Instituto tenemos varias Unidades en las que compartimos ese equipo y ellos son los responsables y sin ellos no podríamos hacer nada” (Ent.SL, 2011).

No obstante, en los laboratorios pude observar que hay otras figuras académicas y nombramientos que no están instituidos en el IBt. Esto porque los grupos de investigación se están haciendo tan grandes que algunos nombramientos no corresponden con las responsabilidades y las actividades que les son asignadas a sus miembros. Un ejemplo claro es el caso del consorcio conformado por: el Dr. Alagón, el Dr. Possani, el Dr. Corzo y el Dr. Becerril. En realidad es un conjunto de 4 grupos y

cada uno tiene su propia estructura; pero al configurarse como un consorcio de investigación con más de 30 personas, entonces, las plazas de contratación no son suficientes y se les contrata a las personas con un nombramiento que no va de acuerdo a las actividades que realiza. Como mencionaba anteriormente, la composición del grupo en cuanto al grado académico es mayor que en otros grupos.

La mayoría de sus integrantes son de posdoctorado o investigadores que están bajo otro nombramiento, pero que en realidad desempeñan el rol de investigadores asociados. Tal es el caso la Dra. Rita Restano que ingresó al grupo del Dr. Possani haciendo una estancia de doctorado (por un vínculo del Dr. Possani con un grupo de Italia), enfocado a cuestiones de electrofisiología. Después se fue a hacer su posdoctorado y regresó al laboratorio del Dr. Possani (pero como no había beca de posdoctorado, entonces es contratada por honorarios); sin embargo, las actividades que realiza y las responsabilidades que tiene corresponden a la de un Investigador Asociado (sólo que con ciertas limitaciones por no tener formalmente ese nombramiento) y debido a la falta de plazas tuvo que ser contratada bajo otro nombramiento (servicio profesional).

“... La cuestión de las figuras académicas y nombramientos es otro problema... El estatuto de la UNAM sólo plantea la figura de investigador asociado y titulares, pero aquí hemos encontrado que: investigadores adjuntos, que líderes... cantidad de nombramientos que formalmente no existen. Total, cuando uno recibe su pago, no dice si eres líder o eres adjunto... Simplemente dice: Investigador Titular A, B, C, o Investigador Asociado A, B, C... ¿Si te das cuenta? Igual y esto sólo es una válvula de escape o presión para que un investigador sea mejor o bien tal vez se deba a una forma simbólica de reconocimiento, que también es válido” (Ent.CP, 2013).

Incluso, algunos especialistas que son contratados para trabajar algo muy específico de un proyecto de investigación se convierten en un miembro del grupo de investigación; pero, debido a que son pocos los que realizan esas actividades, no sólo trabajan en un solo laboratorio sino que son requeridos para trabajar con otros líderes académicos del IBt (que así lo requieran). Por ejemplo, la Dra. Blanca Itzel Taboada es Ingeniera en Sistemas Computacionales y lleva 12 años trabajando en el Instituto (colaborando con diversos grupos de investigación porque dentro del Instituto casi no hay especialistas en esta área). Actualmente la Dra. Taboada está inscrita como miembro del grupo del Dr. Arias desde hace 3 años, desarrollando la parte de Bioinformática y entró con una plaza de Técnico Académico porque era la única plaza disponible. No obstante, estuvo trabajando por dos años a prueba (como si hiciera el

posdoctorado) para poder cambiar su plaza de técnico por la de investigador asociado; aunque, esto sólo se hizo simbólicamente porque institucionalmente aún sigue con una plaza de Técnico Académico (aunque, sus responsabilidades y privilegios cambiaron como si fuera investigador). Ahora “como investigadora” (reconocida así por sus pares) está adscrita al grupo del Dr. Arias y sigue teniendo colaboraciones importantes con varios líderes y asociados (sobre todo en cuestión de metagenómica, edición de imágenes y estadística por computadora aplicada a cuestiones biológicas, entre otras).

Por otro lado, algunos estudiantes que ingresan a los laboratorios a hacer su servicio social o a la licenciatura se quedan a trabajar posteriormente con ese grupo de investigación o en caso de no ingresar en calidad de estudiantes se les contrata como “Técnicos por honorarios” y se les da el nombramiento de “Personal de Servicios Profesionales”. Esto no corresponde con lo que formalmente se define como un “Técnico Académico”, así como tampoco corresponden las funciones que en otros grupos se les asigna a los que están contratados por “Servicios Profesionales”; ya que éstos, en algunos laboratorios, se encargan del desarrollo de proyectos exclusivos para empresas. La información que manejan es confidencial y no pueden compartir su trabajo con otros miembros del grupo. Mientras que en otros grupos, algunos que realizan Servicios Profesionales en realidad funcionan como Personal Administrativo que llevan la contabilidad y distribución del presupuesto, compra de materiales y asesoría jurídica de todo el laboratorio. Por lo que están en continua comunicación con todos los miembros del grupo de investigación. Pero dichas funciones, a veces, en otros laboratorios son desarrolladas por las secretarías y los técnicos académicos. Entonces la misma ambigüedad de nombramientos ocurre con las secretarías, así como con los que tienen el nombramiento de “laboratoristas” o “auxiliar de laboratorio”; que en realidad algunos llevan a cabo las mismas funciones que el personal de apoyo, aunque se les nombra de distinta forma. Incluso, varias “figuras académicas” ni siquiera están contempladas en los reglamentos del IBt.

Finalmente, podemos decir que existe una estructura y organización del trabajo instituida en el IBt. Sin embargo, los problemas de falta de espacio y la ambigüedad en la definición concreta de las figuras académicas han generado algunos conflictos entre sus miembros. En los laboratorios pude observar que hay otras figuras académicas que no están instituidas en el IBt. Los grupos de investigación se están haciendo tan grandes que algunos nombramientos no corresponden con las responsabilidades y las actividades que les son asignadas a sus miembros. Al trabajar en “consorcios de

investigación”, la figura de líder académico se desdibuja. Y el papel de los investigadores asociados cobra mayor fuerza.

3.4. Lógicas de producción y difusión del conocimiento: Formas de trabajo, organización y estrategias del trabajo científico.

- Trabajo colegiado y transdisciplinario.
- Los vínculos internacionales y el marco de las agendas de investigación: Relaciones de recurso, vínculos y colaboraciones.
- Vinculación con el sector productivo, relación empresa-Universidad.

La institución universitaria es la primera generadora de comunidades académicas, ya que ésta permite la conformación de nodos de red de conocimientos, nodos de investigación, crítica, validación y difusión, que se relacionan con otros nodos de conocimiento al interior de la misma y con otras instituciones. De tal manera que la extensión y contornos de una comunidad académica no se agotan en una determinada institución, a través de canales de interacción es posible configurar verdaderas redes de conocimiento. Cuando dichos canales de interacción son estables y permanentes (alimentando continua y significativamente los objetos y métodos de investigación), podemos decir que se trata de una comunidad académica local que es capaz de insertarse en redes académicas de generación de conocimiento socialmente significativo (Grediaga, 2000). En el caso del IBt, estamos hablando de un colectivo de investigación científica que se ha convertido en un nodo de red de conocimientos en el campo de la Biotecnología. Esto se ve reflejado no sólo en las redes de colaboración con otros grupos de investigación al interior del Instituto y a nivel nacional (con otras Universidades, Centros o Institutos de investigación científica), sino también por su continua interacción y colaboración con otras comunidades científicas en el campo de la Biotecnología a nivel internacional.

Las redes de colaboración son una característica de este colectivo científico, que investiga y publica de manera intensa entre distintos grupos y departamentos. Se ha tenido colaboración con 32 instancias de la UNAM y 60 empresas, de las cuales 10 de ellas se incorporaron a proyectos conjuntos en el 2003. Además destacan las colaboraciones fuertes en el ámbito regional, especialmente con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; así como los vínculos con empresas e instituciones académicas de Estados Unidos, Europa, Asia y África (Informe IBt- UNAM, 2013).

Al interior del IBt se han establecido colaboraciones o redes de trabajo entre distintos laboratorios, ya sea por tener algún interés académico en común o, simplemente, porque necesitan apoyo con de algún material (reactivos o aparatos) e incluso porque necesitan realizar un experimento que está fuera de su alcance y necesitan un experto en el desarrollo de algún punto específico²⁴¹. Sobre todo, las colaboraciones al interior del Instituto se dan entre los grupos de un mismo departamento. Y de manera paralela, las Unidades de apoyo y desarrollo tecnológico son las instancias que mantienen vínculos con todos los grupos.

“Cuando falta algún reactivo o se te acaba algo entonces los tienes que pedir con anticipación porque muchos de los insumos vienen de Estados Unidos y deben pasar por la aduana... Algunos insumos pueden ser muy tardados; entonces, mandamos un e-mail a todo el Instituto para ver quién nos ayuda, quién nos coopera o nos presta ese reactivo mientras nos llega el nuevo. Hay mucha ayuda así o hay apoyo a grupos que se están instalando o que tienen poco dinero porque no aceptaron su proyecto de CONACyT y entonces nos piden que si les prestamos sacarosa, que si les prestamos cosas y entonces les hemos prestado o regalado reactivos para que puedan trabajar otros grupos de aquí del Instituto o de fuera... Yo también así he tenido muy buen apoyo en cuanto al préstamo de cosas, con Ciencias Genómicas, con los que están haciendo Proteómicas en el laboratorio de Sergio Encarnación y Jaime Mora; pues, tienen todo el equipo para hacer eso y hemos colaborado mucho con ello. También el que colabora mucho y nos prestamos cosas es Humberto Lanz en el Instituto de Salud... Actualmente tenemos un proyecto de colaboración que no está financiado por nadie, o sea todavía nadie nos da dinero para ese proyecto; pero, lo estamos haciendo y es en colaboración con ellos. Ellos hacen una parte y nosotros hacemos otra parte, está muy interesante la respuesta del mosquito a las toxinas *cry*” (Ent.AB, 2011).

No obstante también existen colaboraciones con grupos de distintos departamentos. Un caso ejemplar es la colaboración que se dio al interior del Instituto para trabajar una parte de toxinas de animales ponzoñosos en la elaboración del primer anticonceptivo masculino, donde el Dr. Darszon (del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular) estableció un vínculo con dos expertos mundiales

²⁴¹ “... El grupo también ha crecido en término de las disciplinas que confluyen en los proyectos. Entonces, yo no soy un Biólogo Molecular y la Biología Molecular es muy importante en mis proyectos; entonces, sé hasta dónde, sé cuáles son mis limitaciones y no pretendo ir más allá de esas limitaciones. Para eso, entonces, acudo a mis colaboradores o eventualmente a colaboraciones con otros grupos de investigación... Ya no es posible pensar que un solo grupo pueda cubrir un proyecto o por lo menos para que sea interesante, se queda muy limitado si se establece que un proyecto solamente va a ser desarrollado por un solo grupo. Forzosamente, desde un punto de vista analítico, computacional, estructural, forzosamente tiene que establecer nexos. Entonces esa es una característica casi obligatoria de los proyectos” (Ent.AL, 2011).

en toxinas (del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos): uno de serpientes y arañas (el Dr. Alagón) y otro de alacranes (el Dr. Possani), con quienes ha estado buscando desde hace algunos años toxinas que pudieran tener el potencial para bloquear los canales que le permiten moverse a los espermatozoides.

Por otro lado se han establecido redes de colaboración con grupos de distintas Facultades e Institutos de la UNAM, así como con otras instituciones que realizan investigación científica en el país. Podemos hablar entonces de un trabajo interdisciplinario en el IBt. Lo cual les da una amplia gama de opciones para participar y contribuir. Por lo que tienden a contribuir en revistas de diversas áreas relacionadas al campo disciplinario en el que se formaron (biología celular, bioquímica, genética celular, biología molecular, etc...).

“Hay mucha colaboración entre los diferentes laboratorios del IBt. Yo puedo usar el equipo de cualquier laboratorio y si lo necesito en un momento dado voy y lo ocupo. Y si en algún momento dado lo tienen ocupado, me pongo de acuerdo para ver cuándo lo puedo usar. Pero en ningún momento me negarían el equipo, al contrario. Son muy cooperativos, ¿para qué tratar de duplicar equipos o conseguir equipos que van a estar muertos? Si los equipos caros pueden costarte un millón de dólares, además requieren más dinero para darles mantenimiento o de uno o dos técnicos muy especializados para manejarlos. Y si no cuenta con eso ¿para qué quieres entonces comprar algo tan caro? Cuando ese dinero podría ser utilizado para algo mejor o invertirlo aquí en México y no pagarle a alguien de fuera. Me considero una gente con mucha suerte por muchas razones. Sí metemos *grants*, pero si CONACyT tardó en pagar como 3 años después de aprobar el presupuesto; entonces, para mí eso no es problema, eso no me preocupa y cuando llega el presupuesto sólo me permite vivir más a gusto. Pero mi vida cotidiana no depende de eso” (Ent.AA, 2011).

Entre las instituciones con las que colaboran con más frecuencia los grupos de investigación del IBt son: Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM, Instituto de Química de la UNAM, Facultad de Medicina de la UNAM, el Instituto de Neurobiología de la UNAM, Instituto Nacional de Salud Pública, Facultad de Medicina de la UAEM, CINVESTAV del IPN, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Autónoma de Baja California, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad de Guanajuato, entre

otros²⁴². Cabe señalar que las colaboraciones con grupos de diversas instituciones de la UNAM (por pertenecer a ésta) y UAEM (por su ubicación geográfica) también se deben a que comparten programas de posgrado o tienen acuerdos para impulsar la movilidad estudiantil entre estas instituciones. Un ejemplo de esto recién se acaba de dar en mayo del 2014, con la firma de convenio de colaboración entre la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMor) y el IBt, con el objetivo de hacer investigación en conjunto, servicio social, estancias y estadías, fortaleciendo así esta vinculación interinstitucional en pro de la investigación y generación de conocimiento que incide en el nivel competitivo de los egresados²⁴³.

Asimismo, los 12 investigadores entrevistados han establecido redes de colaboración²⁴⁴ con otros grupos de investigación (durante su trayectoria académica y laboral) en diversos países, tales como: España, Estados Unidos, Brasil, Argentina, Colombia, Guatemala, Chile, Brasil, Costa Rica, Bélgica, Cuba, Venezuela, Reino Unido, Holanda, Francia, Italia, Portugal, Hungría, Estonia, Túnez, Japón, Suiza, Suecia, Alemania, Turquía, China, Tailandia, entre otros²⁴⁵. Las relaciones que se establecen con grupos del extranjero, a pesar de la distancia, se tratan de mantener y fortalecer y, en algún momento, se materializa en una publicación en revistas de prestigio.

Los motivos de las colaboraciones con otros grupos de trabajo son diversos, desde intercambiar cuestiones cognitivas (teorías y/o metodologías) hasta intercambiar recursos materiales y económicos. Estas relaciones de recursos son relaciones simbólicas que se dan en un campo de acción que es visto como integrado, no por lo que se comparte sino por lo que se transmite entre agentes. Además son relaciones interpretadas como intercambios a las que se recurre o de las cuales se depende para obtener apoyo o insumos. En este sentido podemos hablar de una red productiva, de

²⁴² Véase Cuadro 10 en la parte de anexos: "Características de colaboración en la actividad científica del IBt (2004-2013)".

²⁴³ "Uno de los logros más satisfactorios fue el primer lugar del <<Premio Sánchez Esquivel a Protocolos de Tesis en Biotecnología y Bioingeniería 2013>> otorgado a una alumna por su trabajo asesorado por investigadores de Upemor y el Instituto de Biotecnología..." (Para más detalles véase: <http://morelos.quadratin.com.mx/Firman-convenio-UPEMOR-e-Instituto-de-Biotecnologia-UNAM>).

²⁴⁴ Para la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), una red de colaboración representa un colectivo conformado por académicos, especialistas y estudiantes cuyo trabajo se fundamenta en flujos permanentes y continuos de comunicación, información, intercambio de recursos, experiencias y conocimientos. El trabajo que se desarrolla en el marco de dichas redes de colaboración cobra relevancia si éste, se guía por el interés común de los miembros del colectivo y de las instituciones que representan, a saber, consolidar, mejorar y potenciar las capacidades de las instituciones de educación superior, IES, para la difusión y generación de conocimientos, así como el fomento de la cultura, la ciencia y la tecnología (Fuente: <http://redes.anui.es.mx/paginas.php?page=redes>).

²⁴⁵ Véanse gráficos (Cuadro 11) en la parte de anexos: "Mapa de redes de colaboración del IBt a nivel internacional".

acuerdo con Orozco (2006), ésta se compone de actores que cooperan en actividades científicas y tecnológicas, especialmente en transferencia tecnológica y proyectos conjuntos enfocados a obtener productos que tengan calidad de mercancía. Se construye a partir de la relación de actores (instituciones y grupos de investigación) que trabajan, financian y facilitan el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología sobre una temática o unos intereses compartidos.

Por ejemplo, en el caso del Dr. Zurita, algunas veces sus colaboraciones han tenido como objetivo conseguir apoyo y financiamiento para sus proyectos de investigación. Tal fue el vínculo que estableció con el profesor Jim Carbonara (de la Universidad de California) y con Jean Marc Egly (uno de los investigadores más importantes en el campo, de la Third World Academy Science de Estrasburgo); asimismo, destaca que ha contado con otro tipo de recursos económicos para el desarrollo de sus investigaciones como: la beca de la Pew Foundation, la beca de Howard Hughes Medical Institute, del CONACyT (México), de la Universidad de California, de la OMS, del Instituto Tecnológico de Kioto y el University College en Londres. Pero sus colaboraciones no sólo han sido por motivos de financiamiento. Por otro lado, la Dra. López destaca que establecer colaboraciones no es una tarea fácil; sobre todo por la visión inadecuada que tienen los extranjeros de los mexicanos. De tal manera que es difícil encontrar a pares que estén dispuestos a colaborar de manera igualitaria, ante un ambiente muy competitivo en el que unos se tratan de imponer. No obstante, para otros las colaboraciones surgen por interés mutuo (porque un grupo tiene conocimiento o preguntas que le interesan al otro) o porque sus líneas de investigación resultan atractivas por tratar un tema innovador y ser investigación de frontera. Tal es el caso del Dr. Darszon, que por ser un grupo pionero en los estudios sobre canales iónicos del espermatozoide y el haber desarrollado muchas estrategias de electro- citología resulta atractivo para otros grupos de investigación y por eso se acercan para colaborar.

“Tenemos relaciones con muchos grupos en muchos países: en Japón, en Inglaterra, en Estados Unidos, en Argentina, en Chile. Tenemos muchas colaboraciones activas... Publicamos con cierta frecuencia con otros grupos. Yo tengo un donativo del NIH con un investigador argentino: Pablo Visconti, en la Universidad de Massachusetts. He tenido colaboración con otro inglés y así... es muy importante la colaboración. Ahora tenemos una colaboración con Francia... No es mi caso el colaborar con algún grupo extranjero porque no tenga aquí en el laboratorio lo necesario. ... No, no es nuestro caso porque no podría decir que haya algo que no

pudiéramos hacer porque no tenemos con qué hacerlo. Y todas nuestras colaboraciones han surgido por un interés mutuo... de los dos grupos, porque un grupo está o tiene conocimiento o tiene preguntas que le interesan al otro grupo. Y, generalmente, hay muchos grupos que se acercan con nosotros porque quieren colaborar... Nuestras colaboraciones han sido por interés mutuo, desde el punto de vista académico” (Ent.AD, 2011).

Incluso podríamos decir que, pese al imaginario que se ha construido en torno a la relación subordinada de colectivos científicos de países desarrollados ante la comunidad científica internacional debido a la falta de recursos (materiales y económicos) para realizar investigación de calidad y de frontera, en el IBt existen grupos de investigación atractivos con líneas de investigación innovadoras dirigidas por científicos con trayectorias académicas consolidadas (con redes académicas y de investigación previamente estructuradas en torno a su campo de conocimiento). Esto ha repercutido en el desarrollo de los laboratorios, en el aumento de las colaboraciones con otros grupos (incluyendo del extranjero) y en el prestigio del Instituto²⁴⁶. Cabe señalar que el Dr. Bolívar, el Dr. Darszon, el Dr. Possani y el Dr. Alagón han sido pioneros en sus líneas de investigación. Mientras que otros investigadores como la Dra. Bravo, la Dra. López, el Dr. Galindo, el Dr. López Munguía y el Dr. Ramírez han contribuido con grandes aportes al desarrollo del campo de la Biotecnología en México.

“... Nosotros representamos cierto liderazgo a nivel internacional. Por eso mi laboratorio es un laboratorio de referencia. Yo he tenido gente de: Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia, Cuba, Sudáfrica, Turquía, Egipto, Costa Rica e inclusive gente de Estados Unidos. Tuve gente de Bélgica, Italia, Hungría... que vienen a mi laboratorio a trabajar. Algunos son fruto de una vieja colaboración que he tenido anteriormente. Sobre todo del grupo italiano, la parte de fisiología fue porque cuando pasé un año sabático en Alemania y que descubrimos unas toxinas muy especiales en el veneno de los alacranes, la parte fisiológica descubierta hizo que se formara un grupo de fisiología de italianos... con los cuales yo continúo la colaboración con ellos. Ya tenemos como 20 o 30 años colaborando con ellos. Y las otras colaboraciones son gente que viene a hacer parte del trabajo porque no cuentan con la infraestructura o no tienen los elementos para hacerlo. Entonces, he recibido gente del Instituto de Costa Rica que

²⁴⁶ “Cuando el conocimiento producido localmente en un país de la región coincide con la frontera alcanzada por los países industrialmente avanzados, ese conocimiento normalmente fluye hacia las firmas industriales de esos países, que son los que hacen inversiones financieras y capitalizan sus beneficios... Sin embargo, el éxito nacional en términos de una mejor ubicación en el sistema mundial y la habilidad de obtener préstamos internacionales, ayuda y apoyo, no pueden lograrse sin una dosis de legitimidad. Esto quiere decir que la participación de un país subdesarrollado en la ciencia internacional puede, con el tiempo, generar recursos económicos y políticos por sus efectos legitimadores (por ejemplo, a través de préstamos, subsidios, ayuda externa)... “(Vessuri, 1995: 25).

también trabaja con cosas de venenos de serpientes y vinieron a hacer parte del trabajo aquí. Tengo gente que viene de Turquía y de Egipto, porque estamos estudiando los alacranes de allá. Y tengo a una estudiante que viene de Australia porque nadie había estudiado los alacranes de allá y ahorita lo estamos haciendo...” (Ent.LP, 2011).

Entonces, de acuerdo con los entrevistados, al establecer colaboraciones con otros grupos (sobre todo extranjeros) se debe ser muy precavido y cuidadoso con la participación y las ganancias o beneficios que se obtengan de éstas. “Es necesario tener en cuenta las jugadas que se realizan en diversas arenas, lo cual implica que las reglas no sean un conjunto coherente ni preestablecido, que los actores- jugadores con los que se relacionan los científicos corresponden a diversas dimensiones y que los objetivos se redefinen en la medida que se pretende que la continuidad en el juego. El o los juegos evolucionan a partir de lo que se transmite entre agentes. El juego se construye según aquello que los actores entretujan” (Taborga, 2004: 4).

“Es necesario poner atención y saber cuál es el costo de una colaboración con algún grupo del extranjero; ya que, no se puede ceder un conocimiento importante nada más porque sí. Sería muy tonto regalarlo al otro grupo con el que se colabora, sólo porque ese grupo está prestando algunos aparatos o materiales que se necesitan para realizar la investigación. Muchos grupos poderosos del extranjero buscan una colaboración con algunos grupos del IBT, simplemente, porque necesitan tener acceso a los recursos naturales de México. Entonces, ahí el grupo de México tendría que ver qué tipo de colaboración va a establecer y cuál es realmente el incentivo para hacerlo...” (Ent.AL, 2011).

Autores como Casas et. al. (2000) consideran que para el establecimiento de redes debe haber confianza entre los actores, la cual se debe ver reflejada en las relaciones y acuerdos que establezcan entre ellos; así como también debe haber compatibilidad en objetivos y actividades. Esos son algunos elementos que deben existir cuando se establecen redes de colaboración. Lo cual se logra a partir una formación de aprendizaje relacional y se refuerza a través de la honradez y rectitud para establecer los lazos de cooperación entre los actores.

“... En un congreso que fue en España, yo le dije al Dr. Sarjeet Gill: <<Vamos a platicar, se me hace que podemos colaborar>>. Entonces desde ese momento hemos seguido trabajando juntos. Ahorita no hemos dejado de trabajar juntos, hemos conseguido dinero para trabajar juntos y hemos publicado mucho juntos. Ha sido una persona importante en nuestro grupo porque ha sido muy franco, muy leal, muy sincero. Eso me ha gustado porque siempre en ciencia hay un problema que es que te roben la idea, o sea ya que tú planeaste

hacer algo o estás en vías de hacer algo, otro grupo del extranjero se entera de lo que estás haciendo y puede ganarte lo que estás haciendo y publicarlo antes que tú. ¡Eso pasa muchísimo! Entonces tienes que escoger muy bien a tus colaboradores para tener gente que sea como buenos amigos, además de buenos colaboradores, de buenos científicos, para que puedas confiar totalmente en ellos. Entonces con este señor, el Dr. Gill, hemos podido tener una colaboración muy estrecha...” (Ent.AB, 2011).

Cabe mencionar que de las colaboraciones internacionales es posible derivar algunas publicaciones, pero esto no significa que los científicos del IBt sean dependientes de ese tipo de contribuciones para ser más productivos. En el caso del Dr. Galindo, de las 120 publicaciones que tiene sólo unas 30 publicaciones (un 25%) han sido producto de esas colaboraciones con grupos del extranjero.

Sin duda alguna, la relación entre los investigadores es dinámica, en distintos niveles y sujeta a cambios; ya que en toda alianza existe una relación de poder dependiendo de los intereses y recursos que se movilizan en torno a la misma, así como de la posición que tienen los participantes en el campo científico. “... A iguales recursos, corresponden relaciones de igualdad, tanto positiva (amistad) como negativa (competencia). En cambio, si un individuo controla recursos necesarios a otros, se produce un diferencial de poder entre ambos. Hay papeles que llevan consigo atributos inherentes de poder sobre otros... Aquellos investigadores que colaboran en un plano horizontal suelen compartir una formación común, que puede trazarse como descendencia intelectual de un mismo maestro. Por tanto, hablan el mismo lenguaje científico y usan metodología y técnicas similares. Cuando tales rasgos comunes se ven reforzados por nexos personales más fuertes, se crean las bases para una colaboración científica efectiva...” (Lomnitz, 2008: 165-166).

Por otro lado, las redes de colaboración no sólo se dan entre grupos de científicos sino también con el sector empresarial (aunque, la mayoría del conocimiento que se produce en el IBt es Ciencia Básica) porque la fabricación de conocimiento es posible a través de las “relaciones de recursos” (culturales, lingüísticos, técnicos y económicos) que surgen de la fusión de intereses que pueden ser negociados en la medida en que los trabajos de los participantes dependan de esas relaciones²⁴⁷. En

²⁴⁷ “Los científicos hacen inteligible su trabajo de laboratorio refiriéndose a compromisos y negociaciones que apuntan más allá del lugar de investigación (y vuelven inteligible su involucrarse con lo *ex situ* por referencia a su trabajo de laboratorio). Pero el razonamiento de laboratorio de los científicos no sólo nos lleva fuera de los límites del sitio de investigación, sino que también nos lleva más allá de las fronteras de la especialidad en la cual un científico (o un fragmento de investigación) es incluido” (Knorr-Cetina, 1996:150).

este sentido, se produce un desplazamiento de la “comunidad de especialistas” en el mismo plano que otros actores (Knorr-Cetina, 1982).

“Se trata de un contexto que se caracteriza por un aumento de la competitividad y un rompimiento de las barreras geográficas en un mundo globalizado, ante lo cual surge la cuestión sobre las estrategias de mediación, adaptación y desarrollo entre lo local del grupo de investigación y las comunidades académicas globalizadas que han venido implementando los académicos que integran grupos de investigación para afrontar esos nuevos retos... Esos grupos de investigación se mueven cada vez más en forma de red. Lo que supone un grupo de relaciones que traspasan los límites de lo institucional y organizacional de una universidad (Wagner, 2008) complejizando las tensiones entre lo individual, lo grupal y las redes” (Pérez et. al., 2013: 74).

Algunos grupos han derivado de su trabajo algunas patentes y/o han transferido desarrollos tecnológicos a empresas. La Ley de Ciencia y Tecnología promueve dicha vinculación; es decir, promueve que los investigadores se acerquen a la industria. Incluso, que se vuelvan empresarios. Esta es una nueva perspectiva para el trabajo que se hace en los laboratorios. La construcción de las redes entre empresas y centros de investigación generalmente se inicia a partir de proyectos de pequeña escala relacionados con servicios puntuales que requieren las empresas para sus procesos de producción. Dichas redes se gestan a través de procesos interactivos, de ida y vuelta, entre oferta y demanda de conocimientos (Casas, 2001). Sin embargo, no siempre las empresas están interesadas en pagar y comercializar ese conocimiento generado. Entonces, ante la necesidad de poder comercializar algunos productos derivados del trabajo que se realiza en los laboratorios, algunos miembros del IBt se están asociando para gestar varias empresas. El Instituto hoy en día cuenta con 5 empresas en incubación, desarrolladas por unos cuantos grupos de investigación.

Para el Dr. Ramírez ha sido muy importante mantener un vínculo con las empresas, por eso a lo largo de su trayectoria profesional les ha proporcionado asesorías a algunas. Sobre todo, este vínculo le ha permitido conseguir financiamiento para el laboratorio y hacer que su trabajo tenga un mayor impacto en la sociedad, tiene proyectos de investigación ligados a las empresas. Entre las empresas con las que se ha establecido colaboración se encuentran: Boehringer Ingelheim Vetmedica (empresa farmacéutica que hace productos de veterinaria), Firmex (que hace vacunas en México) y con Probiomed (que hace proteínas recombinantes). De dichas colaboraciones este consorcio dirigido por el Dr. Ramírez y la Dra. Palomares han

recibido diversas distinciones en certámenes científico-tecnológicos, tales como: 1) El Premio Canifarma Veterinaria (por el desarrollo de una vacuna contra la influenza aviar); 2) el Premio Canifarma (por el desarrollo de herramientas para diseño de anticuerpos terapéuticos contra el veneno del alacrán); 3) el Premio Weizmann (por el desarrollo de nanopartículas a partir de proteínas virales); entre otros más.

“... He aportado mi granito de arena, por ejemplo en una empresa como Probiomed ya llevó como 16 años y esta fue la primera empresa mexicana en hacer biotecnología moderna, hacer fármacos, medicamentos de usos humanos recombinantes y arrancamos hace como 6 años con 2 de mis alumnos y ahora es una empresa muy exitosa. Y a lo largo de estos 16 años, he sido un asesor continuo, constante, una vez a la semana estoy con ellos; entonces, ahí claramente se ve de manera tangible mi trabajo y eso en cuanto al ámbito empresarial... Creo a nivel industrial y a nivel científico también ha tenido repercusiones, tengo cierto reconocimiento a nivel internacional y a nivel nacional. He abierto varias opciones y líneas de trabajo que ahora mis ex alumnos han seguido, han continuado y han ampliado y profundizado. Entonces siento que algo he dejado en la bioingeniería química, que no es muy amplia en México; pero, creo que he empezado a repercutir también en el plano académico... Con 2 alumnos empecé a trabajar en una empresa: dos muchachas a nivel licenciatura. Eran 2 alumnas de licenciatura y con ellas arrancó... Era una especie de spin off de una empresa grande y la empresa madre decidió entrar y me pidió ayuda a mí y con áreas de los empleos de la empresa grande y con 2 de mis ex alumnos junto conmigo echamos a andar esta empresa” (Ent.OR, 2011).

Investigadores como el Dr. Possani y el Dr. Alagón han estado muy vinculados con la industria farmacéutica (como Bioclón, Shering y Silanes) debido a su trabajo sobre los antivenenos. Alejandro Alagón Cano inventó y acuñó el término de “faboterapia” para denominar el uso de la hidrólisis moderada y selectiva de anticuerpos, usando enzimas proteolíticas, seguida de la purificación cromatográfica de la fracción con actividad neutralizante de los venenos. Así se logró la producción industrial de sueros antivenenos con muy escasa reacción de tipo alérgico o anafiláctico. La tecnología fue patentada por Bioclón, tanto en México como en otros países. Su primer resultado positivo fue la manufactura y venta del suero antialacrán, llamado *AlacraMyN* (que en 2007 produjo ventas por 100 millones de dólares). Como la picadura de alacrán no había sido de interés para las grandes empresas internacionales, la *Food and Drug Administration* le otorgó al *AlacraMyN* y a otros dos similares, la etiqueta de “drogas huérfanas”, que le da un status especial en el mercado internacional (con el permiso de venta en EUA). Alagón también caracterizó, clonó y

expresó el gene de un factor anticoagulante de un vampiro (*Desmodus rotundus*) como coadyuvante para la prevención de coágulos o trombos. Esto fue realizado en colaboración con la empresa *Schering* y dio lugar a una patente que está en proceso de ser aprovechada por esa empresa alemana. En el campo de sueros y vacunas, la Biotecnología Mexicana demostró tener la madurez y capacidad para ligar la investigación con el desarrollo tecnológico y la producción en campo de vanguardia de la biotecnología farmacéutica (Viniegra, 2009).

Entre los logros que ha tenido el Instituto al respecto destaca la aprobación de la FDA (*Food and Drug Administration*) de los Estados Unidos de América del primer medicamento desarrollado en América Latina y que corresponde al Anascorp Faboterápico (un antiveneno contra la picadura de alacrán desarrollado entre el IBt y el Instituto Bioclón). Asimismo, destaca la continuación del proyecto ligado al licenciamiento de una patente relacionada con una toxina de alacrán con actividad farmacológica a la empresa suiza *Debiopharma S.A.*, para su uso en pruebas clínicas.

Por otro lado, el Dr. Galindo ha tenido convenios con cerca de 10 empresas en diferentes proyectos. En los últimos tres años ha contribuido con la creación de 5 empresas que están tratando de comercializar un producto que funciona como bio-fungicida microbiano y otros desarrollos tecnológicos. Entre las empresas que en un principio se crearon como *spin off*, destaca la empresa “Agro & Biotecnia” que es propiedad del IBt de la UNAM y del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) de Culiacán y ha logrado colocar en el mercado el producto Fungifree-AB. Esta es una experiencia de los científicos que tuvieron que volverse empresarios para darle salida al producto. Primero consiguieron la patente en México en noviembre del 2011, luego tramitaron una solicitud a través del Tratado de Cooperación en materia de Patente (PCT) y ahora están a la espera de que les otorguen los derechos de exclusividad en Estados Unidos, Brasil y Ecuador. El 10 de abril de 2014, la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT), presentó a Agro&Biotecnia como la ganadora del primer lugar de la edición 2014 del Premio ADIAT²⁴⁸ a la Innovación Tecnológica en la Categoría PyME y en julio del 2014 también le fue otorgado el “Premio Innovadores de América”.

²⁴⁸ “Ya demostramos -dijo el investigador- que se puede formar una empresa, con sus limitaciones, pero se puede hacer. Los abogados nos explicaron que se podía generar un conflicto de intereses porque éramos los desarrolladores de la tecnología y a la vez socios de la empresa, algo que no se había dado y pues era la primera vez que se estaban dando las condiciones para crear una spin-off del IBt” (Diario el Sol de Córdoba, 2004).

Este tipo de convenios que establecen los grupos de investigación con las empresas también son una fuente de trabajo para algunos estudiantes o egresados del Instituto. Se les contrata como técnicos por honorarios y sus actividades están ligadas a los intereses de las empresas. Para que un estudiante se pueda incorporar a trabajar a estas empresas, primero debe haber cierto entrenamiento del estudiante. La idea es que el estudiante entrenado, previamente, apoye en aspectos específicos que necesita la empresa.

La mayoría de los estudiantes que trabajan en proyectos ligados a empresas son temporales, con salarios que no van más allá de los \$14,000 mensuales (pero haciendo la declaración, el sueldo tiende a bajar a \$12,000 aproximadamente). Estos contratos duran entre seis meses y un año. Generalmente, cuando se acaban estos proyectos los estudiantes se quedan sin trabajo; pero, al observar su desempeño laboral, éstos son invitados por algunos líderes académicos a continuar con su formación profesional porque el trabajo con las empresas no es garantía de un buen empleo. Sin embargo, es una vía para incorporarse al mercado laboral. Actualmente, hay un programa interesante de incorporación de maestros y doctores a este tipo de empresas de tipo tecnológico, el cual arrancó en el Estado de Morelos y está permitiendo incorporar gente de maestría y doctorado graduados como personal de las empresas. Entonces la idea de este tipo de programas es que el 50% del salario de estos profesionistas los ponga el gobierno del Estado por medio de Conacyt y el otro 50% lo pone la empresa. Por lo que aquellos grupos de investigación que tienen vínculos con las empresas por el desarrollo de proyectos en común, tienden a tener estudiantes que se han hecho expertos en ciertas actividades y temas debido a su experiencia laboral con las empresas.

Al respecto, por ejemplo, en el grupo del Dr. Galindo: Está el caso de Modesto Millán, que es ingeniero químico y estuvo bajo la tutoría del Dr. Peña en su tesis de licenciatura (casi dos años), trabajando parte de tesis y otras actividades de apoyo; entonces, tuvo buen entrenamiento en el campo de cultivo celular. Cuando se armaron las empresas BioPolimex y BioFungifree entre 2009 y 2010, y éstas requerían profesionistas que fueran especialista en ese campo, el Dr. Peña se puso en contacto con Modesto y él aceptó incorporarse por honorarios y estuvo trabajando con la empresa cerca de un año. Asimismo, pasó con Karina Balderas que está preparando su proyecto de doctorado y estuvo contratada por la empresa Agro&Biotecnia un tiempo (trabajando en lo del BioFungifree), antes de decidir entrar al doctorado. El

estudiante Modesto Millán, también estuvo contratado por la empresa Biopolimex (trabajando cuestiones de los bioplásticos). Y así se van moviendo los estudiantes, dependiendo de las necesidades, de los espacios y oportunidades que se van presentando en este tipo de redes o vínculos entre empresas e Instituciones.

En suma, los estudios realizados sobre profesión académica²⁴⁹ demuestran que existe una variación en las formas en que los académicos de distintas disciplinas desarrollan sus actividades, así como en los resultados que obtienen de las mismas. Es importante observar al sujeto en función de su participación en el grupo (posición, rol y resultados de investigación) y al grupo de investigación como organización dedicada a la producción de conocimiento (con sus jerarquías, patrones y dinámicas de trabajo), considerando al laboratorio como un espacio de aprendizaje y legitimación en el campo de la Biotecnología. Cada laboratorio tiene un estilo de producción, aunque hay algunas características similares entre ellos. La forma de trabajo al interior de los grupos de investigación es un reflejo de la cultura institucional.

El IBt se caracteriza por desarrollar un trabajo académico colegiado, con una fuerte cohesión grupal (entre los diversos grupos al interior del Instituto) y conformar células académicas articuladas por un líder científico consolidado (con libertad académica y autonomía). Por otro lado, en el Instituto se desarrolla un trabajo inter, multi y transdisciplinario, que ha permitido establecer una estrecha relación otros sectores (sobre todo con la industria farmacéutica)²⁵⁰. Esto ha contribuido en la obtención de otras fuentes de apoyo económico y ha sido necesario para el desarrollo tecnológico y patentes.

La mayoría del conocimiento que se genera en el IBt es Ciencia Básica. Por lo que la producción se concentra en las publicaciones y no tanto en desarrollo tecnológico y patentes. Sin embargo, aunque la intención no sea desarrollar un conocimiento que se pueda aplicar es posible que suceda. Pero no siempre las empresas o los laboratorios están interesados en pagar por ese conocimiento generado. Entonces, ante la necesidad de poder comercializar algunos productos y que ese conocimiento no se quede guardado en el cajón del escritorio, varios miembros del IBt están asociándose para gestar varias empresas para comercializar lo que generan.

²⁴⁹ “La profesión académica puede ser concebida como una confederación de tribus, pues cada una de las disciplinas cuenta con su idioma, sus procesos de socialización y normas específicas” (Gil, 1994:38).

²⁵⁰ Lo transdisciplinario refiere a la articulación de conocimientos y capacidades de los distintos actores sociales involucrados con la problemática en juego, donde se incluyen distintos actores con diversos intereses (Vessuri, 2014).

“... Creo que en el país muchos grupos prefieren publicar por la simple y sencilla razón de que publicando uno sobrevive; es decir, tiene el reconocimiento, el SNI, prestigio y vincularse es muy difícil porque hay que ir a buscar. En muchas ocasiones ni siquiera existe un interés industrial, una compañía o un grupo interesado en arriesgarse en una idea o en un proyecto desarrollado en la investigación. Entonces, esa dificultad, la falta de instancias en el país que estén pendientes y que se encarguen de ese vínculo han orillado a que muchos investigadores no se compliquen la existencia y, simplemente, publiquen. Hay muchos ejemplos de cosas que pudieron haber dado lugar a una patente y, eventualmente, un desarrollo industrial; pero que quedan... pasan a ser del dominio público cuando se publican. Pero también eso es algo que está cambiando. La Ley de Ciencia y Tecnología ahora promueve la vinculación, promueve que los investigadores se acerquen a la industria; incluso, que se vuelvan empresarios. Esto abre una nueva perspectiva para el trabajo que se hace en los laboratorios. El Instituto hoy en día cuenta con 5 empresas en incubación, desarrolladas por unos cuantos grupos que tienen participación en estas empresas. Este es un modelo que desde hace muchos años se tiene en Estados Unidos y en Europa y que, poco a poco, tratamos de reproducir en México...” (Ent.AL, 2011).

Como cualquier colectivo científico, los investigadores del IBt se enfrentan a algunos problemas que obstaculizan en cierta medida el desarrollo de su trabajo. Tal es el caso de la insuficiente renovación de equipamiento institucional y de adquisición de equipo nuevo para metodologías emergentes (y del espacio adicional que requieren). Por otro lado, la falta de plazas nuevas para contratar investigadores jóvenes dificulta la consolidación de algunos grupos. Además de que la baja disponibilidad de plazas para contratar investigadores jóvenes, los expone a la fuga de talentos; así como al envejecimiento de la planta académica (aunado a la falta de incentivos para la jubilación del personal) y a la formación de una brecha generacional entre los investigadores que será difícil de reparar. Esto, a su vez, impacta en el desarrollo de este campo de conocimiento porque disminuye la posibilidad de incorporar al instituto las áreas emergentes de investigación con alto potencial de impacto biotecnológico y social para poder mantener un nivel competitivo en el contexto internacional.

A pesar de los problemas que enfrenta, el IBt es un colectivo científico que no sólo destaca a nivel nacional sino se ha ido convirtiendo en un referente de saber internacional (en algunas áreas del campo de la Biotecnología). Esto por ser un colectivo científico consolidado que produce ciencia de frontera que ha tenido impacto

en la sociedad, al ofrecer conocimientos y productos con potencial de aplicación para solucionar problemas en México.

“Hoy por hoy México es el líder mundial en antivenenos. Eso sin duda. Y hay otros Institutos que producen antivenenos como uno que hay en Brasil y Argentina le compra alguno. Pero aquí estamos haciendo antivenenos para todo el mundo y todos estos conceptos y toda esta cosa está permeándose. Y en la discusión respecto a los antivenenos no la gana el que tenga más saliva sino el que tenga el producto, que a lo mejor no es el ideal; pero que si se lo pones a alguien le salvas la vida. Pues a lo mejor no le salvas la vida al instante, pero sí hace una diferencia entre la vida y la muerte. Y entonces dejémonos de *bla bla bla*, lo que debemos hacer es producir antivenenos en cantidades suficientes y que digan misa, lo que quieran. Esa ha sido mi estrategia. Lo que yo hago aquí estoy pensando qué cosas sí podrían ser utilizadas en Bioclon. Y simplifico los protocolos al máximo porque me conviene y además sé cuál es mi función y qué es lo que me hace falta producir. Porque además sirve para reforzar un campo en el que México es muy fuerte, en ese hacer surgen un montón de preguntas que derivará tesis de licenciatura, tesis de maestría y alguna que otra tesis de doctorado. Entonces, así de sencillo...” (Ent.AA, 2011).

Como vimos, la cultura institucional del IBt posee características que permiten la presencia de investigadores prestigiados y la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la Biotecnología. Entre dichas características se encuentran las siguientes: 1) Contar con estructuras colectivas en los organismos de decisión (mediante el Consejo Interno); 2) Tener grupos de trabajo articulados por líder académico consolidado (con libertad académica y autonomía) y promover la “horizontalidad” a través de la creación de consorcios de investigación; 3) Desarrollar un trabajo académico colegiado, con una fuerte cohesión grupal (al interior); 4) Desarrollar un trabajo inter y transdisciplinario²⁵¹ en áreas emergentes de la biotecnología que representan nuevos horizontes académicos y posibilidades de contribuir a la solución de problemas nacionales; 5) Establecer relación con los sectores: industrial, paraestatal y académico (sobre todo con la industria farmacéutica, para la obtención de financiamiento y para la parte de desarrollo tecnológico y patentes; 6) Impulsar la creación de empresas en la Universidad y capacitar al líder académico para que sea un científico y empresario; 7) Contar con diversas fuentes de financiamiento (de la UNAM y donativos externos); 8) Formar parte de una amplia red

²⁵¹ Incluso en el Reglamento del IBt, se establece que los grupos de investigación podrán asociarse entre sí para fortalecer la investigación en sus áreas de interés y optimizar el uso de la infraestructura, equipo y personal académico disponible.

de colaboración nacional e internacional; y 9) Mantener y fortalecer la relación con la esfera política.

La UNAM es una institución de orgullo nacional, por lo que el compromiso es mantener el buen prestigio. Lo cual se logra a base de mucho trabajo de calidad académica y científica, y de formar estudiantes de alto nivel. El Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha demostrado con su trabajo y productividad, en materia de ciencia, que posee características institucionales significativas que favorecen la presencia y gestión de investigadores y grupos exitosos en México.

Capítulo 4. La legitimación del científico del IBt: Formas de obtención de reconocimiento y prestigio del científico.

4.1. Formas de evaluación y obtención de prestigio académico.

- Tipos de producción científica y formas de obtención de reconocimiento: Publicaciones, desarrollos tecnológicos y patentes.

4.2. Símbolos de reconocimiento y prestigio en un campo de conocimiento.

- Reconocimiento entre pares...

En diversos estudios es evidente que el éxito de un investigador es significado como la suma de productos obtenidos a lo largo de su trayectoria académica y laboral. Esto ha llevado a cuestionar ¿qué se entiende por excelencia científica? y ¿cómo se mide ésta? De acuerdo con Olmeda-Gómez (2005), para los investigadores y los centros de investigación el principal objetivo es lograr la excelencia en el sentido de contribuir a crear progreso o desarrollo científico. Sin embargo, actualmente, la excelencia ha adoptado una forma económica marcada por un énfasis en la competitividad y los centros de excelencia; ya que obtener prestigio y pertenecer a la élite científica reconocida a nivel nacional e internacional repercute en la obtención de suficientes recursos para el financiamiento y desarrollo de sus investigaciones. No obstante, alcanzar la excelencia requiere no sólo de recursos e inversiones sino también de equipos e individuos con el conocimiento, las habilidades y el talento necesarios.

La excelencia científica incluye aspectos cognitivos, sociales y de organización de cada grupo de investigación, lo que se conoce como “capital intelectual” y “capital social” de sus miembros, al que se une el nivel de equipamiento disponible. Pero también pueden considerarse desarrollos de excelencia científica aquellas actividades como el reclutamiento e instrucción de estudiantes, la comunicación de los hallazgos científicos o el éxito en la transferencia de resultados de investigación a sectores técnicos y de innovación (Olmeda, 2005:5).

La aproximación conceptual y operacional a un fenómeno multidimensional como la excelencia es difícil. A pesar de que el término “excelencia” denota varios significados, lo cierto es que siempre nos lleva a comparar y denotar “superioridad de alguien frente a otros” en términos de calidad. En el caso de los investigadores, la excelencia tiene un significado orientado a la aplicación, es decir, a la generación de

resultados de relevancia tecnológica-científica, de gran valor social o por reportar importantes beneficios económicos. Mientras que en el caso de “los centros de excelencia” implica el desarrollo de investigaciones por parte de un grupo limitado de investigadores organizados dentro de una entidad física o red y, a su vez, supone contar con una infraestructura de conocimiento capaz de producir una tensión creativa entre los individuos que la conforman, su misión y sus objetivos.

Por otro lado, ¿quién mide la excelencia y para qué? La ciencia moderna, entre otros factores, se caracteriza por su alto nivel de burocratización que se traduce en “números” que avalan la producción científica de un investigador. De ahí que exista una ambivalencia entre calidad y cantidad. De acuerdo con García (2010) a partir de la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y con la introducción de políticas públicas centradas en el “mejoramiento de la calidad”, se empieza a redefinir la cuestión del mérito y el perfil de excelencia se convierte en el modelo ideal del investigador, cuyos rasgos distintivos²⁵² varían según el campo disciplinario al que se pertenezca. La excelencia toma un carácter excluyente y se comienzan a legitimar algunos factores que son considerados como parámetros de evaluación, a los cuales son sometidos continuamente los investigadores a cambio de un capital económico y simbólico. Entre estos se encuentran los siguientes:

- Requisitos (grado de doctor).
- Actividades (investigación y formación de investigadores).
- Productos (publicaciones, patentes y/o desarrollos tecnológicos).
- Membresías (asociaciones y redes internacionales, pertenencia la SNI, comités de evaluación).
- Premios y reconocimientos (menciones, invitaciones, premios).
- Indicadores de reconocimiento académico²⁵³ (número de citas, publicar en editoriales internacionales, posición del autor en las publicaciones, tener conferencias magistrales, ponencias).

La oficialización de una noción particular de excelencia académica ocurre simultáneamente al proceso de mercantilización del trabajo académico, propiciado con la introducción de nuevas formas de regularlo. Como es sabido, en ellas se ha establecido un vínculo directo entre los méritos e ingresos económicos... La noción de

²⁵² Entre los rasgos disciplinarios distintivos, se encuentran: la escolarización, los ritmos de producción, las formas de organización y los productos de trabajo, entre otros (García, 2010).

²⁵³ Los indicadores bibliométricos (índice de impacto de la revista, índices de citación) hacen que los artículos indizados sean sin duda de los mejores indicadores de productividad científica. Sin embargo, estos indicadores deben manejarse con cuidado (Tórtora, 2006).

excelencia se ha convertido en el operador predilecto de la selección excluyente, independientemente, de que se trate de seleccionar a una persona, una publicación, una institución o un programa... En el campo universitario y científico mexicano, la noción de excelencia se introduce y difunde mediante una “estrategia de oficialización”, es decir, un intento de establecer un nuevo orden en el curso de las cosas, definiendo un conjunto de reglas que propicien prácticas acordes con el nuevo orden deseado... Toda vez que la excelencia se define reduciendo los modos de hacer, propios del trabajo académico, a un conjunto de requisitos que los productos de dicho trabajo deben cumplir (trabajo académico= productos= méritos= requisitos). En este sentido, los dos referentes sobre los que opera la resignificación de excelencia son: la *productividad*, expresada en la cantidad acumulada de los requisitos establecidos (publicaciones, tesis dirigidas, patentes, eventos, etc.), y la *visibilidad*, objetivada en los indicadores de notoriedad del reconocimiento académico (García, 2010: 112-113).

Los científicos dependen en gran medida de los fondos que les permitan llevar a cabo sus investigaciones en el laboratorio o hacer trabajo de campo para probar sus hipótesis. Por lo que no tienen la opción de quedarse fuera de las instancias evaluadoras y deben luchar por una posición en el campo científico que sea económicamente redituable. Pero en un sistema de evaluación donde la calidad del trabajo científico se traduce en cantidad de productos derivados de la investigación es posible que el investigador tienda a llevar a cabo una trayectoria profesional encaminada a la “trayectoria deseable” trazada por las instancias evaluadoras y administrativas de las instituciones en las que están adscritos. De ahí que el investigador elabore un Curriculum Vitae (CV) con ciertos elementos que son considerados valiosos (dependiendo del campo o disciplina), con el cual se presenta ante una comunidad científica para ser sometido a evaluación (con distintos fines)²⁵⁴. De acuerdo con Tórtora (2006), en general, el currículum que el investigador debe llenar

²⁵⁴ “La proliferación de revistas científicas es en parte responsable de la duplicación de trabajos. A principios del siglo XX, el número de publicaciones científicas era del orden de 7,000. En la actualidad, pasan de 100.000, publicándose anualmente del orden de un millón de artículos. Esta inflación de informes va acompañada de un descenso de la calidad de los resultados publicados. Para muchos científicos, la calidad de los trabajos, la originalidad y los aportes importantes han pasado a segundo plano, interesando la cantidad. Hay que engordar el currículum con el mayor número de artículos posible. Cuantos más tenga el investigador (sin importar su calidad) más importante es. Esto es la *papermania*. Este método competitivo generado en los Estados Unidos provoca a veces presiones intolerables en los investigadores y en las instituciones... Mucho de esto es consecuencia de un modelo perverso en el cual la “competencia” de un científico se mide por el número de títulos publicados o comunicados en reuniones científicas, sin verificar si al menos son trabajos diferentes o “refritos” o “trabajos reciclados” de trabajos o comunicaciones anteriores, ni mucho menos determinar su calidad. Publicar varias veces el mismo trabajo con ligeras variantes en diversas revistas le da mayor resonancia a su producción científica. Incluirse como autor en todos los trabajos del grupo de investigadores al cual se dirige, aún sin haber tenido participación alguna, permite incrementar al currículum velozmente” (Schulz y Katime, 2003: 50-52).

en su presentación para ingresar o permanecer en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) incluye: Distinciones recibidas, participación en grupos de investigación, proyectos de investigación en el desarrollo y consultorías, apoyos financieros recibidos a proyectos, materiales de divulgación-difusión, libros y capítulos de libros, reportes técnicos, artículos publicados, docencia, grados obtenidos, reseñas, estancias de investigación, congresos, tesis, desarrollos tecnológicos, patentes, entre otros más elementos.

La oficialización de la excelencia ha impuesto una noción academicista de la excelencia en la que la noción de trabajo como proceso ha sido desplazada por <<una descripción normativa>> de los productos tangibles de dicho trabajo... propiciando la extinción del trabajo académico concebido y practicado como un oficio y que corresponde a las prácticas de las generaciones pioneras y, sobre todo, de los <<los grupos de notables>> de las generaciones fundadoras del campo, entre las que se encuentran los grupos promotores de la oficialización del perfil del <<académico excelente>> (García, 2010:115).

No obstante, en cada campo disciplinario existen ciertos patrones y dinámicas en la producción de conocimiento que determinan la forma de evaluación de los miembros de una comunidad científica. Cabe preguntar ¿cómo se otorga el reconocimiento al trabajo de un investigador en una comunidad científica? La medición del quehacer científico se basa en la cantidad de los productos, así como en la calidad y repercusión de éstos en el campo científico.

Según Hagstrom (1980), el científico se comporta como donante al entregar sus artículos a una revista y es esa donación lo que lo constituye como científico, ya que las publicaciones son el medio por el que adquiere reconocimiento. A su vez, dicho reconocimiento es imprescindible para el funcionamiento de la ciencia. “La organización social de la ciencia consiste en un intercambio de reconocimiento social por información” (Hagstrom, 1980: 104). El científico debe rendir cuentas a la sociedad, devolverle lo mejor que ha obtenido como consecuencia del esfuerzo y confianza que ésta depositó en él. Una forma poco habitual de hacerlo, pero indispensable de su trabajo radica en la divulgación y comunicación de los resultados de su trabajo en estrecha colaboración con otros profesionales (Heredia, 2002). El intercambio de información es el segundo factor de la institucionalización de la ciencia y, a la vez, motor de la actividad científica y medio para la búsqueda del reconocimiento a través del sistema de recompensas y reforzadores mediante los cuales se ejerce el control de la institución (Manassero, 2001).

Generalmente, el reconocimiento del trabajo científico es medido a través del número de publicaciones o mediante el número de citas y el factor de impacto acumulado por las revistas donde publican sus resultados. Esto depende el área o campo de conocimiento (Jaso, 2007). La idea de que la tarea de la ciencia consiste en la extensión del conocimiento certificado y el intercambio de información por reconocimiento como motor de la ciencia es un enfoque que está detrás del Science Citation Index²⁵⁵ (SCI).

El sistema de recompensa a cambio de información se gestó en Inglaterra cuando la *Royal Society* estableció la prioridad de los descubrimientos mediante el registro de la fecha de recepción de las comunidades en la sede de esa sociedad. En ese momento, los hallazgos se ocultaban por miedo al robo de ideas²⁵⁶. De ahí que la *Royal Society*, con el fin de permitir la plena comunicación pública y reconocer los méritos, estableció el sistema de exposición pública de las investigaciones a cambio del reconocimiento de las aportaciones²⁵⁷ (Núñez, 1999).

“Las primeras formas de evaluación, a principios del siglo XX, remitían a la estructura (relativamente informal) de relaciones entre pares en el interior de los colectivos de científicos. Así, por ejemplo, las estructuras de las carreras y trayectorias científicas estaban reguladas por mecanismos propios de reconocimiento entre pares sin que mediara ninguna otra instancia externa a la propia comunidad. Este panorama empezó a modificarse a partir de la segunda mitad del siglo XX, debido al desarrollo de las políticas científicas y sus funciones fundamentales que son las de distribuir recursos, regular las carreras y establecer prioridades...” (Kreimer, 2011: 62).

²⁵⁵ Cabe señalar que “la preferencia del SCI por las revistas publicadas en inglés contribuye al bajo impacto de las publicaciones realizadas en otras lenguas. Ello se ve reflejado en el alto impacto que tienen los científicos estadounidenses (o radicados en los Estados Unidos) que dominan claramente el ranking de citas, con alrededor del 50%, mientras que la presencia de la ciencia estadounidense no supera el 30% del total (Moed et al., 1987). Ello se debe, probablemente, a una tendencia a que citen más a los de su propio país que a los “extranjeros...” (Kreimer, 2011:66).

²⁵⁶ “Existe una forma de fraude que consiste en apropiarse del trabajo de otros. El insuficiente o laxo reconocimiento del origen o las fuentes de las ideas o los datos que se usan o publican, es una conducta reprobable cuya forma mayor es el plagio... Hasta un científico de primer nivel, como Johan Bernoulli, robó ecuaciones desarrolladas por su hijo y las publicó con fecha cambiada, para que pareciera que el plagiario era el verdadero autor... El sistema de evaluación propia del mundo científico evidentemente no funciona en forma perfecta... Es necesario definir más claramente los estándares de la práctica científica aceptable. ¿Qué tipo de datos debe ser guardado, y por cuánto tiempo? ¿Cómo debe establecerse la autoría? ¿Cómo deben ser evitados los potenciales conflictos de interés cuando el investigador tiene un interés económico o afectivo en la aceptación de su trabajo?” (Schulz y Katime, 2003: 42 y 74).

²⁵⁷ “... Al analizar la estructura de citas de los artículos (descartando lo que llama la “mala costumbre de algunos autores de citar sus propios trabajos”) a lo largo del tiempo, se llega a la conclusión de que existen grupos que poseen “una especie de circuito que conecta instituciones, centros de investigación que constituyen un colegio invisible en el mismo sentido que los científicos británicos se asociaron para crear la *Royal Society*” (Price, 1963:137, citado en Kreimer, 2011:62).

Actualmente, existen diversas formas en que las normas y la ética en la producción del conocimiento han sido trasgredidas. De acuerdo con Schulz y Katime (2003), a través de un análisis biográfico e histórico, se percataron de que la ciencia es objeto de falseamiento y distorsión por parte de los investigadores sin ética. Los cuales suelen dedicarse al quehacer científico con deshonestidad y haciendo fraude.

... Los científicos estamos sujetos a pasiones, intereses, ideales, tormentos, ambiciones, odios, deseos, sueños y presiones, ocasionalmente los factores humanos mencionados son difíciles de conciliar y pueden sobrepasar la resistencia de una persona generando una mentira. Sin embargo, por su propia estructura, la ciencia cuenta con una serie de mecanismos de seguridad que garantiza una corta vida a cualquier mentira: la tradición de no aceptar nuevos hechos y/o teorías hasta que no han sido puestas a prueba en laboratorios distintos al de su origen, preferiblemente con métodos diferentes; la capacidad analítica de los miembros de los comités editoriales de las buenas revistas científicas, quienes celosamente cuidan que lo que finalmente se publica tenga buenas probabilidades de ser verdadero; la vigilancia no intencionada pero muy eficiente resultante de la naturaleza abierta del trabajo científico; que casi siempre se realiza a la vista de todo el mundo... (Schulz y Katime, 2003: 5).

En el campo científico, a veces, se producen algunas ambigüedades y transgresiones en las normas; pero no sólo en la producción del conocimiento sino también en las formas de obtención de reconocimiento y financiamiento del trabajo científico. Una de las principales maneras de hacerlo es el “inflado artificial” de los currícula mediante diversos procedimientos. Esto tiene implicaciones cuando se trata de establecer los méritos científicos. Para obtener el reconocimiento académico y el financiamiento adecuado es necesario contar con una larga lista de investigaciones en forma de publicaciones. En los países desarrollados es común que la posición de jefe de un instituto o de un laboratorio se obtenga con un número determinado de publicaciones en revistas de prestigio²⁵⁸. Para ello, el investigador se ve obligado a recurrir a una serie de estrategias no del todo honestas. Por ejemplo: fragmentar un trabajo en una serie de artículos. Primero, generalmente, se publica un resumen que

²⁵⁸ “En los países centrales, la utilización de citas, del factor de impacto y de otros indicadores, genera una discriminación cuantitativa que permite darle recursos y proporcionar en sus carreras a quienes estarán en mejores condiciones de hacer aportes significativos al edificio del conocimiento... En cuanto a la dinámica de los colectivos científicos, quienes ejercen el control cognitivo de las investigaciones son los líderes en materia de publicaciones, los que cuentan con mayores recursos y están localizados en las instituciones más prestigiosas, son quienes integran los comités de las revistas más prestigiosas, quienes tienen el poder evaluar y decidir qué textos se publican y cuáles serán rechazados...” (Kreimer, 2011: 66-67).

es la presentación del trabajo en un congreso en alguna memoria impresa. Eventualmente, esto aparece también como parte de alguna revista de prestigio. Después, se envía un informe preliminar, enseguida un manuscrito como comunicación preliminar, luego una modificación del método, después un artículo más extenso en una revista de calidad y, posteriormente, pueden hacerse revisiones bibliográficas o variaciones del artículo original que se envían a revistas de segundo orden. Otra trampa es deslizar un error en el artículo original y luego publicar otra corrección en el año siguiente. De esta forma, un trabajo científico, que debería ser objeto de una sola publicación completa, se puede distribuir en varias que no tienen otro propósito que inflar el curriculum (Schulz y Katime, 2003).

Los artículos se han convertido en una verdadera moneda de cambio, en la medida en que reflejan el capital simbólico detentado por los autores. Cabe mencionar que "... la legitimidad de las publicaciones depende tanto del reconocimiento social y recursos de las asociaciones que las avalan, como de la composición y prestigio de sus órganos colegiados y árbitros... Como decían Zuckerman y Merton (1971), los índices de rechazo y el consenso dentro de una comunidad disciplinaria específica no dependen únicamente de los grados de formalización o acuerdos sobre los enfoques y métodos en las distintas disciplinas (lo que sin duda influye), sino también de la evolución de la comunidad científica, la consolidación de sus organizaciones profesionales y disciplinarias y de los recursos disponibles en las publicaciones que permiten dar cabida en cada volumen sólo a un determinado número de las contribuciones que reciben y han sido consideradas por los pares como sólidamente fundadas" (Grediaga, 2011: 9).

Actualmente, pareciera que algunos planteamientos de Merton (1977) y Zuckerman (1996) siguen vigentes y el reconocimiento del trabajo por parte de la comunidad científica radica en otorgar más crédito al investigador consolidado, dejando en desventaja a investigadores menos reconocidos en el campo científico: El más conocido obtendrá más crédito; es decir, el autor más conocido en el área obtiene el crédito de los trabajos conjuntos, independientemente, del orden de los autores. Esto desencadena el llamado "Efecto Mateo". Asimismo, se puede desatar el "efecto trinquete", cuando los científicos alcanzan un determinado grado de reconocimiento y ya no es posible que dichos investigadores consolidados bajen de ese nivel; aunque los investigadores jóvenes los aventajen ("un Premio Nacional de Ciencias siempre será un Premio Nacional de Ciencias" porque el reconocimiento es acumulativo y por

tiempo indeterminado). Ante dicha situación, los más jóvenes optan por llevar a cabo ciertas estrategias que les permitan mejorar su posición y avanzar sin salirse de los patrones de reconocimiento de la ciencia, tales como: Buscar un tutor reconocido y prestigiado del cual pueda aprender e integrarse a su grupo de trabajo, publicar con investigadores consolidados, adscribirse a un grupo científico reconocido, entre otras²⁵⁹.

En términos de la calidad de los investigadores, observamos una paradoja: mientras que el sistema altamente burocratizado se despliega con la complicidad explícita de las élites científicas y las burocracias públicas con el justificativo de la priorización de la calidad, ello ejerce una presión sobre el conjunto de los investigadores que hace que cada vez empeoren menos, y tengan menos tiempo para hacer desarrollos cognitivos más complejos y más profundos, y que deben improvisar todo el tiempo resultados publicables, bajo la conocida advertencia “*publish or perish*” (publicar o morir). De este modo, el propio dispositivo conspira contra la posibilidad de desarrollos más interesantes, los que sólo podrían ser emprendidos por los que están en lo alto de la escala jerárquica (por ejemplo, los laureados con el Premio Nobel o equivalentes), y que por lo tanto quedan fuera de las rendiciones de cuentas inmediatas; o los “recién llegados” quienes de todos modos pueden hacer grandes apuestas “porque no tendrían mucho que perder” (aunque de todos modos en un plazo perentorio podrían ser directamente excluidos del sistema)... (Kreimer, 2011:67).

Entonces, cabe preguntarnos: ¿qué se privilegia y/o qué se reconoce en el campo científico?, ¿se privilegia a quienes pertenecen a redes sociales de élite, a quienes han desempeñado cargos en alguna administración institucional, a quienes hayan dirigido alguna asociación y/o a quienes hayan recibido un premio de gran prestigio a nivel internacional?

No cabe duda que en el campo científico también hay una estratificación. Esto marca diferencias en el acceso de oportunidades y movilidad de los científicos, así como desigualdades en la distribución de recompensas, recursos y otros reconocimientos. ¿De qué otra forma podemos hacer observables algunas diferencias entre los científicos y conocer cómo éstas influyen en su profesión? Existe un conjunto de elementos que podemos encontrar en la trayectoria del científico, el cual puede otorgarle ventajas; ya que, son parte de la estratificación social dentro de la ciencia: los títulos, la formación técnica, la experiencia laboral, el apoyo financiero y los contactos

²⁵⁹ De acuerdo con Zuckerman (1996a), existen dos procesos selectivos: uno de autoselección y otro de reclutamiento selectivo por parte de las instituciones académicas. El estudio de los Premios Nobel menciona que los laureados entraron en la red científica en etapas tempranas de su carrera y eso posibilitó el ingreso al campo laboral con el mejor de su área.

profesionales²⁶⁰. De acuerdo con Didou (2008a), algunas características de trayectorias de investigadores exitosos son: a) Tener vocación, interés y expectativas energéticas por la investigación científica, desarrolladas desde jóvenes en el grupo de sujetos entrevistados, b) Haber cursado estudios de licenciatura en currículos de excelencia en instituciones de prestigio c) Haber participado desde los primeros semestres de los estudios de licenciatura en laboratorios de investigadores connotados, lo cual genera factores de socialización e identificación en la profesión d) Haber obtenido doctorados en lugares de alto prestigio internacional, con investigadores de primer nivel del campo científico, cercanos o premios Nobel; e) Haber tenido una continuidad en líneas de trabajo en la trayectoria formativa, que posibilite la consolidación de una línea de trabajo exitosa; f) Haber definido líneas de investigación estructurantes en la perspectiva del investigador, durante el posdoctorado y g) Haber asumido el liderazgo en etapas tempranas de la carrera de investigación, así como trayectos académicos ascendentes de la carrera de investigador, entre otras más.

Para fines de esta investigación, no pretendo hacer una comparación de los 12 investigadores que conforman la muestra de estudio en términos de números o cifras que refieran a la productividad en los distintos ámbitos de su trayectoria laboral, como si se tratara de hacer una evaluación de productividad. Esto porque no es mi objetivo, además la muestra de estudio no es un grupo homogéneo (no todos son de la misma disciplina o campo de conocimiento) y cada uno tiene distinto tiempo ejerciendo su profesión (además de la diferencia de actividades y tiempo que invierten en las mismas). Por lo tanto, no considero pertinente comparar una trayectoria científica de un investigador con 20 años de experiencia en el campo científico con otra trayectoria de más de 40 años. Mi propósito consiste en aportar algunos datos curriculares de los investigadores que considero relevante mostrar, donde destacan su aptitud de líderes en las tareas que desarrollan; pero, sobre todo, me interesa mostrar la magnitud de sus aportaciones al campo de la Biotecnología (por las que han obtenido prestigio y reconocimiento) y cómo sus actividades son valoradas por las comisiones de evaluación a las que son sometidos y cómo son valoradas por ellos mismos.

“La diversidad de funciones contenidas en el rol del académico se expresa empíricamente en una multiplicidad de formas de desarrollo de la vida y la carrera

²⁶⁰ Los académicos realizan sus trayectorias recorriendo un laberinto de oportunidades, donde las diferencias registradas remiten indirectamente al origen social de los investigadores y profesores, y directamente a la eficacia del proceso de reconversión social, es decir, a ese itinerario en el cual, desde una diversidad de puntos de partida familiares, todos se convierten en académicos (García, 2001).

académica. La especificación de actividades y los sistemas de reconocimiento y recompensa que existen tanto en las distintas comunidades disciplinarias, como en los diferentes tipos de organizaciones de educación superior e investigación, producen una variedad de patrones de interacción y tipos de resultados” (Grediaga, 2000: 193). Los líderes académicos del IBt realizan actividades de docencia, investigación, difusión y divulgación científica y tecnológica, actividades administrativas, entre otras. Al desarrollar todas estas actividades demuestran su capacidad de liderazgo. Pero es posible encontrar algunas diferencias entre éstos dependiendo de la carga de trabajo que cada uno tenga. Podríamos decir que esta diversificación de tareas del líder académico del Instituto responde a la figura de “académico integral” que promueve el PROMEP en las Instituciones de Educación Superior. De tal manera que la definición de las prioridades de su trabajo se basa en la misión del Instituto y en sus intereses personales y de su grupo (según la disciplina y la etapa de carrera académica en que se encuentren), entre otros aspectos (Gálaz, et. a., 2008).

“... Además de la supervisión... Mis labores yo digo que son fundamentalmente 3 o 4: La primera es conseguir recursos, esa es quizá mi labor principal y para conseguir recursos hay que escribir proyectos. Si uno no genera ideas no genera dinero para financiarlos. La segunda es supervisar el trabajo, una vez que consigue uno el dinero hay que supervisar el trabajo de estudiantes y técnicos, que en el caso de los técnicos es más sencillo porque es gente de staff y tiene ya bastante experiencia; pero los estudiantes van cambiando cada año y cada caso es diferente, cada quien tiene sus motivaciones, sus ritmos diferentes... Entonces, mi labor como tutor es propiciar que los estudiantes se reciban con tesis de calidad en los tiempos reglamentarios. La tercera actividad es la parte administrativa, que consiste en administrar los recursos que consigue uno. Y también hacemos divulgación y difusión. Me invitan mucho a dar conferencias, a veces más de las que yo quisiera y que puedo aceptar, pero es un trabajo que se tiene que hacer...” (Ent.EG, 2011).

En el IBt, algunos investigadores imparten más cursos que otros; pero eso depende del interés y la decisión de cada uno (sobre todo, tiene que ver con la vocación y compromiso que tienen como investigadores-académicos)²⁶¹. Institucionalmente, de acuerdo al artículo segundo del Estatuto del Personal

²⁶¹ “El compromiso es que uno de los objetivos muy importantes es la formación de recursos humanos, que los estudiantes hagan bien su trabajo, reciban la educación y la formación que requieren para dedicarse ya sea como maestros o doctores, prepararlos para que sean buenos, a los doctores que tengan la capacidad de hacer investigación independiente, etc. Mi papel es cuidar que eso se dé de manera confiable y mi responsabilidad es, por lo tanto, otorgar una calificación a los alumnos... Además de tener la responsabilidad de formar gente realmente preparada, porque ahí también va el prestigio de la Institución y de la UNAM, la gente debe salir lo mejor preparada que se pueda...” (EE, 2011).

Académico (EPA), es obligatorio que los académicos den al menos tres horas de clase a la semana frente a un grupo (sin rebasar seis horas). Para quien tiene el nombramiento de profesor titular, siendo los límites entre 6 y 12 horas de clase. Mientras que en el caso de profesores asociados, se aumenta la carga docente entre 9 y 18 horas (aunque, desconozco el motivo de tal diferencia).

“... Volviendo a nuestras tareas, habría que empezar por señalar que para un buen número de académicos universitarios –particularmente en el subsistema de investigación científica– la distribución entre labores de docencia y de investigación es muy “heterogénea”, para calificarla de alguna manera. Hay quienes participan intensamente en la docencia y hay quienes no, cumpliendo en el mejor de los casos con las exigencias del EPA. <<No sirvo para dar clases>> señalan algunos; es probable. Aunque habría que decidir quién y cómo se llega a esa conclusión...” (López Munguía, 2014:4).

Una de las actividades que realizan los líderes es la docencia, ya sea impartiendo cursos cortos, anuales, seminarios de especialización, entre otros. La docencia se concibe como la actividad central en la formación y capacitación de los miembros de una comunidad académica. Además, al tener programas de posgrado en el IBt, es una de sus principales funciones que tienen los científicos además de la investigación.

“Tenemos la maestría y el doctorado acá, entonces tenemos que dar cursos. Acá en el laboratorio tenemos un curso de virología que se da en la maestría y en ese participamos todos los que estamos en el laboratorio. También tenemos las clases de Biología Molecular, doy algunas clases. Ahorita no estoy como responsable de ningún curso, pero me invitan a dar unas clases de esas. Y la mayor parte de la docencia que tengo son mis 7 estudiantes y es lo que día con día hago de docencia. Pero también tenemos que dar clases frente a grupo por obligación, aunque hay gente que tiene una vocación de dar clases y busca más clases; pero, eso depende de cada quién...” (Ent.SL, 2011).

En materia de docencia, la comunidad académica del Instituto participa en todos sus niveles y categorías en programas de diversas licenciaturas en Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM); así como en la impartición de cursos de preparatoria en diversas escuelas de la ciudad de Cuernavaca. El desempeño de los académicos del Instituto es evidente, muestra de ello es que dos estudiantes del IBt fueron distinguidos internacionalmente: uno con la distinción BioCamp 2009 que otorga la empresa Novartis a proyectos en Biotecnología y otro con la ASM International *Student Travel Grant*. El Posgrado ha mantenido su calidad de

excelencia internacional, dentro de los estándares del CONACyT. En el 2010, la matrícula del programa en sus diversas sedes es de 281 estudiantes activos de maestría y 219 de doctorado, de los cuales 119 (42.3%) y 89 (40.6%) respectivamente, están adscritos a la sede del Instituto de Biotecnología. Hasta el 2010, desde el inicio del programa en 1997, se han graduado 500 maestros en ciencias y 281 doctores²⁶².

Para algunos investigadores, resulta útil y productivo impartir algunos cursos estrechamente relacionados a los proyectos que desarrollan²⁶³. Por ejemplo, la Dra. Bravo realiza actividades de docencia en la UNAM (un semestre sí y otro no), imparte un taller de Macromoléculas a nivel licenciatura; además de los cursos específicos que da en maestría y doctorado. Esta actividad le brinda la oportunidad de seguir estudiando y actualizarse en su área o campo de conocimiento. Al respecto menciona: “Un proyecto de investigación sale de estudiar, es la única manera de aprender, de poder hacer investigación. Si no te gusta estudiar no puedes hacer ciencia, no puedes ser científico, te tiene que gustar muchísimo estudiar y aprender y estar leyendo constantemente sobre otras cosas inclusive para poder proponer nuevas ideas. Las ideas no salen de la nada, salen a partir de leer...” (Ent. AB, 2013).

Cabe mencionar que los cursos que imparten no sólo son a nivel nacional, sino también a nivel internacional. En el caso de los cursos a nivel nacional, no sólo se imparten clases en el IBt sino también en otras dependencias e instituciones (incluso en otros Estados). Al respecto, el Dr. Agustín López Munguía es quien más cursos ha impartido a nivel nacional e internacional (107 cursos en varias dependencias de la UNAM, en la UAM-Iztapalapa, en la Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Veracruzana, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Iberoamericana, Universidad La Salle, Universidad Iberoamericana, entre otras). Asimismo, el Dr. Octavio Ramírez ha impartido 46 cursos (en el IBt y en la Universidad Autónoma de Morelos) y la Dra. Elda Espín Ocampo ha impartido 26 cursos (en varias dependencias

²⁶² “De los 1,122 estudiantes que han recibido un total de 1,407 títulos de licenciatura, maestría o doctorado bajo la dirección del personal académico del IBT, al menos 230 (20.5%) son actualmente investigadores en activo en diversas instituciones” (Informe IBT, 2010: 214).

²⁶³ “... A nivel docencia es la dirección de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, que mínimo siempre tengo unos 4 o 5 estudiantes. Yo dirijo los cursos de licenciatura, maestría o doctorado. Los cursos de maestría y doctorado, por lo general los hago un semestre si y un semestre no y vamos cambiando de tema, dependiendo de qué estudiantes tenga y cómo vayamos cambiando... De esa manera es como yo también voy a prendiendo para poder luego planear, porque un proyecto de investigación no sale de... o sea, nadie tiene la mente brillante de que se te prende el foco y puedes hacer un proyecto de investigación. Un proyecto de investigación sale de estudiar. Esa es la única manera de aprender, de poder hacer. Si no te gusta estudiar no puedes hacer ciencia, no puedes ser científico. Te tiene que gustar muchísimo estudiar y aprender y estar leyendo constantemente sobre otras cosas, inclusive para poder proponer nuevas ideas” (Ent. AB, 2011).

de la UNAM, en la Benemérita Universidad de Puebla y en el Centro de Investigación Científica de Yucatán). Por otro lado, el Dr. Arias ha impartido 23 cursos a nivel nacional e internacional (incluyendo Francia, Japón y Estados Unidos, donde también impartió cursos la Dra. López Charreton).

Al interior del IBt, los seminarios de grupo²⁶⁴ son significativos en el aprendizaje y socialización de los estudiantes; así como también son productivos y necesarios para los investigadores del equipo de trabajo. En éstos participan todos los integrantes de los grupos de investigación, se discuten los avances de tesis de cada uno de los estudiantes y se comparte los materiales bibliográficos más recientes del campo disciplinario por medio de debates o discusiones entre pares y con el líder del grupo de investigación. De ahí que impartir un seminario implica un trabajo continuo de actualización de conocimientos por parte de los líderes, además de ser un espacio donde es posible resolver las dudas o problemas a través del trabajo en grupo.

Entonces, los seminarios de grupo son parte de la formación académica de los estudiantes en donde presentan avances de tesis y se cuestiona lo que presenta el alumno, donde tienen un papel relevante los líderes académicos e investigadores asociados. Cabe señalar que en el espacio donde se lleva a cabo el seminario, la ubicación de cada sujeto está relacionada con la posición que ocupa en el campo científico. Por lo que el lugar donde se sientan denota relaciones de poder entre los miembros del grupo²⁶⁵.

Si bien el líder es quien dirige al grupo de investigación y define las formas de organización y asociación del personal académico y los estudiantes para la realización del trabajo académico, es en el seminario de grupo donde se establecen acuerdos, se reafirman roles, se distribuyen tareas específicas de acuerdo a las posiciones que se ocupan en el laboratorio, se socializa el conocimiento y se aprende de los que tienen más experiencia y nivel académico.

En el caso de los 12 investigadores entrevistados es evidente su empeño en la formación de cuadros de investigadores jóvenes (por lo menos, la formación de éstos

²⁶⁴ “... Aquí damos clases siempre, o sea es forzoso, es nuestra obligación y además a mí me gusta. Es cansado dar clases porque ya es un nivel en que los estudiantes ya saben qué hacer y no son clases muy básicas. Hay también que estar actualizado, por eso hay que leer tanto porque a veces tenemos seminarios en los que uno tiene que, por lo menos, saber igual que los estudiantes porque puede haber estudiantes que sepan más que uno y podrían agarrarnos en curva. Eso lo tenemos que hacer siempre: Dar las clases, ser tutor de muchos estudiantes de posgrado, dirigirlos y es parte de la actividad y también la mayoría de los trabajos que sacamos son obra de los estudiantes de sus tesis de posgrado...” (Ent.MZ, 2011).

²⁶⁵ Véase Cuadro 12 y 12.1 en la parte de Anexos: “Ejemplo de espacio y ubicación de los sujetos en un seminario”.

durante dos grados consecutivos²⁶⁶). La relación tutor-estudiante representa la clave de la formación de la identidad del científico a través del proceso de socialización. La tutoría consiste en una interacción dinámica en la que ambas partes se van definiendo constantemente. En dicha relación convergen aspectos sociales, institucionales y personales que promueven: la formación del estudiante en aspectos técnico-instrumentales de investigación para la producción de una buena tesis; así como la construcción de la subjetividad y la transformación del tutorado en un investigador independiente que sea capaz de incorporarse a comunidades especializadas de prácticas científicas, generando e innovando el conocimiento (De la Cruz, et. al., 2006).

Cada uno de los investigadores tiene sus propios criterios para definir qué tipo de cursos dará (en función de su tiempo y carga de trabajo), cuántos estudiantes y de qué grado aceptarán en sus laboratorios (en función del espacio en laboratorio y de sus propios intereses para trabajar). La comunidad académica del Instituto ha dirigido, desde su fundación, 1630 tesis de alumnos de diferentes programas docentes. De las cuales 956 son de posgrado y, de estas, 552 corresponden al período 2003-2013. En la actualidad se tienen en proceso cerca de 220 tesis de licenciatura y posgrado (Informe IBt, 2013).

De los 12 casos, los investigadores que han dirigido más tesis son: López Munguía (88 tesis de 1977 al 2010), Possani (71 tesis de 1979 al 2010), Bolívar (66 tesis de 1973 al 2010), Galindo (51 tesis de 1982 al 2010), Arias (42 tesis de 1985 al 2010) y Ramírez (42 tesis de 1994 al 2011). Mientras que los investigadores que menos tesis han dirigido son: Zurita (14 tesis de 1992 al 2011), López Charretón (27 tesis de 1990 al 2010), Espín Ocampo (29 tesis de 1984 al 2011), Darszon (30 tesis de 1981 al 2007) y Alagón (37 tesis de 1983 al 2009). Se observa que el número de tesis no es proporcional al tiempo que cada investigador lleva dirigiendo tesis; ya que, por ejemplo, el Dr. Ramírez es uno de los casos que más tesis ha dirigido y tiene menos años (17 años) que el Dr. Darszon (29 años) desarrollando esta actividad²⁶⁷.

²⁶⁶ Por ejemplo, en el caso del Dr. Arias Arias, éste ha dirigido la tesis a 40 estudiantes (de 1985 al 2009). La mayoría de dichos estudiantes estaban inscritos en el Instituto de Biotecnología (UNAM) y en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Cabe mencionar que a 8 de éstos estudiantes les ha dirigido 2 tesis consecutivas, entre los que se encuentran: Marcela Lizano Soberón (con quien escribió 2 artículos, en 1991 y 1997), Guillermo Perales Ortiz (con quien escribió 1 artículo en 1990), Ramón González García-Conde (con quien escribió 5 artículos, en 1993, 1998 y 2000), Jimena Pérez Vargas (con quien escribió 3 artículos, en el 2006 y 2010), Liliana Maruri (con quien escribió 2 artículos, en el 2008), Daniela Silva Ayala, María de los Dolores Soto del Río y Marco Aurelio Díaz.

²⁶⁷ Véase Cuadro 13 y gráfica en la parte de anexos: "Experiencia en formación de recursos humanos: Dirección de tesis por investigador (período: 1973-2010)".

Respecto a la dirección de tesis, el Dr. Bolívar empezó a dirigir tesis desde que estaba cursando la maestría; pero de las 66 tesis, sólo 13 han sido de doctorado. Como anteriormente se mencionó, el Dr. Bolívar ha dirigido la tesis a varios miembros del personal académico que labora en el Instituto de Biotecnología (por lo menos a 20 investigadores, incluyendo al Dr. Zurita). Lo mismo pasa con el Dr. López Munguía, que ha dirigido una gran cantidad de tesis (aunque sólo 12 son de doctorado) y por lo menos a 10 estudiantes les ha dirigido su tesis dos grados consecutivos. Entre los estudiantes a quienes les ha dirigido la tesis se encuentra el Dr. Galindo.

El Dr. Galindo empezó a dirigir tesis de licenciatura un año antes de obtener el grado de maestría, así como también dirigió tesis de maestría un año antes de terminar el doctorado; pero de las 51 tesis dirigidas sólo 5 son de doctorado y, por lo menos, a 5 estudiantes los ha dirigido más de una ocasión. El Dr. Alagón empezó a dirigir tesis cuando obtuvo el grado de maestría, después de regresar de trabajar un tiempo en Estados Unidos como “Investigador Asociado” e incorporarse a trabajar en la UNAM (en la Facultad de Ciencias) como “Investigador Asociado C” (teniendo sólo 4 tesis dirigidas de doctorado). Mientras que el Dr. Possani empezó a dirigir tesis después de algunos años de haber concluido el posdoctorado y poco antes de obtener el nombramiento de “Investigador Titular B” en la UNAM (y de las 71 tesis, la mayoría son tesis de maestría). Cabe señalar que debido a la preparación y el reconocimiento que ha obtenido en la comunidad científica nacional e internacional, el Dr. Possani ha dirigido posdoctorados en otros países y entre sus ex alumnos (que han sido premiados o reconocidos) se encuentra el Dr. Alagón y varios investigadores titulares de la UNAM.

El Dr. Darszon, tras haber obtenido el grado de doctor, empezó a dirigir tesis años después de regresar de Estados Unidos y volverse a establecer en México (con la particularidad de que casi no ha dirigido tesis de licenciatura y se ha concentrado más en dirigir tesis de doctorado). Y tres de sus estudiantes han estado bajo su tutoría más de una vez. El Dr. Arias empezó a dirigir tesis a los estudiantes después de obtener el grado de doctor, aunque sólo ha dirigido 12 tesis de doctorado; sin embargo, también ha dirigido el posdoctorado de 2 investigadores y ha tenido 8 estudiantes a los que ha formado por lo menos durante dos grados consecutivos (con los cuales ha escrito 11 artículos). La Dra. López es otra investigadora que ha dirigido menos tesis de licenciatura y doctorado, pero ha formado a algunos estudiantes en dos grados consecutivos (a 8 de sus estudiantes). En cuanto al Dr. Ramírez, cabe mencionar que

empezó a dirigir tesis después de realizar sus estancias de investigación y aunque es uno de los investigadores que más tesis ha dirigido, se observa que se ha concentrado en formar a más estudiantes de posgrado (siendo menos las tesis de licenciatura) y 4 de sus estudiantes han sido formados por él en más de una ocasión. Y por último, el Dr. Zurita empezó a dirigir tesis de maestría y doctorado (pero no de licenciatura) cuando ya tenía su doctorado y posiblemente estaba haciendo ya un posdoctorado en la Universidad de Harvard. Por lo menos a tres de sus estudiantes los dirigió más de una vez, entre los cuales se encuentra su colega del IBt: Enrique Alejandro Reynaud Garza.

En el IBt, la investigación podría considerarse como la actividad central del científico porque es el principal medio de producción de conocimiento a través del cual realiza aportaciones a su campo de conocimiento²⁶⁸. Por lo tanto, “la actividad académica es primordialmente actividad de investigación. En términos del binomio docencia/investigación, es un hecho ya suficientemente documentado que la investigación ha relegado a la docencia a un lugar secundario en la conformación del prestigio académico, trátase de docencia para la autorreproducción académica o de docencia para la formación en profesiones no académicas” (Bruner, 1983: 174). Esto está relacionado con los parámetros que utilizan las instancias académicas evaluadoras; ya que, en la productividad lo que más pesa son las publicaciones (sobre todo de artículos en revistas top dentro del campo científico). Sin embargo, los artículos no reflejan exactamente los procesos de investigación en el laboratorio porque la redacción del artículo es sólo una parte del proceso, más no es la conclusión de la investigación²⁶⁹ (Kreimer, 1998).

“La práctica del científico debería ser medida por el reconocimiento de sus iguales, en función de la importancia de las contribuciones para la evolución del conocimiento, al margen de otras consideraciones. Sin embargo, frecuentemente, se reduce a una simple aceptación por parte de la comunidad de los trabajos científicos a

²⁶⁸ De los 12 investigadores, 9 de estos son Nivel SNI III (y nivel PRIDE “D”) y 3 son nivel excelencia (el Dr. Darszon, el Dr. Bolívar y el Dr. Possani). Esto nos indica el nivel de consolidación de la trayectoria en investigación de los 12 científicos.

²⁶⁹ “Un *paper* oculta todo lo que, desde hace mucho tiempo, Michael Polanyi (1967) denominó conocimiento tácito, es decir, una gran diversidad de actividades que forman parte de las prácticas de la investigación científica y que no son codificables, tales como: la destreza del experimentador (científico o técnico), ciertas condiciones que no llegan a especificarse (incluso porque se piensa que algunas de ellas no son importantes), la cultura y el lenguaje propios del grupo de investigación que produjo el *paper*, así como los diferentes lugares en donde el mismo fue producido u otras condiciones que simplemente se ignoran... Un *paper* también oculta el papel que los autores desempeñan en un campo científico de relaciones sociales...” (Kreimer, 2011: 65).

través de su publicación... Las revistas y los artículos han crecido más que los científicos y el afán de publicar ha generado publicacionismo insensato... Según el *Institute for Scientific Information* (ISI), el 50% de los trabajos publicados jamás son citados” (Olivé, 1990:125). Es por ello que se debería relativizar el valor de las publicaciones como fuente de reconocimiento.

En las universidades y centros de investigación, una de las actividades más valoradas son las contribuciones al cuerpo de conocimiento certificado por medio de publicaciones científicas. En cuestión de productividad científica, los investigadores del IBt destacan por la publicación de sus artículos en revistas de alto prestigio (arbitradas) de diversos campos de conocimiento ligados a la Biotecnología. Desde su creación, el IBt ha generado más de 2,700 publicaciones²⁷⁰. Entre el 2005 y 2008, los académicos del Instituto publicaron 455 artículos en revistas especializadas de circulación internacional (1.12 artículos/investigador/año), con un índice de impacto promedio cercano a 4. Mientras que para el 2010, se generaron 99 publicaciones en revistas de arbitraje internacional indizadas, 21 capítulos en libros (7 de los cuales eran nacionales), tres artículos en memorias y un libro. El promedio de publicaciones en los últimos años es por arriba de una publicación internacional indizada por investigador (al año) en revistas cuyo factor de impacto se encuentra por arriba de 6.0 y hasta 47.1. Así en promedio en los últimos 3 años, 101 investigadores publican 115 artículos en revistas internacionales anualmente, 50 de las cuales se circulan en las revistas de mayor impacto del área (arriba de un FI de 6.0 y hasta 47.1), y 53% de ellos en el primer cuartil de su categoría (Informe IBt, 2010).

Los investigadores que empezaron a publicar desde hace más de 30 años son los que tienen un mayor número de artículos publicados. Este es el caso del Dr. Possani con 245 artículos publicados (en 80 revistas) en un periodo de 40 años; ya que empezó a publicar terminando el doctorado (en 1973). El Dr. Darszon tiene 145 artículos publicados (en 50 revistas), una cantidad mayor que el Dr. Bolívar (con 118 artículos), a pesar de que este último tiene más edad y empezó a publicar 3 años antes que el Dr. Darszon. Lo mismo sucede en el caso del Dr. López Munguía y el Dr. Alagón, que a pesar de que el Dr. Alagón empezó a publicar desde la licenciatura y el Dr. López comenzó con la publicación de artículos al término de su doctorado, este

²⁷⁰ En el año 2009, Thompson Reuters distinguió tres artículos publicados por líderes académicos del Instituto como los más citados entre los artículos publicados por investigadores latinoamericanos (en las áreas de Microbiología, Genética y Bioquímica).

último tiene un mayor número de publicaciones que el primero. Dicha situación se repite con el resto de los investigadores²⁷¹.

Los investigadores que publican sus artículos en revistas de prestigio son científicos reconocidos que ya poseen experiencia en tener un grupo de investigación a su cargo. Dichas publicaciones no sólo reflejan el reconocimiento entre pares, sino también por la comunidad epistémica de su disciplina y por la institución a la que pertenece. Existen diferentes niveles de exigencia entre las revistas científicas; pero, en ningún caso una revista publicará un artículo que no cumpla con los requisitos mínimos del trabajo científico (por ejemplo, el uso de métodos que permitan obtener resultados confiables y reproducibles por otros investigadores). "... Existen revistas multidisciplinarias de muy alto prestigio como *Science* y *Nature*, en donde se publican artículos que describen información <<en la frontera del conocimiento>>... Otras revistas publican artículos <<en la frontera del conocimiento de áreas específicas>>, como son *Biochemistry*, *Plant Cell* y *Physical Review Letters* y, finalmente, existe un gran número de revistas especializadas que publican artículos de relevancia porque dan a conocer la mayor parte de la investigación que se realiza en todo el mundo..." (Arredondo, 2011: 37). En el caso de los investigadores entrevistados del IBt, muchos de ellos continúan publicando en revistas donde divulgaron sus primeros artículos²⁷². Esto demuestra que los artículos científicos son la base de investigaciones posteriores. La publicación es el resultado de un proceso largo para generar conocimiento científico que se hace de manera colectiva entre los miembros de un grupo de investigación. Y a pesar de que los artículos son de tamaño reducido, la información que contienen es de gran calidad.

Uno de los casos más recientes es el del equipo de investigación de la Dra. Alejandra Bravo y el Dr. Mario Soberón (investigadores del IBt). En el 2011, este grupo publicó en la revista *Science* (del mes de noviembre), la cual es una revista de mayor impacto en la ciencia internacional. En el artículo reportan que todos los insectos resistentes a las proteínas *Bacillus Thuringiensis* (BT) no resisten a las proteínas BT

²⁷¹ Véase el Cuadro 14 en la parte de anexos: "Producción científica: Publicaciones de los 12 investigadores entrevistados del IBt".

²⁷² Otro factor que interviene en el número de publicaciones, tal es el caso del campo de conocimiento o disciplina. Véase algunos ejemplos en los Cuadros 15 y 16 en la parte de anexos: "Ejemplo de publicaciones en revistas de prestigio (continuidad y diversidad de campos de conocimiento): Artículos publicados por el Dr. Alberto Darszon Israel (periodo: 1976-2010)" / "Ejemplo de publicaciones en revistas de prestigio en un campo de especialización específico (continuidad en un campo disciplinario y colaboración en otros países): Artículos publicados por la Dra. Susana López Charreton (periodo: 1980-2010)".

modificadas. Dicho trabajo relacionado al uso de proteínas *Bacillus Thuringiensis* tiene un impacto económico y ambiental en el control de plagas de la agricultura. Asimismo, también es una muestra de cómo la investigación básica puede contribuir al desarrollo de tecnología moderna en beneficio de la humanidad.

Al analizar las coautorías de los entrevistados, éstas evidencian una estrecha colaboración al interior del IBt, donde distintas líneas de investigación se entrecruzan y donde no sólo los líderes tienen un papel determinante en la producción científica, sino que además la figura de “Técnico Académico” cobra fuerza. La naturaleza misma de la investigación exige un trabajo en grupo, por lo que la mayoría de los trabajos publicados aparecen firmados por más de un autor (pero, generalmente, se trata de un tutor y de sus estudiantes). De acuerdo con Hamui (2007), la forma de publicar depende del itinerario normal del conocimiento, que coincide con el proceso de legitimación del conocimiento científico (Ziman, 1968) y que depende de la manera en la que se estila en cada disciplina o especialidad.

En el IBt, la mayoría de las publicaciones se han escrito en colectivo, debido a que su modelo de producción de conocimiento está basado en el trabajo en equipo. En la elaboración de las publicaciones suelen participar en distinta medida: el líder, los investigadores asociados, los estudiantes y los técnicos. “... La publicación es del equipo completo y cada vez se torna más difícil identificar las aportaciones individuales de los participantes así como la contribución de la creatividad individual, pues en el trabajo colaboran varias personas y la autoría le corresponde al líder del laboratorio. Los investigadores aparecen en los créditos sólo si cuentan con un posgrado y son responsables del hallazgo específico que se describe en la posición que ostenten en la organización jerárquica del grupo. Es muy frecuente que aparezcan autores y coautores en las publicaciones y, desde luego, el grupo aspira a publicar en las mejores revistas nacionales e internacionales de su área de especialización” (Hamui, 2007: 149).

De ahí que en las publicaciones es posible ver las jerarquías que hay dentro del trabajo en laboratorio. Dependiendo del tipo de participación en la investigación y elaboración del artículo es como se les da cierto reconocimiento a la hora de definir la autoría. Pero, casi siempre el líder del laboratorio y quien dirige la investigación (por ejemplo, los investigadores asociados) estarán como coautores y tendrán una mejor posición entre el resto de los participantes. Algunas veces las coautorías son más flexibles y se permite tener dos autores principales, pero sólo si ambos contribuyeron

de la misma forma (en un trabajo multidisciplinario). En cada grupo de trabajo se van definiendo reglas no explícitas en torno a las coautorías en las publicaciones, las cuales no son las mismas y dependen mucho del líder académico (y de su estilo de trabajo).

“... Cada investigador es independiente al establecer sus propias reglas; pero, obviamente, son reglas a lo mejor no escritas. Los autores de una publicación son los que tienen una participación fundamental, crítica y mayoritaria en un trabajo. Para que los alumnos salgan como autores, que los técnicos y los investigadores sepan si van a ir como autores o si van a ir en los agradecimientos, tenemos ciertas reglitas que tiene que ver con la generación de las ideas, en la generación de los recursos y la generación de los proyectos, el análisis de los resultados. Entonces, siempre trato de ser muy claro con todos los miembros del grupo para que sepan que están las reglas claras... para que no queden a mi discreción y que la gente sepa que no es capricho mío. Pero digamos que hay reglas no escritas en la comunidad donde más o menos se reconoce cuáles son los criterios para quedar como coautor en una publicación” (Ent.OR, 2011).

Todo esto de las reglas flexibles y diversas en torno a la forma de producir publicaciones (es decir, la posición que ocupan los autores y coautores) ha generado controversias al interior del IBt, más aún cuando se hacen evaluaciones o se comparan los grupos de investigación de acuerdo a su productividad (donde hay diferencias abismales²⁷³). Algunos consideran que no es justo comparar el número de publicaciones de los líderes de grupo porque los criterios de colaboración y reconocimiento en las coautorías que imponen ante el grupo no es la misma y por lo tanto no es objetiva la forma en que el grupo es posicionado ante los demás. En algunos casos se aplica “el derecho de piso”, que es cuando el líder académico siempre es incluido en los créditos como autor principal o coautor, simplemente por el hecho de que usaron su laboratorio y ahí se gestó la idea aunque no haya tenido participación en el escrito. Mientras que en otros casos, el reconocimiento como autor principal se le da sólo a aquel que hizo toda la parte experimental o aquel que generó la idea e integró todo en un documento²⁷⁴.

²⁷³ Ver Cuadro 17 en la parte de anexos: “Comparación de promedio de artículos publicados entre líderes de investigación (2007-2011)”.

²⁷⁴ “... Aquí las publicaciones van quienes trabajan en el proyecto. No importa si eres técnico o investigador asociado, no importa... No va quien no hace nada, aquí va quien trabaja y en muchos casos los técnicos trabajan muchísimo y sí van como coautores. Los de Unidades, por ejemplo tenemos los de Unidad de Secuenciación de DNA o los de Unidad de Bioterio, ellos no hacen una parte tan central del trabajo y entonces se van a la parte de agradecimientos. Al final del trabajo pones: <<Gracias a la Unidad que hizo posible este trabajo>>” (Ent.SL, 2011).

“Algunos dicen que publican 14 artículos por año, cuando en la realidad aquí lo máximo que uno puede publicar y con mucho trabajo y esfuerzo son unos 5 o 6 publicaciones por año y gracias a las colaboraciones con estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado... En Alemania y España hay jerarquías más marcadas, donde no hay asociados sino que el líder tiene como 20 asistentes (que son estudiantes de doctorado o posdoc) y que son contratados por una empresa o por la propia universidad... En esas excelentes condiciones, bajo esa estructura, ese líder o jefe genera entre 14 y 15 publicaciones al año. Pero esto se debe al nivel que tienen sus asistentes, aunado al nivel del trabajo del líder. Aquí como también trabajas con estudiantes de licenciatura y maestría, tú como líder tienes que escribir el artículo porque ellos todavía no tienen esa independencia y eso toma tiempo...” (Ent.CP, 2013).

Cabe mencionar que una buena parte de los artículos son producto de la tesis de doctorado, ya que los estudiantes de doctorado tienen como requisito para graduarse tener una publicación en donde aparezcan como primer autor. Pero otras publicaciones se derivan de los avances que se van generando en un tema que, generalmente, se trabajan de cerca con los investigadores asociados.

“... Creo que hay muy poquitos artículos en la que soy autor único, precisamente, por la manera en que le comento que trabajamos. En general, probablemente, la mayoría soy el último autor porque durante mucho tiempo he sido el jefe del grupo. Pero eso ha ido cambiando en la medida en que mis colegas se han hecho mis pares. Entonces, ahora depende de dónde nacen las ideas, quién contribuye y con qué... Y tenemos muchas colaboraciones. Tenemos colaboraciones con muchos países, entonces, el orden de los autores también depende de quién hizo más” (Ent.AD, 2011).

Por medio de un análisis de coautorías, se encontraron algunos patrones de formas colaboración en las publicaciones de éstos. Por lo que podemos decir que los investigadores suelen escribir con: 1) Estudiantes a quienes les dirigen o dirigieron la tesis, 2) Con estudiantes de posgrado que trabajan como colaboradores en su laboratorio o como colaboradores de otros colegas (dentro del IBt), 3) Con varios colegas del Instituto, ya sea de su mismo departamento de adscripción o de otros departamentos, y 4) Con investigadores que conocieron en sus estancias de investigación en distintos momentos (de otras instituciones y/o laboratorios e incluso de otros países).

“Los estudiantes son la parte más importante de las publicaciones; sobre todo, en México porque tenemos muy poco acceso a tener posdoctorados. No es como en Estados Unidos o en Europa que tienen muy buenos programas para posdoc y que los laboratorios tienen mucho dinero... Los estudiantes son la punta de lanza para sacar los trabajos de investigación. Es más, en nuestro programa de posgrado para que un estudiante adquiera el grado de doctor tiene que publicar un artículo de primer autor. O sea que la mayor parte del trabajo haya sido desarrollado por él y no publicar en cualquier revista, tiene que ser en una revista indexada y, obviamente, que sea de cierta calidad a nivel internacional...” (Ent.MZ, 2011).

Por otro lado, observando las publicaciones por año, se identificaron a los coautores y se evidenció la formación de grupos de colaboración al interior del IBt y fuera de éste. Algunos de estos son investigadores con los que empezaron a publicar, con quienes mantuvieron el vínculo profesional por varios años²⁷⁵. Asimismo, los entrevistados han participado en diversos Comités Editoriales y Comités de evaluación. Pero no es de sorprenderse el hecho de que en un cierto periodo de participación, éstos publicaron más artículos en determinadas revistas en las que colaboraban²⁷⁶.

Otro producto que se deriva de la investigación son las patentes. A los investigadores del Instituto se les han concedido hasta la fecha 53 patentes y la entidad cuenta con 113 solicitudes pendientes más en México, en Estados Unidos y en otros países a través del Tratado de Cooperación en Patentes y en regiones como Europa y Euroasia. En el 2010, se concedieron al IBt dos patentes en México y una en Sudáfrica, mientras que se colocaron 5 solicitudes de patente internacionales (Informe IBt, 2010). Esto no ha sido una labor fácil, ya que los investigadores del IBt se han encontrado con muchos problemas ante las patentes, debido a que no tienen una orientación adecuada al respecto en las Universidades. Además de los problemas de vinculación entre las Universidades, el mercado laboral y la industria.

“No hay una buena comprensión del verdadero significado y la utilidad de una patente o de cómo funciona el sistema de patentes en América Latina, sin embargo, la mayoría de la gente ve la patente como una especie de llave mágica que abre las puertas para la comercialización de una invención. Despachos de abogados de patentes están ocupados con los procedimientos para la entrada de las solicitudes extranjeras internacionales PCT (*Patent Cooperation Treaty*) en sus respectivos sistemas nacionales de patentes, pero no en solicitudes de proyectos de biotecnología. Cuando un investigador

²⁷⁵ Ver ejemplo en el Cuadro 18, en la parte de anexos: “Ejemplo de coautorías por año de los artículos publicados del Dr. Alejandro Alagón Cano (periodo: 1977- 2010)”.

²⁷⁶ Véase Cuadro 19 en la parte de anexos: “Participación de miembros del IBt en Comités Editoriales (nacionales e internacionales)”.

quiere generar una patente, tiene que encontrar una Oficina de Transferencia de Tecnología; ya que, es difícil para un abogado de patentes y un científico de entenderse entre sí para la redacción de la solicitud de patente. Es como si hablaran diferentes idiomas, por lo que el inventor tiene que conocer a una persona (gerente de patente) que pueda entender o hable los dos idiomas y sea capaz de vincular el trabajo técnico / científico con el sistema de patentes legal. Esta necesidad es particularmente cierto en el campo de la biotecnología (Eisenberg, 2003). Además, hay muy poca experiencia en la transferencia de tecnología de las universidades e instituciones académicas para la industria privada. No hay un vínculo, ni una comunicación clara entre los objetivos de I + D académica y las necesidades del mercado y de la industria. Los países en desarrollo normalmente carecen de la capacidad de I + D. En consecuencia, la innovación es pobre...” (Galindo, 2013: 10).

Tanto en publicaciones como en patentes, se les otorga un reconocimiento a quienes contribuyen en su elaboración de acuerdo al tipo de participación. Cabe destacar el caso de algunas patentes de gran relevancia que le han otorgado al IBt. La primera es generada por el grupo del Dr. Lourival Possani y refiere a 2 proteínas aisladas del veneno del alacrán mexicano (péptidos) que presentan actividad de moduladores de un canal de potasio²⁷⁷. El cual es pieza clave en el posible tratamiento de enfermedades autoinmunes (como la psoriasis, la artritis reumatoide y la esclerosis múltiple) e incluso el rechazo de órganos. Esta invención y las patentes se encuentran otorgadas a una empresa mexicana para que busque su explotación comercial, mediante la venta de medicamentos que contengan dichos péptidos. Por otro lado, este mismo grupo de investigación, obtuvo una patente por un conjunto de nuevos péptidos con capacidad antibiótica (patente No. MX 320050) que pueden ayudar a resolver problemas de resistencia múltiple en patógenos.

La tercera se trata de una patente extranjera otorgada por la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos, derivada de una patente otorgada en el 2012. Es una invención generada por el grupo del Dr. Mario Soberón y la Dra. Alejandra Bravo,

²⁷⁷ En el 2014, “se le otorgaron otras 3 patentes en varios países a partir de las respectivas solicitudes de fase nacional (extensiones geográficas de una misma solicitud internacional) en Euroasia Patente No. EA 200901530, en Australia Patente No. AS 2007353147 y en China Patente No. ZL 200780053305.7. Estas 3 nuevas patentes se suman a otras 8 patentes de fases nacionales que ya se le han otorgado en años previos en otros países y/o regiones (como Europa) a esta misma invención”. Fuente: <<<http://www.diarioavanzada.com.mx/index.php/ciencia-movil>>>.

consiste en la utilización de la Proteína S-Layer en el control de insectos plaga así como en un método para detectar la presencia de éste tipo de proteínas insecticidas²⁷⁸.

Otra patente otorgada fue creada por el grupo del Dr. Tonatiah Ramírez, la cual refiere a un método para lograr que las células de microorganismos en cultivo sean más eficientes en la producción de algún producto recombinante. Esta invención tiene potencial de aplicación en cultivos industriales de células recombinantes y se encuentra disponible para su licenciamiento.

La quinta patente otorgada al IBt fue desarrollada por el grupo del Dr. Baltazar Becerril. Esta invención comprende un conjunto de anticuerpos recombinantes humanos que son capaces de neutralizar el veneno de alacranes mexicanos. Dicha invención tiene un amplio uso en la industria biofarmacéutica. Su combinación puede ser comercializada en forma de un antiveneno contra el piquete de alacranes mexicanos. Tres empresas mexicanas han mostrado interés en obtener una licencia para comercializar este antiveneno²⁷⁹.

Estas invenciones nos da idea del abanico de temas que se desarrollan en el IBt: biotecnología agrícola (nuevas toxinas insecticidas), biotecnología industrial (cultivos más eficientes en la producción de proteínas recombinantes) y biotecnología para la salud (nuevos péptidos antibióticos, potencial medicamento para enfermedades autoinmunes y nuevas generaciones de antivenenos). Este trabajo de investigación y desarrollo, reforzado por la gestión tecnológica a cargo de la Secretaría Técnica de Gestión y Transferencia de Tecnología, dependiente de la Secretaría de Vinculación del Instituto, coloca al IBt como líder en la producción de tecnología y su transferencia al sector productivo, buscando beneficiar a la sociedad²⁸⁰.

Decidir qué publicar o qué patentar no es una cuestión institucional, depende de cada investigador porque sólo él conoce su área, sabe qué trabaja, qué busca, qué tiene y qué quiere dar a conocer. En el grupo del Dr. Galindo tienen proyectos dedicados al desarrollo tecnológico, por lo que no es posible publicar demasiado; ya que, de alguna manera deben tener cuidado con lo que se quiere patentar o desarrollar. En ese tipo de proyectos no participan estudiantes, sino que sólo se contrata a técnicos; pero, si eso sucede se debe negociar un acuerdo que permita que

²⁷⁸ "Esta patente se encuentra licenciada a una compañía estadounidense, para su explotación en la selección de cepas de microorganismos con potencial uso en la generación de plantas transgénicas con una toxicidad mejorada contra insectos plaga definidos" Fuente: <<<http://www.diarioavanzada.com.mx/index.php/ciencia-movil>>>.

²⁷⁹ Fuente: <<<http://www.diarioavanzada.com.mx/index.php/ciencia-movil>>>.

²⁸⁰ *Ibidem*.

de alguna manera éste se beneficie. Una vez que se les otorga la patente ya se pueden hacer publicaciones. Sin embargo, se tiene que tener cuidado de las cosas que puedan ser patentables (desde el punto de vista comercial) porque tiene que ser algo que se pueda vender o transferir a alguna industria.

Cabe señalar que un investigador, como miembro del personal académico, debe aceptar que todo lo que se desarrolle y se patente dentro de la UNAM es propiedad de intelectual de esta Institución. El Instituto produce como el 30% de las patentes de toda la Universidad. Pero en parte, se debe al apoyo y al asesoramiento que la Oficina de Vinculación y Transferencia Tecnológica les ha proporcionado a los investigadores. Esto porque los investigadores no tienen la experiencia ni el tiempo en realizar el proceso para obtener una patente. Precisamente, el problema es que los investigadores no están bien informados al respecto. Los investigadores no saben si algo tiene un valor comercial o no, por lo que deciden acercarse a la oficina del área de Vinculación para que los oriente.

“...Cuando vemos algo que puede ser patentable, entonces no hay que publicarlo. Ahí lo que hacemos es que aquí en el Instituto hay una oficina de apoyo para las patentes. El señor Mario Trejo, él es el que nos ayuda mucho a realizar todo esto y a hacer las patentes. Es diferente la manera de escribir una patente a la manera de escribir un artículo, el lenguaje es muy diferente. A mí me ha costado muchísimo trabajo, inclusive lees una patente y como que te marea, te enreda... Los abogados son muy complicados. En realidad yo no he escrito ninguna patente, las que tengo han sido en colaboración con otras gentes y por ejemplo aquí sacamos una patente hace poquito y el que la escribió fue Mario Soberón, porque nuestro grupo trabaja en colaboración con el grupo de Mario...” (Ent.AA, 2011).

Por otra parte, debido a que lo importante de la patente no es nada más hacerla sino comercializarla, entre los problemas más frecuentes que enfrentan los investigadores al escribir las patentes están: la falta de tiempo, la falta de conocimiento al respecto; pero, sobre todo, la falta de experiencia. Por lo que aunque se saquen las patentes, de todas formas no todos tienen la capacidad para promoverlas y buscar que se comercialicen. Entonces, quienes no lo logran hacer, acaban con patentes que sólo forman parte del Curriculum Vitae del investigador; pero, finalmente, no se cumple con el objetivo que debería tener: Proteger un conocimiento que genere un beneficio.

“En el caso de las patentes, ahí sí tienes que estar abusado de qué cosas sí pueden ser patentables y cuya protección verdaderamente signifique algo desde el punto de vista comercial: <<Patentar por patentar no tiene caso>>. Hay personas que dicen: “Paténtalo porque no puedes ver desde ahorita para qué pueda servir”. Pero para mí no

es así, porque yo creo saber para qué me puede servir de aquí a 5 años. Entonces, si yo no veo que pueda tener una ventaja comercial, ¿para qué meterse en todo ese proceso que toma mucho tiempo y te detiene publicaciones? Tiene que ser algo que realmente pueda dar una ventaja, no a ti; pero sí al proyecto que le puedas vender o transferir a alguna industria. Aunque hay algunos que sí lo hacen, ni siquiera saben para qué sirve; pero dicen tener una patente... En la industria, las patentes son muy importantes; pero, también son muy importantes los “Know-how” internos... Entonces, hay muchas cosas que trabajamos de los antivienenos que no son patentables...” (Ent.AA, 2011).

Formalmente, el Estatuto de Personal Académico (EPA) sólo define obligaciones para participar en una de las tres tareas primordiales de la UNAM: la docencia. Por lo que, en términos cualitativos, establece que para tener el nombramiento de Académico Titular C, se debe cumplir sólo con dos tareas: docencia e investigación. De ahí que la actividad de divulgación de la ciencia no es, estatutariamente hablando, una obligación para la promoción de los académicos que laboran en la UNAM. Por lo que es una tarea devaluada o desvalorizada por la propia comunidad académica, cuando dicha actividad es relevante como parte de la cultura científica de la sociedad mexicana (López Munguía, 2014).

No obstante, la labor de difusión y divulgación científica y tecnológica es importante en la medida en que las ideas y recomendaciones traspasan las fronteras y se expanden por las comunidades científicas a través de congresos²⁸¹, publicaciones, reuniones o colaboraciones con colegios invisibles²⁸². La difusión de las ideas trasciende a la comunidad científica para introducirse también en instituciones y partidos políticos. Por este motivo, para algunos investigadores del IBt, esta actividad representa la oportunidad de tener una mayor capacidad de presión sobre los tomadores de decisión en torno a la ciencia. Y al mismo tiempo, representa un medio

²⁸¹ “... He hecho mucha divulgación en términos de congresos nacionales y de invitaciones para dar seminarios y conferencias a universidades y muchos lugares del país. El día de ayer tuve que dar una conferencia en la Ciudad de México, he ido hasta algunos pueblos a dar conferencias sobre los alacranes a la gente; pero, casi no paso demasiado tiempo escribiendo cosas para periódicos, sólo uno que otro artículo. Aquí en Morelos tenemos un periódico que se llama “La Unión de Morelos” y escribí un par de artículos sobre los alacranes, también tenemos “La Crónica” que es un periódico mexicano y que el Consejo Mexicano de Ciencias tiene un arreglo donde nosotros los premiados hacemos unos artículos. Pero en general yo siento que eso distrae bastante la acción de investigación como tal. Yo prefiero quedarme a hacer un artículo para publicarlo en alguna revista internacional o hacer un capítulo de algún libro que estar escribiendo panfletos y ese tipo de cosas...” (Ent.LP, 2011).

²⁸² La divulgación puede servir como un medio para integrar, para acercar disciplinas, para unir la ética al quehacer científico... y, sobre todo, para zanjar la distancia cada vez mayor entre el público, la ciencia y el desarrollo de la tecnología (Carrillo, 1991).

para reforzar el prestigio de la institución y el reconocimiento entre sus pares, al dar a conocer su trabajo de calidad y reiterar su compromiso con la sociedad.

El Instituto tiene una presencia importante en la parte de divulgación y de gestión de la ciencia. Hay varios investigadores que tienen la vocación para la tarea de divulgación y tienden a escribir sobre diversos aspectos en torno a la ciencia en columnas de periódicos, incluso como cuentos para que la gente en general entienda mejor las cosas. Otros suelen escribir más en periódicos, tienen columnas y promueven la lectura sobre ciencia en los estudiantes de nivel medio superior. Entre los investigadores que más destacan por su labor en esta área de trabajo a través de publicaciones en periódicos y libros son: el Dr. López Munguía y el Dr. Galindo²⁸³. Sin embargo, la mayoría de los investigadores han mantenido un poco abandonada esta actividad por varias razones, entre las cuales se encuentran: la falta de tiempo, la falta de apoyo en la obtención de recursos necesarios para llevar a cabo dicha actividad y la preferencia o interés de los investigadores por realizar otro tipo de actividades (de acuerdo a las prioridades de cada investigador). Dicha situación también podría estar relacionada con los criterios de evaluación académica (donde anteponen a la investigación sobre otro tipo de actividades), o bien podría ser cuestión de la cultura institucional en torno a esta actividad (donde esta actividad no es tan valorada).

“... ¡Ay nooo!, yo no hago muy bien eso. Sé que debo hacer más, eso sí sé. Cuando estuvo lo de la influenza estuve haciendo muchísima divulgación: escribir artículos para periódicos, muchas entrevistas... Sé que es importante eso y sé que lo debo hacer, pero el tiempo no me da. Pero por ejemplo, estoy muy interesada en llevar la filosofía de la investigación a los niños; aunque, no lo hago mucho... Yo creo que los niños desde chiquitos deben saber que existe la investigación y deben preguntarse por todo. Entonces, conseguí una exposición padrísima que se llamaba <<Dra. por un día, por un día Dr.>>, que era como diagnóstico, los niños llegaban veían lo que hacía el médico y ellos se medían la temperatura, se escuchaban el corazón... como que había muchas estaciones donde ellos podían diagnosticar qué enfermedad tenían, les daban un caso clínico y ellos podían diagnosticar a su paciente y hacer cositas. Esta exposición la tuvimos en el UNIVERSUM y luego la tuvimos aquí en Cuernavaca. Y eso se

²⁸³ “... Tenemos cosas de divulgación científica y cosas gremiales, yo participo en un esfuerzo de divulgación de la Academia de Ciencias de Morelos que publicamos por ejemplo en este diario... lo publican los miembros de la Academia de Ciencia de Morelos... Llevamos 4 años en este proyecto y de hecho hicimos un libro en donde compilamos por temas muchas de las cosas que se habían publicado en el periódico... Esa es otra actividad que yo hago también y que me gusta hacer porque creo que en la medida en que podamos influir en los más jóvenes y fuera de nuestro ambiente de especialidad, o sea, al público en general...” (Ent.EG, 2011).

me hace muy importante, pero no tengo el tiempo necesario...
Debería hacer más, pero no tengo tiempo” (Ent.SL, 2011).

Cabe mencionar que, de acuerdo con el análisis del CV de los 12 investigadores, el Dr. Bolívar y el Dr. López Munguía tienen más años de experiencia en cuestiones de divulgación y difusión científica y tecnológica (más de 30 años). El Dr. Galindo, el Dr. Ramírez y el Dr. Arias también han tenido varias participaciones, aunque éstos tienen menos años de experiencia (entre 23 y 24 años). En el caso del Dr. Darszon y el Dr. Zurita tienen más años de experiencia (22 y 12 años, respectivamente) y sin embargo tienen menos participaciones que la Dra. López (en 10 años tiene 26 participaciones). Mientras que la Dra. Bravo y la Dra. Espín Ocampo tienen los mismos años de experiencia y el mismo número de participaciones.

Por otro lado, existe cierta diferencia entre los investigadores en cuanto los medios o recursos que utilizan para difundir y divulgar el conocimiento, ya que algunos prefieren los medios electrónicos; mientras que otros son de ideas más tradicionales y se inclinan por las conferencias y talleres.

“Las publicaciones electrónicas en Internet tienen importantes implicaciones para las posibilidades de investigación de los países más pequeños cuya producción científica a menudo pasa desapercibida... A medida que las publicaciones se desplazan desde un paradigma basado en la imprenta a un formato electrónico, es necesario seguir investigando sobre la naturaleza fundamental de la comunicación y la colaboración científica. La mayor flexibilidad y la penetración mundial y del discurso mediatizado por los ordenadores está teniendo profundas consecuencias para las asociaciones extrainstitucionales, especialmente más allá de las fronteras políticas, culturales y geográficas... La comunicación informal, que representa los procesos menos estructurados de comunicación entre científicos y grupos de científicos, conoce actualmente un auge debido a las facilidades de los medios electrónicos.” (Russell, 2001: 132-134).

El Dr. Bolívar y el Dr. López Munguía han publicado varios artículos en diversas revistas de divulgación, así como notas periodísticas; pero, también han presentado ponencias, conferencias magistrales, talleres y seminarios a nivel nacional e internacional. En el caso del Dr. Darszon, este se caracteriza por participar únicamente con conferencias a nivel nacional, al igual que el caso del Dr. Zurita (que su participación se limita a la publicación en revistas de divulgación). Mientras que el Dr. Galindo, el Dr. Arias, la Dra. López y el Dr. Ramírez además de publicar en revistas de divulgación y hacer notas periodísticas, han incorporado la radio y la televisión como

medios para emitir conferencias y entrevistas. Incluso en el caso del Dr. Arias, éste ha incorporado el uso de blogs en internet.

Los Congresos son otra forma de socialización del científico, en donde el sentido de pertenencia se amplía y se liga a las redes de trabajo dentro de la comunidad. “Las comunidades disciplinarias no sólo mantienen relaciones cara a cara, sino que en ellas tienen un peso relevante las relaciones indirectas, a través de la discusión y conocimiento de la obra de los colegas y la creciente expansión de las posibilidades de colaboración mediante los nuevos medios tecnológicos disponibles en las sociedades contemporáneas, conformándose lo que Crane (1972) llamó colegios invisibles” (Grediaga, 2009: 40).

Algunos investigadores asisten a congresos en compañía de sus estudiantes más avanzados porque este tipo de eventos representan una oportunidad para sus estudiantes de establecer vínculos con otros investigadores consolidados dentro de su campo disciplinario. Lo cual es favorable, sobre todo para los que quieren realizar un doctorado y/o posdoctorado. No sólo por el aprendizaje que representan estas experiencias en la etapa formativa, sino porque empiezan a “fogearse” con la élite científica.

“... Hay muy poca gente que estudia virología en México, somos muy poquitos. Acabamos de tener un Congreso de Virología Mexicana y juntamos 120 personas con todo y estudiantes. Eso quiere decir que menos del 50% son investigadores, los demás son estudiantes... a esos tratamos de llevar a los estudiantes más avanzados. Como que los congresos son muy buenos para nosotros, pero también muy buenos para los estudiantes porque es donde haces contacto con gente en el exterior y esos contactos te sirven mucho. A mis estudiantes les ha servido mucho para que se vayan a hacer su posdoctorado. Entonces, siempre asistimos al Congreso Nacional de Virología y por mucho tiempo estuve yendo a los de *Howard Hughes* porque si te dan una beca de esas tienes la obligación de ir a esos congresos. Ahora también voy al de Virología de Estados Unidos y a otros...” (Ent.SL, 2011).

De los 12 investigadores, el mayor número de participaciones en Congresos lo tienen²⁸⁴: la Dra. Bravo (279 participaciones), el Dr. Arias²⁸⁵ (240 participaciones), el Dr.

²⁸⁴ Véase Cuadro 20 en la parte de anexos: “Participación en Congresos de investigación de los 12 investigadores entrevistados del IBT”.

²⁸⁵ El Dr. Arias tiene el mayor número de participaciones con la presentación de 232 ponencias; no obstante, al revisar los títulos de éstas me percaté de que sus participaciones estaban enfocadas al problema de la influenza en México (un momento coyuntural que dio pie a algunos especialistas en el tema a participar en diversos congresos, a tener una mayor participación en la parte de divulgación y difusión científica, así como publicar varios artículos sobre dicho problema).

Bolívar (203 participaciones), la Dra. Espín (184 participaciones), la Dra. López (165 participaciones) y el Dr. López Munguía (139 participaciones). Sin embargo, solo algunos investigadores destacan por tener un mayor número de conferencias magistrales; mientras que otros, tienen mayor participación en presentación de ponencias y/o posters. La asistencia y participación en Congresos de investigación (nacionales e internacionales) ha sido relevante en el desarrollo profesional de los entrevistados, ya que este tipo de eventos académicos representan espacios que dan lugar a la conformación de vínculos y/o redes de investigación con otros grupos o comunidades científicas. Lo cual podría derivar no sólo publicaciones, patentes o desarrollos tecnológicos, sino también fortalecer las condiciones para el desarrollo de una empresa. En el caso del Dr. Galindo, en un Congreso organizado por el CONACyT, conoció a unos fitopatólogos que estaban tratando de desarrollar compuestos o productos que pudieran atacar la antracnosis del mango. Entonces, estableció una colaboración con ellos (en la que se encargaría de la parte de ingeniería de bioprocesos). Y después de 10 años de colaboración con ellos, ahora ya tiene un producto que se está comercializando (un biofungicida que sustituirá a los fungicidas químicos, sin tener efectos residuales tóxicos). Este producto es de gran interés para los exportadores de mangos. Entonces, ya se cuenta con la patente de la UNAM y ya está en fases finales de negociación con una empresa que los va a comercializar (entre finales del 2011 y principios del 2012).

“... Es en los Congresos internacionales donde conoces a la gente; entonces, hay congresos específicos del área en donde la gente que trabaja en *Bacillus thuringiensis* siempre va. Por lo que acabas por conocerlos muy bien, los conoces físicamente y he tenido mucho contacto ahí con investigadores, cenas con ellos o platicas con ellos... Hay mucho contacto en esos congresos, eso es lo que ha permitido conocer realmente a la gente y seleccionar a los que han sido mis colaboradores. Entonces tengo un colaborador que se llama Sarjeet Gill que trabaja en la Universidad de California, con él tengo ahorita un proyecto en colaboración financiado por el Instituto de Salud de los Estados Unidos. Hemos trabajado juntos muchísimos años y yo lo seleccioné porque desde el principio me impresionó su manera de hablar y su trabajo tan bien hecho...” (Ent.AB, 2011).

Los investigadores también tienen la tarea de establecer vínculos con otros grupos, asociaciones y/o comunidades científicas (además de ser un requisito que deben cubrir en las evaluaciones académicas), que los hace participar como miembros en diversas actividades. Para los investigadores entrevistados, además de atender

eficazmente diversas actividades académicas también se sienten responsables de desarrollar la ciencia en México y así poder influenciar o convencer a los políticos de que es necesario hacer más investigación de calidad. Sin embargo dicha labor no es una tarea fácil, ya que el sistema político mexicano es propenso al hermetismo y no a la permeabilidad, una arena política en la que impera una dinámica de intermediación y control, más que de consulta y diálogo (Moreles, 2010). Por este motivo, en la relación entre investigación y política y en la toma de decisiones, tienden a prevalecer los contactos informales y las afinidades sobre los temas de la agenda.

Entonces, para poder participar en ciertos espacios de toma de decisiones relevantes en el campo de la ciencia, los investigadores deben formar parte de una élite científica²⁸⁶. Esto ha generado que la comunidad científica se organice en grupos de interés para que, a través de organismos como la Academia Mexicana de Ciencias y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, puedan establecer una relación con la esfera política y tener cierta influencia en la definición o diseño de políticas o agendas de investigación²⁸⁷. Por ejemplo, el caso del Dr. Possani, quien es miembro de ocho asociaciones o gremios científicos entre las que se encuentran: la Sociedad Internacional de Toxinología, la Sociedad Mexicana de Bioquímica, la Academia de Ciencias Latinoamericana y la *American Association for Advancement of Science*, entre otras, le ha permitido de alguna forma estar de cerca de los procesos de tomas de decisiones y evaluación relevantes dentro del campo científico en el que desarrolla su trabajo.

La participación de investigadores en la toma de decisiones políticas se explica a partir de: “1) la reputación científica de los sujetos (calidad y experticia de la investigación realizada); 2) la postura que asumen respecto a los temas de la agenda y sobre iniciativas precisas, así como sobre su participación en la política; 3) la oportunidad con que difunden su trabajo o interactúan con algunos actores; y 4) las recomendaciones personales entre colegas y entre investigadores y funcionarios, que parece ser el elemento que ha tenido mayor peso en este tipo de nexos entre

²⁸⁶ “De acuerdo con (Dumoulin y Riviére, 2008), la organización en redes y/o colegios invisibles parecería caracterizar la operación e interacción de los grupos de expertos, entre los cuales, sin duda, podemos ubicar a los científicos y los académicos, y éstas funcionan: a) como forma de circulación de la información especializada; b) como agregación de individuos bajo una misma denominación para lograr su visibilidad hacia el exterior y acumular colectivamente legitimidad; c) como coordinación de actividades basada en la mediación/traducción y multiposicionalidad de miembros de diferentes situaciones sociales y sus organizaciones (esferas académica, política, mediática, asociativa, entre otras)” (Grediaga, 2009: 44).

²⁸⁷ Las agendas de investigación son “un conjunto de preocupaciones socio-cognitivas que se mantienen a lo largo de un período, y que se van articulando en decisiones respecto de los temas de investigación, los dispositivos técnicos y el contenido cognitivo de los trabajos” (Kreimer, 2007: 465).

investigación y política” (Moreles, 2010:47). En el caso del IBt, varios de sus miembros participaron en el proceso de elaboración de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM). Lo cual no hubiera sido del todo posible si éstos no formaran parte de la Academia Mexicana de Ciencias²⁸⁸. Ésta ha sido su participación más relevante en asesorías para el desarrollo de políticas en torno a la ciencia, que fue una iniciativa del Dr. Bolívar y reunió un grupo de investigadores de muy alto nivel de diferentes instituciones (que se denominó Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias) para que en colaboración con los Diputados se elaborara la iniciativa de Ley de Biodiversidad de Organismos Genéticamente Modificados. Sin embargo esa experiencia no fue del todo satisfactoria, ya que los diputados no tienen la mínima idea de lo que implica y después de una ardua labor de hacerles entender algunas cosas, éstos son remplazados por otros y todo el trabajo previo hecho con ellos se pierde y hay que empezar a trabajar de nuevo con los remplazos. Para el IBt dicha experiencia resultó frustrante porque el gobierno mostró poco interés en la opinión de expertos en el campo científico, aunque al final la iniciativa se volvió Ley. Esto refleja la mala situación de la ciencia en el país porque la mayoría de las veces no se le toma en cuenta a la comunidad científica en asunto relevantes y el gobierno toma decisiones sin ser expertos en algunas cuestiones.

“... El Dr. Bolívar hizo mucha labor cuando estuvo lo de la Ley de seguridad en México y nos invitó a muchos investigadores y yo estuve participando y sigo participando todavía por estar en la CIBIOGEM para hablar con los diputados y con los senadores. Me ha tocado ir a la cámara y platicar con ellos y darles pláticas de qué significan las plantas transgénicas y qué significa *Bacillus thuringiensis*, para convencerlos de que es una tecnología buena y convencerlos de que hay que seguir haciendo más investigación. Y que en México se requiere mucho más apoyo para la ciencia porque actualmente no es suficiente y estamos dejando que alumnos buenísimos se vayan y no es justo para México, el que los formó fue México y ya que son perfectos y buenísimos se van. Entonces deberían de quedarse y deberían de fortalecer a las universidades, la industria privada también debería invertir más. Parte de nuestra labor como investigadores reconocidos y de prestigio, que seamos suficientemente jóvenes para poder hacer que cambien algunas cosas en México” (Ent.AB, 2011).

²⁸⁸ “... Es importante comentar las alianzas que se han establecido entre la élite científica a través de la AMC y el poder legislativo, en particular con algunas fuerzas partidarias, particularmente por lo que se refiere a la asignación del presupuesto federal... Actualmente en México, la definición de políticas se extiende a la participación de actores muy heterogéneos, producto, en gran parte, del proceso de democratización que experimentó el país en los últimos seis años... Para que la comunidad científica pueda continuar ejerciendo su control sobre la definición de las políticas en este campo, resultan indispensables sus alianzas y redes con el poder político...” (Casas, 2004: 102).

Todo el tiempo los investigadores son sometidos a los mecanismos de evaluación tanto individuales como colectivos. Los investigadores del IBt están sometidos a distintos mecanismos de evaluación (formales e informales) por el simple hecho de desarrollar actividades de docencia e investigación y formar parte una Institución. De manera individual, son sometidos a mecanismos de evaluación individual, tales como el SNI, el CONACyT y el PRIDE (cada 3 años); por los que reciben donativos e incentivos económicos. Lo cual es necesario conseguir para desarrollar sus proyectos de investigación ante los problemas de financiamiento que enfrenta el Instituto. Por otro lado, desde hace 5 años, el desempeño que tienen como líderes de grupo de investigación es evaluado por medio de una reunión anual ante el Consejo Interno y la comunidad del IBt. En la cual, la mitad de los investigadores del Instituto presentan sus proyectos de investigación y el resto de los investigadores realizan aportaciones para mejorar su trabajo (y se toman decisiones de manera colegiada). Más que una evaluación individual es una evaluación de grupo, ya que se toman en cuenta los objetivos alcanzados por el grupo de investigación y el papel del líder para lograrlo. Esto como parte de la cultura de evaluación del IBt, por lo que se llevan a cabo reuniones donde participan sólo los líderes académicos y presentan su trabajo. Asimismo, cada fin de año, se realizan otras reuniones académicas de evaluación en la que la mitad de los investigadores presentan avances y logros ante toda la comunidad del Instituto y el resto de los investigadores realiza aportaciones para mejorar su trabajo (y se toman decisiones de manera colegiada).

Este tipo de evaluación podría ser denominada “Evaluación por pares en sistemas autorregulados”, cuando los pares actúan en el marco de agencias autónomas representativas de los intereses de las instituciones que llevan adelante sus procesos de evaluación con el fin de mejoramiento a partir de criterios abiertos y confianza en el desempeño de los pares. “Estos criterios son producto de un acuerdo de la propia comunidad universitaria acerca de cómo interpretar los procesos. En este marco los pares emiten sus juicios y se valora su capacidad para brindar recomendaciones. Los problemas identificados en la actuación de los pares están asociados a la necesidad de mayor entrenamiento y al logro de un equilibrio adecuado entre criterios abiertos pero orientadores y pares libres para emitir sus juicios pero sobre la base de esos criterios” (Marquina, 2006: 93).

“Nos sometemos a evaluación cada vez que mandamos un proyecto, cada vez que mandamos un manuscrito a una revista nos evalúan, para renovar nuestros contratos nos evalúan... Sí, la universidad tiene un sistema de bonos de productividad, o sea, los ingresos de los investigadores vienen de tres fuentes: Del salario nominal, de los bonos de productividad y del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y son más o menos un tercio del salario de cada uno. Por eso, si yo decidiera jubilarme, me jubilaría con un tercio de mi salario, por eso nadie se jubila... porque los bonos ni el SNI entran en la jubilación. Ese es un problema grave en la infraestructura científica del país. Por ejemplo, para el Programa de Estímulos a la Productividad se nos evalúa cada determinado tiempo y depende del nivel de uno se puede evaluar cada 3 a 5 años. Entonces, ahí evalúan mi productividad, en el SNI también tiene uno que renovar su vigencia como miembro y si tú no produces te echan del SNI y ya no tienes ese tercio de ingresos. Entonces, una persona con mi mismo puesto, investigador Titular C, podría ganar un tercio de lo que yo gano si no tiene productividad y no le dan bonos o lo del SNI. Nadie llega a Titular C así, pero teóricamente es posible. Entonces, las evaluaciones son todo el tiempo, el CONACyT nos evalúa el posgrado con la efectividad de los estudiantes, de que se gradúen... cuántos estudiantes gradúo, cuántas publicaciones generó, cuántos recursos consiguió... Entonces, estamos siendo evaluados todo el tiempo por muchos mecanismos internos a la UNAM y externos a la UNAM...” (Ent.EG, 2011).

Los investigadores del Instituto, principalmente, se someten a evaluaciones cuando solicitan financiamiento o apoyo para desarrollar investigación (SNI, PAPIIT, CONACyT, entre otros). Sin embargo, también los investigadores se meten en la dinámica de ser evaluadores al participar o ser miembros de diversos Comités de evaluación para otorgar premios o participar en Comités Editoriales. La proliferación de organismos evaluadores denota la presencia de un interés gremial, debido al uso de la evaluación como mecanismo indirecto para la obtención de reconocimiento en algunas disciplinas (Díaz Barriga, 2005). No obstante, a pesar de que la evaluación pareciera ser una regla del juego para mantener una posición y obtener prestigio en el campo científico, los investigadores no están de acuerdo con la forma de evaluar. Incluso para algunos esto es un proceso subjetivo y cuestionable.

“... El objetivo central debe ser la calidad y no tanto los números. Por ejemplo, en el SNI nos miden más por el número que por la calidad de los artículos que publicamos... Yo mismo he sido miembro de la Comisión dictaminadora del SNI y he sido crítico de eso. Y debo decir que las comisiones sí toman en cuenta los aspectos cualitativos, aunque por el número de casos y la dificultad de las áreas debo decir que sigue siendo un criterio muy cuantitativo todavía... Y ahí vemos cómo hay gente que llega a ser Miembro SNI nivel III y no es sino a

base de muchas publicaciones, muchos estudiantes graduados y de lo que han hecho esos estudiantes, y del impacto que han tenido y la calidad de las revistas donde se publican esos artículos científicos...” (Ent.EG, 2011).

Por lo anterior, podemos decir que los distintos procesos de evaluación y regulación del trabajo académico generan valores y rasgos que enmarcan “el ideal científico” del IBt: 1) La consolidación, 2) el reconocimiento y 3) el prestigio. Para estos investigadores, un científico se consolida con el tiempo y tras años de constante y arduo trabajo. “La pasión y la vocación son sólo el primer paso, luego sigue un paciente y laborioso proceso de formación y construcción para incubar equipos de investigación exitosos dentro de un marco de políticas sostenidas y sustentables de estímulo y financiamiento para la investigación y el desarrollo” (Cuestas, 2011: 101).

En diversos estudios se ha documentado que la figura del investigador está altamente relacionada con el ideal de “reconocimiento”. No sólo es relevante la forma en que se desarrollan las actividades propias de un investigador, lo que también se busca es ser reconocido y certificado como tal por los pares, por una comunidad científica, que va desde los estímulos nacionales como el SNI, y el financiamiento de un proyecto, hasta la publicación de un artículo en revistas arbitradas internacionalmente y la comunicación de resultados en conferencias y congresos (Izquierdo, 2006). “El <<reconocimiento y la fama>> no son, como supone Merton, tanto una recompensa por <<haber hecho bien la tarea>>, lo cual está fundado en, y tiene como condición el seguimiento, por parte del científico, de reglas institucionales. Más bien, el reconocimiento y la fama que obtenga un laboratorio, gracias al conocimiento por él producido, se relacionan con factores que nada tienen de universales, y por lo tanto de comunes a todos los laboratorios de investigación, tales como el factor económico, el político, el cultural, los cuales varían de un país a otro, de un contexto social a otro...” (Hernández, 1994: 154-156).

Al respecto, los entrevistados mencionan que generalmente se suele obtener por medio de las publicaciones (como trabajo colectivo). Asimismo, los investigadores del IBt consideran que el prestigio se obtiene haciendo investigación de buena calidad y publicando en revistas de alta calidad (eso por la parte de Ciencia Básica). En la parte de desarrollo tecnológico, éste se logra a través de hacer ciencia de calidad y poner los productos en el mercado. De tal manera que no sólo los miembros del IBt obtienen reconocimiento, sino también el grupo y la institución son reconocidos a nivel nacional e internacional.

“Yo creo que el prestigio se gana con el rigor que uno le impone a su trabajo cotidiano, a los estándares de calidad que tiene para todo y cómo se comporta ante conflictos de interés y problemas de ética. En el campo académico, el prestigio se gana fundamentalmente con las publicaciones, publicando en las mejores revistas y que se vea que uno no hace la unidad mínima publicable... Entonces, un artículo puede estar publicado 5 veces; pero, sólo es uno. Uno se da cuenta cuando los colegas publican en las mejores revistas, con objetivos bien fundamentados... Ese es el prestigio científico. El prestigio personal se da con el actuar cotidiano en el sentido de que le dedica tiempo a sus estudiantes, le pone cuidado a las publicaciones, cuando uno participa y es crítico de las acciones colectivas. Así es como uno se gana un prestigio, con la trayectoria y que no sean sólo garbanzos de a libra sino que se vea que hay una trayectoria y quizás la otra forma en que yo creo que se gana el prestigio es la perseverancia. Cuando uno persiste en algo a pesar de los obstáculos y a veces a pesar de los colegas y del status quo, que en ese momento puede haber un rechazo fuerte a ciertas ideas, pero si uno cree que vale la pena tiene que actuar en consecuencia. La congruencia... ese es otro de los aspectos con los que uno gana prestigio, que sea congruente entre lo que dice y hace, entre lo que publica y su vida. Incluso hasta en su vida personal, hay gente que dice uno no puede tener prestigio académico si no hay prestigio personal... Eso es a lo que yo llamo prestigio, que las cosas que se hacen se hacen se hagan con calidad” (Ent.EG, 2011).

Entonces, la consolidación, el prestigio y el reconocimiento del científico dependen de varios factores. Por un lado, del capital científico invertido de manera individual y de las redes de personales y de conocimiento a lo largo de la trayectoria científica. Por otro lado, de un ambiente de trabajo adecuado, tecnología de punta, infraestructura, espacios y financiamiento del colectivo científico; pero sobre todo del tipo de organización del grupo de trabajo. Es decir, del trabajo organizado en grupos de manera abierta, colegiada y conformados por individuos capacitados que dan continuidad a las líneas de investigación (tradiciones científicas) y están abiertos a campos de conocimiento innovadores (investigación de frontera).

En suma, los miembros de un colectivo científico comparten valores asociados a los procesos de generación del conocimiento y criterios de evaluación de los resultados o productos de dichos procesos. Algunos aspectos dentro del proceso de generación de conocimiento que marca diferencias entre los miembros del colectivo científico son: la comunicación de resultados a sus pares y la densidad de las redes directas e indirectas de intercambio con los mismos; así como la participación activa en la producción y discusión de resultados de investigación. Lo cual se evidencia en las

publicaciones, certificados de invención, participación en comités editoriales y en el dictamen del trabajo de pares (Grediaga Kuri, 2000).

El liderazgo es clave para poder organizar y vigilar el cumplimiento de las distintas actividades que se desarrollan en el seno del Instituto. El líder se mueve en el marco de valores, propósitos y creencias que representan la cultura organizacional (o dinámica institucional) y su participación en el grupo de investigación contribuye a la consolidación del mismo. Es posible observar cómo sus trayectorias científicas se entrecruzan con la historia y cultura institucional y han generado un reconocimiento dentro de este campo científico tanto a nivel individual como colectivo.

En relación con el reconocimiento del grupo de investigación, los entrevistados consideran que éste es posible apreciarlo por medio de la contabilización del número de citas que tienen sus publicaciones; así como por las invitaciones que les hacen para participar en Congresos, en Comités de Evaluación, Comités Editoriales (nacionales y extranjeros), entre otros. Por otro lado, el prestigio y reconocimiento también se ven reflejados en las patentes y desarrollos científicos y tecnológicos que tiene cada uno de estos investigadores, por los cuales han recibido premios importantes dentro del campo de la Biotecnología²⁸⁹ (a nivel nacional e internacional). Por lo que el reconocimiento del grupo otorga prestigio al investigador de manera individual. Pero, finalmente, como el trabajo se hace en equipo; entonces, el prestigio que adquiere el investigador es en realidad reconocimiento para el grupo y para la propia Institución a la que pertenecen²⁹⁰.

Finalmente, la diferencia en la productividad de los científicos no sólo refleja las habilidades y capacidades individuales como investigador, sino también los modelos disciplinares de producción de conocimiento y las condiciones de trabajo en las que se encuentra insertado. De ahí que la variabilidad de las relaciones laborales, así como la disponibilidad de infraestructura y recursos con que cuentan los sujetos tienen efectos

²⁸⁹ Entre los numerosos reconocimientos que han recibido por su labor en la ciencia destacan los siguientes: Cuatro premios nacionales de Ciencias y Artes (1992, 1995, 2003, 2005 y 2014), nueve premios de la Academia Mexicana de Ciencias (1982, 1985, 1990, 1993, 1994, 2 en 1998 y 2001), seis premios UNAM, seis premios Universidad Nacional a Jóvenes Académicos (1989, dos en 2000, 2001, 2003 y 2007), un Premio Nacional al Mérito en Ciencia y Tecnología de Alimentos (1992), dos becas para las Mujeres en la Ciencia L'Oreal-UNESCO (2002 y 2007) y el Premio Scopus de Editorial Elsevier al mexicano más citado en el área de Bioquímica (2007).

²⁹⁰ "El prestigio académico se fundamenta entonces, en la excelencia científica o de saber y ésta se refleja en la demostración de ciertas competencias a través de: a) la calidad de las instituciones donde se ha educado la persona; b) el tipo de carrera profesional y experiencias profesionales que exhibe; c) las distinciones académicas que han recibido; d) el juicio que merece a sus pares, expresado por las instituciones a través de las cartas de recomendación; e) la producción científica demostrada y esperada; f) la calidad y características de su producción escrita y de los medios en que ha publicado" (Romero, 2005:9).

significativos en el establecimiento de redes, los resultados obtenidos y el reconocimiento dentro de las comunidades de referencia.

Conclusiones generales

Al partir de la idea de que el contexto cultural e institucional condicionan qué investigar y cómo hacerlo, es decir que la producción de un determinado conocimiento responde a actividades de investigación en contextos concretos (Kreimer, 2004), surgió la curiosidad por saber cómo nace un colectivo de investigación científica y qué factores institucionales y culturales favorecen la presencia de investigadores de prestigio y la consolidación de grupos de investigación.

A través de un estudio de caso, me interesó conocer qué factores contribuyen a la conformación y consolidación del Instituto de Biotecnología (IBt) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Para ello fue necesario conocer su cultura epistémica e institucional en intersección con las trayectorias científicas de algunos investigadores. A lo largo del desarrollo de este estudio se develaron resultados trascendentales en torno a la institucionalización de la Biotecnología, la creación del IBt, la formación académica y profesional de los científicos y los modos de producción de conocimiento de los grupos de investigación en un contexto institucional particular y un mandato institucional que demanda calidad y éxito. Lo que implicó indagar las relaciones entre lo micro-institucional y lo macro-institucional para poder entender el tipo de dinámicas y relaciones que los sujetos establecen (consciente o inconscientemente) dentro y fuera de la institución²⁹¹ (Remedi, 2000).

Este trabajo de investigación me permitió, por un lado, conocer algunas orientaciones culturales y mecanismos que los sujetos o grupos institucionales movilizan para dar sentido a las prácticas científicas en el IBt. Pero no sólo como un complejo marco simbólico predeterminado en una serie de reglas interconectadas de las que los sujetos derivan determinadas conductas para ajustarse a determinadas

²⁹¹ Las instituciones son consideradas como sistemas culturales, simbólicos e imaginarios, que cumplen con la función de sostener y estructurar la identidad de los sujetos. La identidad implica una construcción de identificaciones a partir de representaciones de la institución (o del grupo) con elementos simbólicos e imaginarios que interpelan a los sujetos. Pero no sólo se construye a partir de un conjunto de rasgos culturales, sino en el marco de relaciones, reacciones e interacciones sociales (Kaës, 1996; Fernández, 2005; Remedi, 2004 y Landesmann, 2006 y 2009).

situaciones, sino como un espacio intertextual donde existen ambigüedades e imprecisiones y donde la negociación es relevante para que los sujetos alcancen modos de actuar satisfactorios (Remedi, 2005a).

Por otro lado, me permitió conocer que la institucionalización de una disciplina es multifactorial, donde no sólo intervienen diversos factores del contexto económico, político y social sino también algunos aspectos de las trayectorias entrelazadas de los sujetos. Las adscripciones institucionales de origen tuvieron un papel trascendental, ya que imprimieron un sello particular a las tradiciones científicas del Instituto que, posteriormente, dieron paso a la conformación de nuevas áreas de conocimiento en el campo de la Biotecnología. Esto en correspondencia con los nuevos modos de producción de conocimiento que promueven un trabajo colaborativo entre los grupos pertenecientes a la academia, la empresa y el gobierno²⁹². Por lo que en el IBt se han ajustado las funciones tradicionales de investigación y se han establecido relaciones estrechas con el sector empresarial.

Asimismo, en el proceso de creación y consolidación del IBt ha sido imprescindible la participación de científicos reconocidos a nivel nacional e internacional. El Instituto se creó a partir de científicos líderes en el campo de la Biotecnología. Ese mito fundacional ha pasado por generaciones a través del relato del fundador, es decir, se ha creado una memoria institucional desde la voz del grupo fundador. Por lo que las generaciones más jóvenes (herederos del mandato fundacional) tienen la responsabilidad y compromiso de responder a los estándares de excelencia que la institución demanda²⁹³. De ahí que el imaginario institucional gira en torno al prestigio y reconocimiento de los grupos de investigación y, por ende, de la propia institución. Éste tiene un principio de excelencia²⁹⁴, un propósito colectivo en favor de un proyecto imaginado en la eficacia y excelencia que autorregula las

²⁹² “... Etkowitz y Leydesdorff insisten que los departamentos por disciplinas están convergiendo en nuevos caminos y al tiempo que mantienen las líneas de investigación tradicionales, los equipos universitarios están también orientándose cada vez más hacia la investigación industrial y a formas intermedias de investigación. Las universidades están generando una variedad de instituciones anexas que las vinculan con organizaciones económicas y sociales...” (Shinn, 2002:206).

²⁹³ “ Los nuevos modelos de <<*institución manager*>> en constante búsqueda del éxito, generan <<nuevos sujetos>> en la cartografía institucional, reconocidos como los *superman* y las *superwoman* de la investigación -los niveles de categorías más altos institucionales, los investigadores nacionales eméritos, etcétera-, modelos de trayectorias y *habitus* para nuevos yuppies institucionales, encarnados por algunos jóvenes investigadores que aprenden no sólo el oficio sino las mañas: los denominados *golden boys*, las nuevas promesas de continuidad, los príncipes académicos de las instituciones” (Remedi, 2006b: 79).

²⁹⁴ Cabe señalar que esto se refuerza con los sistemas de evaluación (internos y externos) a los que son sometidos los sujetos en el campo académico-científico.

trayectorias individuales y los grupos de investigación que conforman al Instituto (Remedi, 2006b).

Entonces a través de la indagación de los antecedentes históricos del IBt, se confirmó que la historia institucional es un elemento estructurante del funcionamiento de las instituciones educativas; es decir, un organizador de la vida de los sujetos que indica pautas, establece prioridades y propone estrategias en una organización (Fernández, 1998).

Entre otros hallazgos importantes...

La Biotecnología ha sido resultado de un proceso socio-histórico, resultado de la historia institucional y las relaciones sociales que los sujetos han construido alrededor de ésta²⁹⁵. Es importante considerar no sólo las transformaciones que la propia disciplina ha tenido históricamente y/o la situación actual de la misma, sino también la participación de los científicos como líderes académicos en la consolidación de los grupos de investigación del IBt.

La descentralización del Instituto tuvo un papel importante que le permitió tener mayor libertad para generar su propio modelo de gestión y alejarse de los núcleos fundacionales y poderes de origen de la vieja estructura de la UNAM. Aunque, instituciones como el Instituto de Investigación Biomédica y el Centro de Fijación de Nitrógeno de la UNAM (instituciones de adscripción previas del grupo pre-fundador y fundador) representaron una gran influencia en la definición de la misión, estructura y organización del Instituto. De ahí que la conformación de líneas de investigación que se crearon en un principio corresponde a aquellas líneas que cobraron mayor importancia en dichas instituciones y que, posteriormente, se consolidaron y dieron apertura a otras. Asimismo, los primeros grupos liderados por investigadores consolidados fueron conformados por estudiantes destacados que egresaron de los posgrados impartidos en el IBt. Esto nos habla de una fuerte endogamia académica.

Los cambios de organización y líneas de investigación han producido otras formas de trabajo (otras maneras de comprender y hacer ciencia). Lo cual ha tenido un impacto en las dinámicas y procesos de producción de conocimiento. La participación de los líderes académicos ha sido relevante, sus trayectorias de éxito se entrecruzaron

²⁹⁵ Los sentidos de la institución en función de las habituaciones siempre están marcados en la historicidad. Las tipificaciones recíprocas de acciones se construyen en el curso de una historia compartida. Sin historia compartida no hay construcción de tipificaciones de acciones (Remedi, 2005b).

para consolidar los grupos de investigación que conforman al IBt y así obtener el reconocimiento de pares tanto a nivel individual como internacional.

Los nuevos modos de producción del conocimiento en la sociedad globalizada han tenido impacto en los cambios de estructura y organización del Instituto. Podemos hablar de un proceso o tránsito de células académicas conocidas como grupos de investigación²⁹⁶ hacia los denominados consorcios de investigación. Éstos son una solución temporal ante la falta de espacio y la escasa contratación de investigadores jóvenes en el Instituto.

Con la creación de consorcios de investigación se fomentó el sentido de colegialidad en los grupos, promoviendo una estructura más horizontal (en los niveles superiores de la organización jerárquica) al interior de éstos. Dicha reestructuración no pretendió desaparecer a los grupos de investigación como la unidad básica de organización del Instituto, porque es una forma de organización exitosa que permite desarrollar líneas de investigación de excelencia y competitivas a nivel internacional.

Entonces, actualmente, algunos laboratorios están conformados por varios grupos para fortalecer la investigación en sus áreas de interés y optimizar el uso de la infraestructura, equipo y personal académico disponible. Podríamos decir que existe una “horizontalidad” entre los líderes académicos que trabajan como consorcio en un mismo laboratorio, al tomar decisiones de manera colegiada respecto al funcionamiento de sus respectivos grupos. Y paralelamente sigue existiendo una “verticalidad” en la estructura organizacional, ya que existe una estructura jerárquica cognitiva al interior de cada grupo de investigación. Es decir, el laboratorio es vertical por los saberes diferenciados y el trabajo dividido. Pero aún queda la duda sobre qué tanto pueden coexistir estos dos tipos de estructuras y formas de organización, ya que por el número de casos que se consideró para esta investigación no es posible generalizar.

La división del trabajo está delimitada por una organización departamental que da pauta al desarrollo de un trabajo colectivo, transdisciplinario y con libertad académica. Pero, finalmente, la estructura de cada grupo de investigación reproduce a escala el modelo jerárquico del Instituto y de la UNAM de acuerdo a la personalidad del líder académico.

²⁹⁶ “Los grupos de investigación son los depositarios fundamentales del proceso de reproducción del conocimiento, pues ahí se concentran las historias particulares de los individuos participantes, pero también la de las relaciones que se establecen con otros grupos, concretando una retroalimentación, que es la materia prima del grupo de trabajo. Es decir, los grupos son depositarios de la reproducción del conocimiento y de la organización del conocimiento, del saber y del poder” (Trujillo, 2002:244).

El trabajo realizado por los diversos grupos y consorcios del IBt ha derivado una fuerte productividad y cooperación de sus miembros, favoreciendo y estimulando el trabajo inter y transdisciplinario. Esto nos habla de la complejidad del tipo de investigación que realizan en el Instituto, la cual requiere del esfuerzo concertado de grupos de trabajo y consorcios que atienden el desarrollo de las distintas disciplinas que conforman la Biotecnología.

Por otro lado, en los laboratorios del IBt podemos encontrar una diversidad de estilos²⁹⁷, estructuras y formas de hacer ciencia. En los laboratorios, encontramos figuras académicas que no están instituidas y algunos nombramientos que no corresponden con las responsabilidades y las actividades que les son asignadas a sus miembros. Esto porque la falta de plazas hace que ingresen bajo un cargo que no corresponde con el rol que desempeñan en el laboratorio. Entonces, podemos decir que las figuras académicas y roles se están re-significando en los laboratorios. Al mismo tiempo se ha originado una ambigüedad en la definición concreta de éstas.

Cada laboratorio es un mundo, sus normas, condiciones de trabajo y valores varían al interior de éste. Pero se han identificado 2 aspectos básicos y constantes, que han formado parte del funcionamiento del grupo y del Instituto: 1) autonomía académica y libertad de investigación y 2) compromiso y lealtad con el grupo y la Institución. Esto se ve reflejado en la constancia y disciplina que han mostrado los investigadores del IBt en el quehacer científico. La ciencia no es una actividad de medio tiempo, se requiere de mucha dedicación y compromiso. Además dicho compromiso no sólo está plasmado en los resultados de su trabajo de investigación en el laboratorio que dirigen, sino también en la formación de sus estudiantes y/o futuros científicos.

Cabe destacar que para la consolidación de los grupos que conforman al IBt ha sido necesario establecer una estrecha relación con otros sectores. No sólo para obtener otras fuentes de financiamiento y para dar salida a sus patentes y/o desarrollos tecnológicos, sino como respuesta al nuevo modelo de producción de conocimiento que implica otras formas de organizar y hacer investigación científica. Los motivos de colaboración del IBt con otros grupos de trabajo son diversos: intercambiar cuestiones

²⁹⁷ "... El concepto de estilo institucional alude a: ciertos aspectos o cualidades de la acción institucional que, por su reiteración caracterizan al establecimiento como responsable de una cierta manera de producir, provocar juicios e imágenes, enfrentar y resolver dificultades, relacionarse con el mundo material, interpersonal y simbólico, mantener ciertas concepciones, etcétera... El concepto de estilo procura servir para dar cuenta de los aspectos dinámicos del funcionamiento institucional... Es una guía para entrelazar en el nivel institucional lo material y lo simbólico-imaginario" (Fernández, 1998: 41).

cognitivas (teorías y/o metodológicas), formar recursos humanos de alto nivel e intercambiar recursos materiales y económicos. En este sentido podemos hablar de una red productiva, que se construye a partir de la relación de actores (instituciones y grupos de investigación) que trabajan, financian y facilitan el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología sobre una temática e intereses compartidos (Orozco, 2006).

Se observó una fuerte relación entre el IBt y la industria farmacéutica. Era necesario un cambio en la estructura universitaria en sus distintos niveles para poder corresponder oportunamente a las interacciones con el sector empresarial. Esto mediante redes más horizontales en la estructura de la organización universitaria, para integrar los actores implicados en la relación y dirigir sus esfuerzos hacia aspectos relacionados con formas más eficientes de organizar y producir conocimiento. De esta manera se intentó superar una estructura y organización dominante y jerárquica. No obstante, la democratización de las funciones no garantiza por sí misma la auto-transformación, se requiere comprensión y aceptación de la responsabilidad compartida de la organización universitaria (Barreto, 2009).

El trabajo realizado por los diversos grupos del IBt ha derivado una fuerte productividad y cooperación entre sus miembros. Asimismo ha establecido diversas redes de colaboración con grupos de distintas Facultades, Institutos de la UNAM y otras instituciones que realizan investigación científica en el país y en el extranjero²⁹⁸. Esto responde a una forma de cooperación caracterizada por la multilateralidad, que se caracteriza por la participación de al menos tres países o instituciones distintas en un mismo proyecto científico. Lo que en el uso común se suele denominar consorcio²⁹⁹.

No obstante, las redes y las colaboraciones³⁰⁰ no sólo fueron necesarias para la consolidación de los grupos de investigación sino también para la consolidación de las trayectorias de los propios sujetos (tanto en la etapa formativa como en la laboral). Cabe mencionar que la movilidad y la obtención de grados en el extranjero son marcas fuertes en las trayectorias y el perfil de actividades científicas futuras.

²⁹⁸ Las redes internacionales de cooperación incluyen actores de diferentes países, revalorizando la multilateralidad en la cooperación y favoreciendo los procesos de internacionalización, co-desarrollo y transferencia internacional de tecnología (Sebastián, 2000).

²⁹⁹ “Los impactos de la nueva multilateralidad impulsada por las redes de cooperación internacional son muy amplios. Entre ellos, se puede destacar el fomento de la cultura de la cooperación entre los actores de los sistemas de innovación, incluyendo la revalorización de la cooperación horizontal sur-sur, la viabilización de objetivos en temas transnacionales, la internacionalización de los grupos de I+D, de las instituciones y de las empresas y la contribución a la articulación de una comunidad científica y tecnológica globalizada...” (Sebastián, 2000: 106).

³⁰⁰ Sobre todo, ante los nuevos modos de producción del conocimiento, se promueven diversas formas de trabajo colaborativo a través de la internacionalización de la ciencia y la multilateralidad.

Las características e influencias de las instancias de socialización donde desarrollaron sus trayectorias formativas y profesionales estuvieron impregnadas de tradiciones científicas y culturas disciplinarias del colectivo científico al que estaban inscritos. En el devenir de las trayectorias académicas, la influencia del lugar, el prestigio y el reconocimiento de quien fungió como asesor en la formación del sujeto fueron elementos clave en la trayectoria laboral. Otros elementos relevantes de los sujetos y grupos de investigación fueron las pautas de interacción y la inserción en las redes de las que formaban parte los mentores durante la etapa formativa. “Los trazos que van dejando las experiencias formativas y de iniciación en la vida profesional generan distintas formas de organizar la producción de conocimiento, vincularse con colegas dentro y fuera de las instituciones y optar por modos de experimentar la vida académica...” (Grediaga, 2012: 102).

Asimismo, cabe señalar que los procesos de socialización que tuvieron un mayor impacto en la formación del científico ocurren durante la inserción al primer laboratorio en la licenciatura y las estancias de investigación realizadas durante el posgrado. La mayoría coincide en el tipo de formación, valores e ideales recibidos durante la etapa de formación, ya que la institución de adscripción fue el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) y otras instituciones de referencia. El doctorado y posdoctorado fueron etapas de formación que dieron pie a una mayor autonomía y libertad académica de los sujetos, que conlleva a la consolidación no sólo de los grupos sino de sus propias trayectorias.

Los tutores tuvieron mucha influencia tanto en la elección de la carrera profesional (la licenciatura) como en la línea de investigación que, posteriormente, darían continuidad en el posgrado y en su trayectoria laboral. Esto debido a que los tutores les transmitieron “la pasión” por la investigación científica y guiaron su carrera profesional. Dicha pasión se expresa en la gran dedicación, esfuerzo y empeño que los científicos ponen en el desarrollo de sus líneas de investigación, tanto en condiciones favorables como en adversas. Los tutores de posgrado y posdoctorado de estos investigadores eran científicos de renombre, los cuales tuvieron una gran influencia en su formación y en las formas de trabajo que adoptaron y que, incluso, ahora éstos transmiten y/o reproducen con sus estudiantes.

Por otro lado, a lo largo de las trayectorias científicas, los individuos atribuyen diferente peso al desarrollo de las diversas actividades académicas según las instancias sociales de las que forman parte y a los procesos de evaluación a los que

son sometidos. Los liderazgos de investigación surgen de trayectorias individuales y de las relaciones establecidas en el medio científico, se sostienen por los vínculos grupales (dentro del laboratorio) y al interior del IBt gracias al funcionamiento de espacios colectivos y de una estructura de organización del laboratorio que faculta al líder de grupo para tener investigadores asociados y técnicos.

Los líderes académicos tienen mucha responsabilidad a su cargo, debido a que no sólo son los que guían la línea de investigación y coordinación de actividades dentro del laboratorio, sino que además su compromiso es velar por el desarrollo y la consolidación de su grupo de investigación. La trayectoria de los líderes académicos del IBt ha sido marcada por la Institución de adscripción previa, ya que desde ese momento los científicos empezaron a conformar los grupos de trabajo y a definir sus líneas de investigación. Por lo que el desarrollo de la Biología experimental ha sido relevante en el Instituto, ya que varios líderes académicos se formaron y laboraron en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (cuna de desarrollo de esa rama de la Biología) de la UNAM³⁰¹.

El liderazgo es clave para poder organizar y vigilar el cumplimiento de las distintas actividades que se desarrollan en el seno del Instituto. El líder³⁰² se mueve en el marco de valores, propósitos y creencias que representan la cultura organizacional (o dinámica institucional) y su participación en el grupo de investigación contribuye a la consolidación del mismo. Es posible observar cómo sus trayectorias científicas se entrecruzan con la historia y cultura institucional y han generado un reconocimiento dentro de este campo científico tanto a nivel individual como colectivo.

Finalmente, podemos decir que el IBt posee un sistema cultural que responde a una cultura académica y empresarial, donde la participación y cooperación son elementos importantes en la organización del trabajo científico. El Instituto es un colectivo de investigación científica emprendedor, de prestigio y calidad. Es

³⁰¹ Para la mayoría de los investigadores del IBt, la primera institución de adscripción laboral fue la UNAM. Una gran parte trabajó en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB), en el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN), que ahora es el Centro de Ciencias Genómicas (CCG) y en la Facultad de Química. Por otro lado, la inserción de los investigadores al mercado laboral se dio principalmente durante sus estudios de maestría y doctorado. Por lo que algunos ingresaron al IBT al egresar de la maestría (y posteriormente realizaron su doctorado dentro del Instituto), mientras que otros se incorporaron teniendo estudios de doctorado o posdoctorado.

³⁰² "... El que ocupa la posición de liderazgo puede también deificar alguna idea o un conjunto de ellas, un personaje referencial, acontecimientos del pasado, como una 'biblia' o un 'tótem' que hegemoniza el desarrollo de las actividades, asegurándose que el apoyo del grupo no exija sacrificios penosos, aunque opera de forma estancada y dogmática. ... El lugar del líder es preponderante dado que su acción es esencial para preservar al grupo al conducirlo contra el enemigo común o bien, crearlo cuando éste no existe; se espera por tanto, que reconozca el peligro y los enemigos, alentando a sus seguidores a demostraciones de valor y de autosacrificio..." (Remedi, 2008: 7-8).

considerado como una de las mejores instituciones a nivel Latinoamérica, con buenas condiciones laborales y conformado por científicos con una trayectoria consolidada y líneas de investigación de alto impacto. Sin embargo a través de esta investigación también se evidenciaron algunos problemas, principalmente, por la burocracia, el insuficiente apoyo económico y la falta de espacios que se traduce en falta de oportunidades para los científicos jóvenes. Dichos problemas no son tratados abiertamente porque los sujetos tienen un pacto denegativo con el grupo y la institución. Pero los problemas están presentes y de forma temporal se han implementado algunas soluciones. No obstante, con el paso del tiempo, las problemáticas tienden a agravarse. Entonces, ¿cómo resolver éstos sin romper con el imaginario institucional de excelencia? Esta es una de las incógnitas que queda por resolver.

Al realizar un balance sobre los logros alcanzados en esta tesis estoy consciente de que aún quedan varios aspectos por profundizar. Sin embargo, considero que esta tesis aporta varios elementos que pueden ser el punto de partida para estudios posteriores.

Bibliografía

+ Bibliografía consultada y citada en el documento:

- Aguado-López, Eduardo et al. (2009) "Patrones de colaboración científica a partir de redes de coautoría". *Convergencia*. Pp. 225-258.
- Alcántara, Armando (1995) "Algunas reflexiones sobre el desarrollo de la investigación científica en la UNAM dentro de los ámbitos latinoamericano y nacional" en Revista Perfiles Educativos, Octubre-diciembre, número 70. UNAM. México.
- Alvarado, María Eugenia, (2005) Desarrollo y Concepciones de Ciencia en la UNAM. Tesis de Doctorado, UNAM. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado, México.
- Álvarez, Germán (2004) Modelos académicos de Ciencias Sociales y legitimación científica en México. México, ANUIES.
- Amin, Ash y Patrick, Cohendet (2004) Architectures of knowledge. Firms, capabilities and communities. Oxford University Press. Oxford.
- Anguiano, C. S. (2007). "La familia desde la perspectiva de Pierre Bordieu", en: Kairos, Revista de Temas Sociales [En línea]. Universidad Nacional de San Luis, Argentina, disponible en <http://www.fices.unsl.edu.ar/~kairos/k01-02.htm>
- Arellano, Antonio (1991). La Institucionalización de las Ciencias de la Agricultura en México (una intervención sociológica). Universidad Autónoma del Estado de México, ISBN 968-835-100-8.
- Arellano, Antonio (2003) "La sociología de las ciencias y de las técnicas de Bruno Latour y Michel Callon" en Cuadernos digitales: Publicación electrónica en Historia, Archivística y Estudios Sociales. Vol. 8, núm. 23. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Arredondo, et. al. (1997) "Transición del modelo académico del posgrado en la UNAM. Estudio de casos sobre las prácticas y procesos de formación" en Revista de la Coordinación de Estudios de Posgrado, Año 13, Número 36-37. UNAM. Disponible en: http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/36_37/index.php
- Arredondo, Raúl (2011) La publicación: Un proceso fundamental en la investigación científica. La ciencia desde Morelos para el Mundo. Tomo I: Ciencia y Sociedad. Academia de Ciencias de Morelos- La Unión de Morelos. México.
- Barreto, Isabel (2009). Universidad - sector productivo: La relación necesaria en la sociedad del conocimiento. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.
- Bartolucci, Jorge (1994) La desigualdad social, la educación superior y sociología en México. UNAM. México.
- Becher, Tony (1989) Tribus y territorios académicos. Gedisa. Barcelona.
- Bertaux, D. (2005) Los relatos de vida. Perspectiva etnosociológica. Edit. bellaterra, España.
- Bourdieu (1997) Razones prácticas: Sobre la teoría de la acción. Anagrama. Barcelona.
- Bourdieu (2000) Cosas dichas", Gedisa, Barcelona, 2000.
- Bourdieu, Pierre (1983) "El campo científico", en Ortiz, R. (Org.). Bourdieu. Editorial Ática. San Paulo. Pp. 122-155.
- Bourdieu, Pierre (1987) "*Habitus, code, codification*", en Actes de la Recherche en Sciences Sociales, núm. 64.
- Bourdieu, Pierre (2003) El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad. Editorial Anagrama. Barcelona.
- Bozeman, B.; Dietz, J., y Gaughan, M. (2001). Scientific and Technical Human Capital: An Alternative Model for Research Evaluation International Journal of Technology Management, vol. 22 (7/8), Pp. 716-740.
- Brunner, J. J. (1983). Los intelectuales y las Instituciones de la Cultura. Tomo I. AM-AJAN. México.
- Cabrero, Enrique (1993) Innovaciones organizacionales exitosas en instituciones públicas". CIDE. México.

- Callon, Michel (1986) *"The sociology of an actor-network: The case of the electric vehicle"* en: Callon, M., Law, J., and Rip, A. (Eds.) *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*. Macmillan. London. Pp. 19-34.
- Callon, Michel (1998) « Defensa e ilustración de las investigaciones sobre la ciencia » en Jurdant, B. (Coord.) *Imposturas científicas. Los malentendidos del caso Sokal*. Madrid. Pp. 247-261.
- Callon, Michel (2003). "Laboratoires, réseaux et collectifs de recherché", en Philippe Mustar et Hervé Penan (eds). *Encyclopédie de l'innovation*. Economica. París.
- Campos López, Enrique y Luis Francisco, Ramos del Valle (2001) *De las perlas al collar: historias de la evolución del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA)*. Editorial CIQA. México.
- Campos, Miguel A. (1991) « Problemática sociocultural de la ciencia », en *Sociológica* 6 (16). Pp. 11-25.
- Capel, Horacio (1990) *Historia de la ciencia e historia de las disciplinas científicas*, Facultad de Filosofía y Letras UNAM. México.
- Carrillo, C. (1991) "La divulgación de la ciencia en un mundo fragmentado", en *Ciencias*. No. 46. Pp. 60-65. UNAM. México.
- Casas, Rosalba (1980) « La idea de comunidad científica: Su significado teórico y su contenido », en *Revista Mexicana de Sociología*. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Año XLI. Vol. XLII. Núm. 3. México.
- Casas, Rosalba (2004) « Ciencia, tecnología y poder. Élités y campos de lucha por el control de las políticas », en *Convergencia* No. 35. México. Pp. 79-104.
- Casas, Rosalba (2007) « Construyendo un paradigma de política científico tecnológica para México », en Calva, Jose Luis. Coord. (2007) *Educación, ciencia, tecnología y competitividad*. Editorial Porrúa. México. Pp. 137-230.
- Casas, Rosalba, et. al. (2000) « The building of knowledge spaces in Mexico. A regional approach to networking », en *Reserch Policy*, No. 29. Pp. 225-241.
- Casas, Rosalba. Coord. (1992) *La Biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas*. Departamento de Sociología (UAM-Azc.), Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM) e Instituto de Investigaciones Sociales (UNAM). México.
- Casas, Rosalba. Coord. (2001) *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, UNAM/ Anthropos Editorial. Barcelona.
- Castellón, Enrique (2006) "La cultura científica y la transición de la ciencia al mercado", en *Ars Medica, Revista de Humanidades*. Pp. 44-56.
- Clark, Burton (1991) "El sistema de educación superior: Una visión comparativa de la organización académica", en *Universidad Futura. Nueva Imagen*. UAM. México.
- Contreras, Minerva e Ismael Ledesma (2008) « El biólogo en México: vocación y profesión », ponencia presentada en *Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología (VII Esocite)*, en Rio de Janeiro en mayo de 2008. Consultado en : <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/36757.htm>
- Córdoba, Saray (2008), « Comunicación científica », en *Diálogos*, consultado en : http://www.vinv.ucr.ac.cr/girasol/index.php?option=com_content&task=view&id=189
- Cuche, Denys (1999) *La noción de cultura en las ciencias sociales*, Nueva Visión, Argentina.
- Cuestas, Eduardo (2011) *Estrategias para la formación y desarrollo de equipos de investigación exitosos*. Arch. Argent. Pediatr. Vol.109, No.2. Buenos Aires, Argentina. Pp. 100-102. ISSN 0325-0075.
- Cueto, M. (1989) *Excelencia científica en la periferia. Actividades científicas y actividad biomédica en Perú*. Lima, Grade-CONCyTEC.
- De la Cruz, G., et. al. (2006) "Modelo integrador de la tutoría. De la dirección de tesis a la sociedad de conocimiento", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. 11, No. 31. México.
- De Vries, W. & Álvarez, G. (1998). *El PROMEP, ¿posible, razonable y deseable?*, en *Sociológica*, No. 10. UAM-Azcapotzalco. México.
- Denzin N. (1989) *Strategies of Multiple Triangulation. The Research Act: A theoretical Introduction to Sociological Methods*.

- Díaz Barriga, A. (2005). Riesgos de la evaluación y Acreditación de la Educación Superior". Ponencia presentada en el Seminario Regional: Las nuevas tendencias de la Evaluación y la Acreditación en América Latina y el Caribe. IESALC – CONEAU. 6 y 7 de junio.
- Díaz, A. y Velasco, H. (1997) La lógica de la investigación etnográfica. Un modelo de trabajo para etnógrafos de la escuela. Ed. Trotta. Madrid, España.
- Didou, Sylvie y Eduardo, Remedi (2008a) De la pasión a la profesión: experiencias de grupos científicos exitosos en México. UNESCO-Juan Pablo, CINVESTAV. México.
- Didou, Sylvie y Eduardo, Remedi (2008b) Grupos científicos en México: los laberintos en su construcción. En: Gairín, J. y Antúnez, S. (Eds.) Organizaciones educativas al servicio de la sociedad. Memorias del X Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas. Vol. 1. Wolters Kluwer. España. Pp. 690-696.
- Didou, Sylvie y Etienne Gérard. Eds. (2009) Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. Perspectivas Latinoamericanas. IESALC-CINVESTAV-IRD. México.
- Dietz, J.S., Chompalov, I., et. al. (2000) Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: an exploratory assessment. *Scientometrics* 49 (3). Pp. 419–442.
- Domínguez Martínez, R. (1998) Cincuenta años de ciencia universitaria una visión retrospectiva. Coordinación de Humanidades-Coordinación de la Investigación Científica. UNAM. México.
- Ducoing, Patricia (Coord.) (1998) Sujetos, procesos de formación y de enseñanza– aprendizaje, Tomo I, México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, Centro de Estudios sobre la Universidad, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (ENEP-I), UNAM.
- Erickson, Frederick (1986) Métodos Cualitativos de investigación para la Enseñanza. Michigan State University.
- Fernández, Lidia (1998) "Crisis y dramática del cambio. Avances de investigación sobre proyectos de innovación educativa", en *Pensando las instituciones*, de Ida Butelman, 1998. Paidós. Argentina. Pp. 200 a la 238.
- Fernández, Lidia (1998). El análisis institucional en la escuela. Un aporte a la formación autogestionaria para el uso de los enfoques institucionales. *Notas teóricas*. Argentina. Paidós. Pp. 88-92.
- Fernández, Ana María (2002) El campo grupal. Notas para una genealogía. Primera edición, onceava reimpresión. Nueva visión, Buenos Aires.
- Fernández, A. (2009) "El constructivismo social en la ciencia y la tecnología: Las consecuencias no previstas de la ambivalencia epistemológica", en *Arbor*. Vol. CLXXXV. No. 738. Pp. 689-703.
- Fernández, Lidia (2005). *Instituciones Educativas. Dinámicas institucionales en situaciones críticas*. Paidós. Pp. 105-119.
- Ferreira, Miguel (2007) "Antropología de la ciencia: una investigación autobservacional del proceso de formación de los científicos", en *Revista de Antropología Experimental* 7, Universidad de Jaén. España. ISSN: 1578-4282.
- Ferreira, Miguel (2007) La vida antes del laboratorio. La construcción de los constructores de hechos científicos. «Monografías» núm. 239, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid. ISBN: 978-84-7476-428.
- Ferreira, Miguel (2008a) "El conocimiento científico como actividad: una aproximación sociológica a un sujeto singular", *Nómadas: Revista crítica de ciencias sociales y jurídicas* 19. Pp. 245-260. ISSN: 1578-6730.
- Ferreira, Miguel (2008b) "Metodología autobservacional: un caso práctico de investigación sociológica de la ciencia" en *Nómadas: Revista crítica de ciencias sociales y jurídicas* 19. Pp. 261-291.
- Follari, R. (1982) Interdisciplinariedad. Los avatares de la ideología. México, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- Frigerio, G., Poggi, M. y otros (1992) Las instituciones educativas. Cara y ceca. Troquel. Buenos Aires, Argentina.
- Gaillard, A. M., y Gaillard, J. (1997). The international mobility of brains: exodus or circulation? *Science Technology & Society*, Vol. 2, Pp. 195-228.
- Galaz Fontes, Jesús, et. al. (2008) "Los dilemas del profesorado en la educación superior mexicana", en *Calidad en la educación*, ISSN-e 0717-4004, N°. 28. Págs. 53-69.

- Garcés, Fernando (Coord.) (2005) La Biotecnología en México. Informe realizado por Trikarty e Hiperion Biotech. Génoma España.
- García Romero, A. (2000) El efecto de la estancia postdoctoral en la productividad científica. Universidad Carlos III, Documento de Trabajo 00-01. Madrid, España.
- García Salord, Susana (2001) "Las trayectorias académicas: De la diversidad a la heterogeneidad", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. VI, número II, enero-abril. COMIE. México. Pp. 15-31.
- García Salord, Susana (2003) "Los académicos en México: Hacia la constitución de un campo de conocimiento 1993- 2002", en Patricia Ducoing (Coord.) *Sujetos, actores y procesos de formación*. COMIE-SEP/ CESU-UNAM. Pp. 115-229.
- García Salord, Susana (2010) "El curriculum vitae: entre perfiles deseados y trayectorias negadas", en *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*. IISUE-UNAM/Universia, Vol. 1, núm.1. México. Pp. 103-119.
- García Salord, Susana; Tassinari A., Aideé y Ariana Hayde Vergara López (2005) "El currículum vitae: instrumento de presentación oficial del académico y de investigación de perfiles y trayectorias académicas. El caso de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM)", ponencia presentada en el VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa en la Universidad de Sonora. México.
- Gaviria Velasquez, Margarita María (2008) Knowledge management and communities of practice in research laboratories of the scientific center in Grenoble, France. *Rev. Interam. Bibliot*, July/Dec. Vol.31, no.2, Pp.45-78. ISSN 0120-0976.
- Geertz (1992) *La interpretación de las culturas*. Editorial Gedisa. Barcelona.
- Gerard, Etienne (2008) "¿Fuga de cerebros o "doble movilidad"? Un análisis de las implicaciones de la migración de estudiantes marroquíes hacia Francia y su inserción profesional en Marruecos", *Revista de la Educación Superior, ANUIES*. Vol. XXXVII (4), No. 148, Octubre-Diciembre. Pp. 87-99.
- Gerard, Etienne y Estela Maldonado (2009a) "Polos de saber y cadenas de saber. Impactos de la movilidad estudiantil en la estructuración del campo científico". *Revista de Educación Superior*. Vol. XXXVIII (4). No. 152. Octubre-diciembre. Pp. 49-62.
- Gerard, Etienne y Rocío Grediaga (2009b) "¿Endogamia o exogamia científica? La formación en el extranjero, una fuente de influencia en las prácticas y redes científicas, en particular en las ciencias duras". En Sylvie Didou y Etienne Gérard (Eds.) *Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. Perspectivas Latinoamericanas*. IESALC-CINVESTAV-IRD. México. Pp. 137-160.
- Gil, A., et. al. (1994) *Los rasgos de la diversidad: un estudio sobre los académicos mexicanos*. UAM-A. México.
- Gil, M. et al. (1994) *Los Rasgos de la Diversidad: un estudio sobre los académicos mexicanos*. UAM-Azcapotzalco. México.
- Giménez, Gilberto (2004), "Culturas e identidades" en *Revista Mexicana de Sociología*, Vol. 66, Número especial (Oct., 2004), UNAM. Pp. 77-99.
- Giraldo Marin, Lillyana María y Luis Fernando, Atehortua Correa (2010) *Communities of practice: a strategy for democratization of knowledge in organizations*. *Rev. ing. univ. Medellín*. Vol.9, No.16.Pp.141-150. ISSN: 1692-3324.
- Gläser, Jochen (2001) *Macrostructures, careers and knowledge production: a neoinstitutionalist approach*. *International Journal of Technology Management*. Vol. 2, No. 7-8. Pp. 698-715.
- González Ramos, Ana (2011) *Atrayendo talento: Estrategias de movilidad de los profesores altamente cualificados en España*, en *Sociología y Tecnociencia*, No. 1, Vol. 2. Pp. 72-87.
- Grediaga Kuri, Rocío (2000) *Profesión académica, disciplinas y organizaciones. Procesos de socialización y sus efectos en las actividades y resultados de los académicos mexicanos*. ANUIES, México.
- Grediaga Kuri, Rocío (2007) "Redes intelectuales transnacionales. Formas de conocimiento académico y búsqueda de identidades culturales, de Christophe Charle, Jürgen Schriewer y Peter Wagner". *Sociológica*, núm. 65, Vol. 22. Septiembre-Diciembre. UAM, México. Pp. 287-294.

- Grediaga Kuri, Rocío (2009) "Redes y producción de conocimiento", en Reencuentro, Núm. 55, agosto 2009, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. México. Pp. 44-57.
- Grediaga Kuri, Rocío (2011) "El papel de pares y publicaciones periódicas en la validación del conocimiento científico", en Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol. 16, No. 48, Pp. 7-14.
- Grediaga Kuri, Rocío (Coord.) (2012). Socialización de la nueva generación de investigadores en México. ANUIES, México.
- Grossetti, Michel (2007) "Reflexiones en torno a la noción de red". *Redes*, num. Julio. Pp. 85-108.
- Guber, Rosana (2001) La etnografía: Método, campo y reflexividad. Grupo Editorial Norma. Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez, Norma (2003) "La producción de conocimiento en red entre la academia y la empresa. El caso de la Unidad Saltillo del Cinvestav", en: Luna, Matilde (Coord.) Itinerarios del conocimiento: formas, dinámicas y contenido. Un enfoque de redes. Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM. Anthropos.
- Hagstrom, W. (1965) "The Scientific community", New York, Basic Books.
- Hagstrom, W. (1980) "El don como principio organizador de la ciencia", en Barnes, B. (Compilador) Estudios sobre sociología de la ciencia. Alianza Editorial. Madrid. Pp. 103-118.
- Hamui Sutton, Mery (2005) "Procesos de Conformación y Consolidación de Grupos de Investigación: Factores materiales y simbólicos que convocan y dan sentido a los grupos". Tesis de doctorado. COLMEX, México.
- Hamui Sutton, Mery (2007) "Lo cognitivo y lo social en la publicación de resultados de investigación en grupo", en Sociológica, Año 22, No. 65. México. Pp. 129-155.
- Hamui Sutton, Mery (2008) "La identidad en la conformación del ethos: el caso de un grupo científico de investigación sobre relaciones internacionales de una institución de educación superior". *Estudios Sociológicos*. Vol. XXVI, enero-abril. Pp. 87-118.
- Hamui Sutton, Mery (2010) "Estructura de organización en la trayectoria de dos grupos de investigación científica de Ciencias Básicas de la Salud en la generación de conocimiento". Revista Mexicana de Investigación Educativa. Julio- septiembre. Vol. 15, No. 46. Pp. 713-738.
- Heras Montoya, L. (1997) Comprender el espacio educativo. Investigación etnográfica sobre un Centro Escolar de Málaga. Ed. Aljibe. Granada, España. Capítulo III. Pp. 109-132.
- Hernández, Carlos y Juliana, López (2002) Disciplinas. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). ARFO Editores. Colombia.
- Herrera, Noé (2011). Historia, cultura, rol y sufrimiento. Análisis del instituto de educación media superior del gobierno del distrito federal (IEMS). Ponencia presentada en el XI Congreso Nacional de Investigación Educativa. COMIE. México.
- Hernández, Valeria (1994) "¡Eureka, un paper! Producción, propiedad y autoría científica". *Redes*, núm. Septiembre. Pp. 145-158.
- Hodara, J. (1997) Ciencia y neoliberalismo en América Latina. Estudios Interdisciplinarios de América Latina y el Caribe. Universidad de Tel Aviv. Vol.7 N° 2.
- Hodara, J. (2003) Ciencia en la periferia de la periferia: hacia la formación de colegios virtuales, en: Estudios Interdisciplinarios de América Latina y el Caribe., Vol.14, N° 1. Universidad de Tel Aviv.
- Hurlbert, Jeanne (1991) Social Networks, Social Circles and Job Satisfaction. *Work Occupations*. Vol. 18, No. 4.
- Izquierdo, Isabel (2006) "La formación de investigadores y el ejercicio profesional de la investigación: el caso de los ingenieros y físicos de la UAEM", en *Revista de la Educación Superior*, Vol. XXXV (4), octubre-diciembre. Pp. 7-28.
- Jaso Sánchez, Ma. (2007) Los instrumentos del evaluador de política científica y tecnológica: hacia la construcción de metodologías adecuadas a la realidad latinoamericana. *Gaceta* 2 (28).
- Johnson, H. G. (1968). An «Internationalist model». En Adams, W. (ed.), *The Brain Drain*, Chapter 5, Pp. 69-91.

- Knorr-Cetina, Karin (1982) "Scientific Fields or Transepistemic Arenas of Research?" en *Social Studies of Science*, Vol. 12.
- Knorr-Cetina, Karin (1996) "¿Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia". *REDES* 3 (7). Pp. 129-160.
- Knorr-Cetina, Karin (2003) *Epistemic Cultures*. Cambridge, Massachusetts, London, England, USA Harvard University press, 3d printing.
- Knorr-Cetina, Karin (2005) *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.
- Kreimer Pablo y Zabala, Juan (2007) "Producción de conocimientos científicos y problemas sociales en países en desarrollo: la enfermedad de Chagas en Argentina". En *Nomadas-CLACSO*, No. 26.
- Kreimer, Pablo (1995) "Reseña de "Handbook of Science and Technology Studies" de Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J. y Pinch, T. (comps.)" en *Redes*. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Pp 181-187.
- Kreimer, Pablo (1998a) "Migración de científicos y estrategias de reinserción", en Charum J., Meyer, J. B., *El nuevo nomadismo científico. La perspectiva latinoamericana*. Escuela Superior de Administración Pública. Bogotá, Colombia.
- Kreimer, Pablo (1998b) *Publicar y castigar: El paper como problema y la dinámica de los campos científicos*, *REDES*, Vol. 4, No. 12. Pp. 51-73.
- Kreimer, Pablo (2002) *Estudiar los laboratorios de investigación científica: las dificultades para la comparación centro-periferia*. En Ziller, Carlos y Ana Ribeiro: *Coleção Estudos da História da Ciência*, Vol.1. Editora: Parreira MAST / MCT / SBHC, Rio de Janeiro.
- Kreimer, Pablo (2003) *Conocimientos científicos y utilidad social*. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Año XIV, No. 26.
- Kreimer, Pablo (2004), "El conocimiento, según el país que investiga: ¿Y si el ADN lo hubieran propuesto los chinos?" *Clarín*, consultado en: <http://www.clarin.com/diario/2004/10/18/conexiones/t-851688.htm>
- Kreimer, Pablo (2007) "Ciencia en la Universidad: Dimensiones locales e internacionales", en *Actos de Investigación en Educación*. Vol. 2, No. 3. Pp. 461- 485.
- Kreimer, Pablo (2009) *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Colección "Ciencia que ladra...". Editores Siglo Veintiuno. Argentina.
- Kreimer, Pablo (2010) *Ciencia y periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la Biología molecular en la Argentina*. Eudeba. Buenos Aires, Argentina.
- Kreimer, Pablo (2011) "La evaluación de la actividad científica: desde la indagación sociológica a la burocratización. Dilemas actuales", en *Propuesta Educativa*, No. 36, Año 20, Vol. 2. FLACSO-Argentina. Pp. 59-77.
- Landesmann, Monique (2001) *Trayectorias Académicas generacionales: Constitución y diversificación del oficio académico. El caso de los bioquímicos de la Facultad de Medicina*.
- Landesmann, Monique (2001a) "Las historias de vida; una aproximación al estudio de las trayectorias académicas" en Rivera Torres María Cristina et al: *Investigación educativa. Algunas formas de aproximación*. UNAM- Iztacala.
- Landesmann, Monique, et. al. (2009) *Memorias e identidades institucionales. Fundadores y herederos en Psicología Iztacala*. Juan Pablos Editor-UNAM. México.
- Latour, Bruno (1983) "Dadme un laboratorio y levantaré el mundo" en: www.oei.org.co/cts/latour.htm
- Latour, Bruno (1987) *Ciencia en acción*. Editorial Labor. Barcelona.
- Latour, Bruno (1992) "*Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts*", en Bijker, W. and Law, J. (Edits.) *Shaping Technology/ Building Society*. USA, MIT press. Pp. 225-258.
- Latour, Bruno (2001) *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Gedisa. Barcelona, ISBN: 84-7432-787-3.
- Latour, Bruno y Steve, Woolgar (1995) *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.

- Law, J. (1989) "Le laboratoire et ses réseaux" en Callon, M. (ed.), *La science et ses réseaux. La découverte*, Paris. Pp. 117-148.
- Lennings, David y Stuart Wattam (1996) *Toma de decisiones. Un enfoque integrado*. Continental. México.
- Lomnitz, Larissa (2009) "La Formación del Científico En México: Un Estudio de Caso en Investigación Biomédica Básica de la UNAM", en Vessuri, Hebe (2009) *Conocimiento y Necesidades de las Sociedades Latinoamericanas*, Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas), Venezuela.
- Lomnitz, Larissa (2004) *La formación del artista visual en México*. Editorial IIMAS-UNAM. México.
- Lomnitz, Larissa (2005) *Imaginación y educación o la formación del científico bioexperimental en la UNAM: Un estudio de caso*. Documento presentado en el Segundo Encuentro de Auto-estudio de las Universidades Públicas Mexicanas, del 7 al 11 de febrero de 2005. CEIICH-UNAM. México.
- Lomnitz, Larissa (2006) "La formación del científico en México: Un estudio de caso en Investigación Biomédica Básica de la UNAM", en Vessuri, H. (Coord.) *Conocimiento y necesidades de las sociedades de América Latina*. IVIC-UNESCO. Caracas, Venezuela.
- Lomnitz, Larissa (2008) *Lo formal y lo informal en las sociedades contemporáneas*. Centro de Investigaciones Diego Barros Arana. Chile. Pp. 136-181.
- Lomnitz, Larissa y Jacqueline Fortes (1981) "Ideología y socialización: el científico ideal", en *Relaciones*, Vol. II, Núm. 6. Pp. 41-64. Guadalajara, México.
- Lomnitz, Larissa y Jacqueline Fortes (1991) *La formación del científico en México*. Siglo XXI Editores. México.
- López Leyva, Santos (2010) "Cuerpos Académicos: Factores de integración y producción de conocimiento", en *Revista de Educación Superior*. Vol. XXXIX (3), No. 155. Pp. 7-25.
- López Yáñez, J. y Sánchez Moreno, M. (2004) *La cultura institucional*. En Moreno Olmedilla, J.M. (Coord.) *Organización y gestión de centros educativos*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, pp. 125-159. ISBN:84-362-4994-1.
- Lynch, Michael (1985) *Art and Artifact in laboratory science*. Melbourne and Henley, Edit. London.
- Lynch, Michael (1993) *Scientific practice and ordinary action: ethnomethodology and social studies of science*. New York: Cambridge University Press.
- Maldonado, Alma (2005) *Comunidades epistémicas: Una propuesta para estudiar el papel de los expertos en la definición de políticas en Educación Superior en México*. *Revista de la Educación Superior*, ANUIES, Vol. XXXIV (2), Núm. 134, abril-junio. México. Pp. 107-122.
- Manassero, M., et. al. (2001) *La evaluación de las actitudes CTS*. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Consultado en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo11.htm>
- Mannheim, Karl (1990) *Le problème des dénèrations*. Nathan. París, Francia.
- Marmolejo, Francisco (2009) "Redes, movilidad académica y fuga de cerebros en América del Norte: el caso de los académicos mexicanos", en Didou, Sylvie y Etienne Gérard (Eds.) *Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. Perspectivas Latinoamericanas*. IESALC-CINVESTAV-IRD. México. Pp. 137-160.
- Marquina, Mónica (2008). *Académicos como pares evaluadores en el sistema argentino de evaluación de universidades: diez años de experiencia*. *Revista de la educación superior*, 37(148), Pp. 7-21.
- Marquina, Mónica. (2006). *La evaluación por pares en el escenario actual de aseguramiento de la calidad de la educación superior*.
- Merton, R. (1977) *La Sociología de la ciencia*. Vol. 2. Editorial Alianza. Madrid.
- Meyer, Jean Baptiste; Ksaplan, David y Jorge Charum (2001), *El nomadismo científico y la nueva geopolítica del conocimiento*, UNESCO, París.
- Miller, David (1972) *La estructura de las decisiones humanas en administración*. Herrero Hernández, Sucesores, México.
- Molina, José Luis; Muñoz Juan Manuel; Domenech, Miquel (2002) "Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de coautorías". *Redes: Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

- Morales, Zepeda Francisco (2007) *El Impacto de la Biotecnología en la Formación de Redes Institucionales en el Sector Hortofrutícola de Sinaloa, México*. Universidad de Barcelona, Barcelona, España.
- Moreles, Jaime (2010) "Científicos y políticos. Aproximación a las experiencias de investigadores educativos en la toma de decisiones políticas", en *Revista de la Educación Superior*. Vol. XXXIX (3), No. 155. Pp. 43-58.
- Mullins, N. (1972) "The Development of Scientific Speciality: the Phage Group and the Origins of Molecular Biology", *Minerva*, 19 (1), Pp. 52-82.
- Núñez, J. (1999) "Comunidades científicas, retos y paradigmas", en *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. <http://www.campus-oei.org/salactsi/nunez06.htm>, consultada en noviembre del 2010.
- Olivé, L. (1990) "Ciencia, científicos e identidad cultural", entrevista realizada por Osvaldo A. Reig en *Ciencia Hoy*, diciembre 1989-enero 1990. Vol. 1, núm. 5. Buenos Aires, Argentina.
- Olmeda-Gómez, Carlos; et. al (2005) "Medir y evaluar la excelencia de la investigación científica: Retos y soluciones", ponencia presentada en el X Encuentro Internacional sobre Sistemas de Información y Documentación celebrado en España, del 2 al 4 de noviembre.
- Orozco, Luis y Diego, Chavarro (2006). *De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales. Análisis de la biotecnología para el estudio de comunidades científicas en el marco de los programas nacionales de ciencia y tecnología*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). Colombia.
- Oyarzun, Roberto (2007) "Ciencia, revistas científicas y el Science Citation Index: Cómo volvernos locos a golpe de números", en *Ciencia y Sociedad*, consultado en: www.aulados.net
- Pacheco Méndez, Teresa (1994). *La organización de la actividad científica en la UNAM, CESU-UNAM, México*.
- Patalano, Mercedes (2005) "Las publicaciones del campo científico: Las revistas académicas de América Latina", en *Anales de Documentación*, Núm. 8. Pp. 217-235. Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina.
- Pérez Gómez, Á. (1998) *La cultura escolar en la sociedad neoliberal*, Madrid, Morata.
- Piña, J. M. (2000) "El proceso de socialidad y de vida académica", en Sánchez Puentes, R. y M. Arredondo (Coords.), *Posgrado de Ciencias sociales y humanidades. Vida académica y eficiencia terminal* (pp.82-84). México: Universidad Nacional Autónoma de México-Plaza y Valdés.
- Piña, J. M. (2004) "El proceso de socialización en algunos programas de posgrado de ciencias experimentales de la UNAM", en Arredondo, M. (Comp.), *Campo científico y formación en el posgrado*. Universidad Nacional Autónoma de México-Plaza y Valdés. México. Pp. 96-97.
- Polanyi, M. (1966) *The Tacit Dimension*. Doubleday & Company.
- Portes, Alejandro (1999) "Capital Social: Sus orígenes y aplicaciones en la sociología moderna" en J. Carpio y I. Novacovsky (Comp.) *De Igual a Igual. El desafío del Estado ante los nuevos problemas sociales*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires, Argentina.
- Portes, Alejandro (1999) "Capital Social: Sus orígenes y aplicaciones en la sociología moderna" en J. Carpio y I. Novacovsky (Comp.) *De Igual a Igual. El desafío del Estado ante los nuevos problemas sociales*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires, Argentina.
- Quintana, Cristina y Carlos, Benavides (2004) "Sistemas Nacionales de Innovación Biotecnológica. Una comparación internacional" en *Revista Asturiana de Economía*, No. 30. España.
- Quintero, Rodolfo (2007) «Situación de la biotecnología y genómica en México: investigación, formación de recursos humanos e industria», en Calva, José Luis. Coord. (2007) *Educación, ciencia, tecnología y competitividad*. Editorial Porrúa. México. Pp. 214-230.
- Quintero, Rodolfo y Rosa Luz, González Aguirre (2008) "Biotecnología e innovación en México, ¿Por qué ha pasado tan poco?" en Martínez, A y P. López de Alba (Eds.) "Memorias del Congreso Sistemas de innovación para la competitividad 2008", Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, Guanajuato. Agosto, 2008.

- Quiroga, Sergio (2005) "Ciencia, Redes y Sociedad" en Razón y palabra, Núm. 43, ISSN 1605-4806.
- Rehault, Jean Paul (1975) Introducción a la teoría de las decisiones con aplicaciones a la administración. Limusa. México.
- Remedi, Eduardo (1998) La formación docente a fines de los noventa. Signos para un debate. En La Formación Docente en los Noventa. México: UNESCO-OREALC.
- Remedi Allione, Eduardo (2000) La institución de la Universidad y la construcción de identidades. Conferencia dictada en el marco del seminario "Situaciones y dispositivos institucionales de la formación", coordinado por la Lidia Fernández, en agosto del 2000. Especialización en Docencia Universitaria. Programa de Formación Docente Continua. Secretaría General Académica. Rectorado. UNNE.
- Remedi, Eduardo, et. al (2004) Instituciones educativas: Sujetos, historia e identidades, Plaza y Valdés. México. ISBN 970-722-313-8.
- Remedi, Eduardo (2005a) Trayectorias docentes: intersticios entre sujetos grupos e instituciones. VII Congreso Nacional de Investigación Educativa. Conferencias Magistrales. México: COMIE, pp. 33-63.
- Remedi, Eduardo (2005b) Aproximaciones a la cultura institucional: escenas semipúblicas en una institución de educación superior, en T. Bertussi (Coord.), Anuario Educativo Mexicano. Visión retrospectiva. Universidad Pedagógica Nacional, México. Pp. 379-399.
- Remedi, Eduardo (2006a) Sujetos, culturas, procesos en instituciones universitarias. Memorias del IV Congreso Internacional de Análisis Organizacional. Las organizaciones en México: Poder, Tiempo y Contradicción (CD). Veracruz: Universidad Veracruzana-Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 125-152.
- Remedi, Eduardo (2006b) "Calidad y sufrimiento, en la búsqueda desbocada de la excelencia", en Monique Landesman (coord.) Instituciones educativas. Instituyendo disciplinas e identidades. Casa Juan Pablos, México. Pp.61-90.
- Remedi, Eduardo (2008), Novela Familiar/Novela Institucional: tramas que se entretajan. DIE-Cinvestav. México.
- Remedi, Eduardo (2009) "Fuga de cerebros y movilidad profesional: ¿Vectores del cambio en la educación superior?", en Didou, Sylvie y Etienne Gérard (Eds.) Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. Perspectivas Latinoamericanas. IESALC-CINVESTAV-IRD. México. Pp. 89-100.
- Remedi, E., Didou, S., Oviedo, C., Ramírez, R. (2010). Prácticas que desarrollan laboratorios exitosos en torno a la formación de jóvenes investigadores y a la producción de conocimiento científico. El caso del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav. Memorias del 11º Congreso Internacional Universitario de Organización de Instituciones Educativas: Organizar y dirigir en la complejidad. Cuenca, España: Wolters Kluwer España. CIOIE, Pp. 15-17.
- Retana Guascón, Óscar (2009). La institucionalización de la investigación científica en México breve cronología. Ciencias, Núm. 94, abril-junio. México.
- Robin, Regine (1996) Identidad, memoria y relato. La imposible narración de sí mismo. Editorial Eudeba. Buenos Aires.
- Rodea-Castro, I., Gutiérrez Carrasco, A., Mendoza Guerrero, J. y César A. Macías-Chapula (2006) "Construcción de una metodología para identificar investigadores mexicanos en bases de datos del ISI" en Revista española de documentación científica, ISSN 0210-0614, Vol. 29, Nº 2. Págs. 220-238.
- Rodea-Castro, I., Gutiérrez Carrasco, A., Mendoza Guerrero, J. y César A. Macías-Chapula (2006) "Construcción de una metodología para identificar investigadores mexicanos en bases de datos del ISI" en Revista española de documentación científica, ISSN 0210-0614, Vol. 29, Nº 2. Págs. 220-238.
- Romero, Leticia (2005) "Modelos para el análisis de la profesión docente universitaria", en Perspectivas docentes. Número 29, Año 2005.
- Rosales, Marcela, et. al. (2010) Regulación y perspectiva de la Biotecnología en México. Ponencia presentada en el 5º Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad 2010. Celebrado en la Universidad de Guanajuato. México.

- Russell, J, et al. (2007) "Colaboración científica entre países de la región latinoamericana", en *Revista Española de Documentación Científica*, 30(2). Pp. 178-204.
- Russell, J, et. al (2009) "El análisis de redes en el estudio de la colaboración científica", en *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*. Vol.17, núm. 2.
- Russell, J. (2001) *La comunicación científica a comienzos del siglo XXI*. Recuperado en noviembre del 2010, del sitio WEB de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI): <http://www.oei.es/salactsi/rusell.pdf>
- Russell, J. y S. Liberman (2002) "Desarrollo de las bases de un modelo de comunicación de la producción científica de la Universidad Nacional Autónoma de México" en *Revista Española de Documentación Científica*, 25(4). Pp 361-370.
- Sánchez Fuentes, Ricardo (1987) "La formación de investigadores como quehacer artesanal" en *Omnia*, Núm. 9. Pp. 11-24.
- Sañudo, L. Perales, R. y M., Fernández (2008) *De la incorporación a la inclusión. Un estudio de la cultura educativa*. Fondos Sectoriales SEB / SEP / Conacyt. México.
- Schein, E.H. (1988) *La cultura empresarial y el liderazgo*. Barcelona.
- Schulz y Katime (2003) "Los fraudes científicos", en *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Volumen 4 (2).
- Schvarstein, Leonardo y Jorge Etkin (1992) *Identidad de las organizaciones. Invariancia y cambio*. Paidós. Buenos Aires.
- Sebastián, J. (2000). *Modalidades y tendencias en la cooperación internacional entre universidades*. En *Revista Española de Desarrollo y cooperación*, IUDOC, Madrid. Pp. 34-54.
- Semitiel, M. y P. Noguera (2004) "Los sistemas productivos regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes", en *REDES Revista hispana para el análisis de redes sociales*, España, Vol. 6, núm. 3, junio-julio.
- Shinn, Terry (2000) *Formes de división du travail scientifique et convergences cognitives. La recherche technico. instrumentale. Contre la "nouvelle orthodoxie" en sociologie des sciences*. Mimeo. París.
- Shinn, Terry (2002) "Debate: en torno a la nueva producción de conocimiento enfocadas como campos socio-cognitivos", en *Redes*. Vol. 9, No. 18. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires. Pp. 191-211.
- Shinn, Terry (2007) "Jerarquías de investigadores y formas de investigación", en *Redes*. Pp. 119-163.
- Solleiro, José Luis (1992), "Importancia de la reflexión prospectiva en el desarrollo biotecnológico", en Casas, Rosalba. Coord. (1992) *La Biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas*. Departamento de Sociología (UAM-Azc.), Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM) e Instituto de Investigaciones Sociales (UNAM).
- Souto, Marta; Mastache, Anahí y Diana Mazza (2004) *Identidad institucional a través de la historia: El Instituto Superior del Profesorado Dr. Joaquín V. González*. Argentina.
- Stekolschik, Gabriel; Gallardo, Susana y Cecilia, Draghi (2007) "La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica". *Redes*. Pp. 165-180.
- Taft, R. (1988) "Ethnographic research methods", in Keeves, J.P. (Ed). *Educational research, methodology, and measurement. An international handbook*. Oxford, Pergamon Press. Pp. 71-75.
- Taylor, S. y J. Bogdan, R. (1992) *Introducción a los métodos cualitativos en investigación. La búsqueda de los significados*. Editorial Paidós. España. Pp. 100 -132.
- Todd, Luis Eugenio, et. al. (2009). *Breve historia de la ciencia en México*. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Nuevo León. Consultado en: <http://www.luiseugeniotodd.com/todd/images/stories/pdfs/BHCM.pdf>
- Tórtora, Jorge (2006) *El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México: Una mirada rápida con énfasis en el sector Agropecuario*.
- Vessuri, H. (1983) *La ciencia periférica*. Monte Ávila. Caracas.
- Vessuri, H. (1987) "Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados", *El perfil de la ciencia en América*, Saldaña, J.J (editor) Cuadernos de Quipu 1, México.

- Vessuri, H. (1994) "Sociología de la ciencia: enfoques y orientaciones", en Martínez, E. (Editor) Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. UNESCO. Editorial Nueva Sociedad, Caracas.
- Vessuri, H. (1995) "La Academia va al mercado. Un enfoque sociológico de las relaciones de los investigadores académicos con el mundo productivo", en Vessuri, H. (Comp.) La academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos. Fondo Editorial FINTEC, Venezuela.
- Vessuri, H. (2007) La formación de investigadores en América Latina, en Sebastián, J. Análisis de la evolución del desarrollo científico y tecnológico de América Latina. UNESCO. Pp. 1-36. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001542/154242m>
- Villa Lever, L. (2001) "El mercado académico: La incorporación, la definitividad y las promociones: Pasos para una misma trayectoria de formación". Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol.6, N° 11, Pp. 63-77.
- Vinck, Dominique (1992) Du laboratoire aux réseaux. Le travail scientifique en mutation. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- Wenger, E. (1998) Communities of Practice: Learning, meaning and identity. Cambridge University Press. Cambridge.
- Whitley, R. (1978) "Types of Science, Organisational Strategies and Patterns of Work in Research Laboratories in Different Scientific Fields", Social Science Information, Vol. 17. Pp. 427-447.
- Zabala, Juan Pablo (2000) "Reseña de "Epistemic Cultures. How sciences make knowledge" de Karin Knorr Cetina". REDES. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Pp. 209-213.
- Zarama, Gloria y Dominique Vinck (2005) Fusión interna e integración de laboratorios: ¿qué es un colectivo de investigación?. ESOCITE, Bogota, Colombia (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00261675>).
- Ziman, J. (1985) Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la ciencia. Fondo de Cultura Académica. México.
- Zubieta, Judith y Rocío Rosas (2008) "El Emeritazgo en la UNAM: ¿evidencias de inequidad de género?" en Actas del I Congreso Internacional sobre sesgo de género y desigualdades en la evaluación de la calidad académica. Barcelona. Pp. 275-280.
- Zuckerman H. (1996a) Proliferation of scientific prizes reinforces Nobel's distinguished honor. The Scientist; 10 (22).
- Zuckerman H. (1996b) Scientific elite: Nobel laureates in the United States. New York.

+ Bibliografía consultada y/o citada en el documento sobre el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM:

- Alagón Cano, Alejandro (2011) "La Biotecnología Mexicana", documento inédito preparado para la serie televisiva "El Pueblo Mexicano". No publicado.
- Bolívar, Francisco (Coord.) (2002) Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: Retos y Oportunidades. Fondo de Cultura Económica-CONACyT. México.
- Bolívar, Francisco (Coord.) (2003) Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la Biotecnología en México. CONACYT-Academia Mexicana de Ciencias-UNAM. México.
- Bolívar, Francisco (2007) Palabras de Francisco Bolívar Zapata en la Ceremonia de los XXV años del Instituto de Biotecnología de la UNAM. 7 de febrero del 2007. Este documento no ha sido publicado.
- Bolívar, Francisco (2008) "Creación y consolidación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y su transformación en el Instituto de biotecnología de la UNAM" en López-Munguía, Agustín, et. al. (2008) Una ventana al quehacer científico. Instituto de Biotecnología de la UNAM 25 aniversario. UNAM. México.
- Calva Mercado, Edmundo (2009) El nacimiento de la biología molecular. Texto consultado en agosto del 2012 en: http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOLOGIA_MOLECULAR.html
- Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias (2007) "Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados" en Boletín informativo Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C., de Morelos. Septiembre 2007. México.

- Entrevistas realizadas en el 2011 a 11 investigadores del IBt: Dr. Mario Enrique Zurita Ortega, Dr. Carlos Federico Arias Ortiz, Dra. Susana López Charretón, Dr. Alberto Darszon, Dr. Enrique Galindo Fentanes, Dr. Agustín López-Munguía Canales, Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez, Dr. Alejandro Alagón Cano, Dr. Lourival Domingos Possani Postay, Dra. María Alejandra Bravo de la Parra, Dra. Elda Guadalupe Espín Ocampo.
- Galindo, Enrique. Et. al. (2013) *"The challenges of introducing a new biofungicide to the market: a case study"*. Artículo en fase de dictamen, aún no publicado.
- Informe de actividades del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB), 1984. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 1991-1993. UNAM
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 1994. UNAM
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 1997. UNAM
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2002. UNAM
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2006. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2007. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2008. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2009. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2010. UNAM.
- Informe de actividades del Instituto de Biotecnología (IBt), 2011. UNAM.
- Informes de Reunión Académica del Instituto de Biotecnología (IBt), 2008, 2009 y 2011. UNAM.
- Larralde, Carlos y José Luis, Álvarez (Comp.) Memorias del Congreso Conmemorativo del Jubileo del Instituto de Investigaciones Biomédicas, Tomo I, UNAM, 1993. Pp. 112-127.
- López-Munguía, A. (2008) Una ventana al quehacer científico. Instituto de Biotecnología de la UNAM 25 aniversario. UNAM. México. Pp. 13-20.
- Memoria UNAM, IBt, 1992.
- Memoria UNAM, IBt, 1994.
- Memoria UNAM, IBt, 1997.
- Memoria UNAM, IBt, 1998.
- Memoria UNAM, IBt, 2000.
- Memoria UNAM, IBt, 2002.
- Memoria UNAM, IBt, 2004.
- Memoria UNAM, IBt, 2006.
- Memoria UNAM, IBt, 2008.
- Memoria UNAM, IBt, 2011.
- Plan de Desarrollo del IBt, 2009-2012.
- Perfiles de miembros 2010 de la Academia de Ciencias de Morelos, en: http://www.acmor.org.mx/descargas/ACMor_miembros_2010.pdf.
- Reglamento Interno del IBt (2002). UNAM. No es un documento final, aún está siendo revisado por el Consejo Interno.
- Reglamento General de Estudios de Posgrado aprobado por el Consejo Universitario en diciembre de 1995. UNAM. México.
- Soberón, Guillermo (1983) La Universidad, Ahora. Anotaciones experiencias y reflexiones. El Colegio Nacional, México.
- UNAM (2007) La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica 2007, editado por la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. México. ISBN 970-32-4202-2. www.cic-ctic.unam.mx/publicaciones/
- Viniegra González, Gustavo (2009) Reseña de la Biotecnología Mexicana. Consultada en abril del 2011 en: <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>
- Otras páginas WEB:
- IBt: <http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?altern0:0,clase:ibt,pre:base>
 - <http://www.wharton.universia.net/index.cfm?fa=viewArticle&ID=992>.
 - <http://www.acmor.org.mx/noticias/linksnoticias/fungifreeab.pdf>

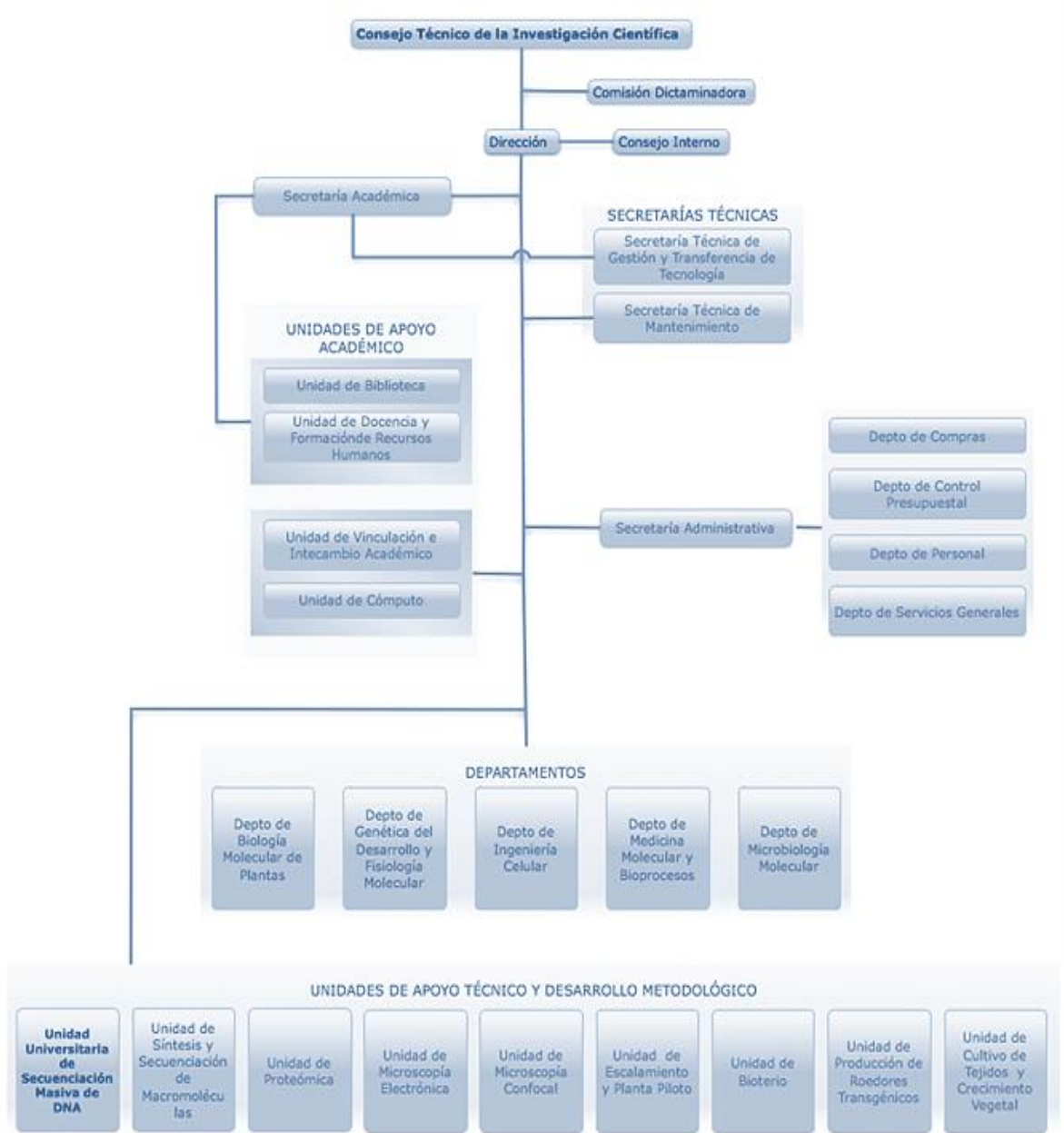
Anexos³⁰³

Cuadro 1. Entrevistas realizadas a distintos miembros de los laboratorios a los que tuve acceso.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN	LIDER DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	No. DE ENTREVISTAS REALIZADAS	TOTAL
1) Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos.	1) <i>Dr. Octavio Ramirez</i>	1 = Técnico Académico.	3
		1 = Estudiante de maestría.	
		1 = Servicios profesionales.	
2) Departamento de Ingeniería Celular y Biotatálisis.	2) <i>Dr. Lourival Possani</i>	1 = Líder académico.	14
		2 = Investigadores Asociados.	
		3 = Posdoctorantes.	
		3 = Técnicos Académicos.	
		2 = Estudiantes de maestría.	
		2 = Servicios profesionales.	
		1 = Profesionista titulado.	
		Total por departamento	17
2) Departamento de Ingeniería Celular y Biotatálisis.	3) <i>Dr. Enrique Galindo Fentanes</i>	1 = Líder académico.	8
		1 = Investigador Asociado.	
		1 = Técnico Académico.	
		3 = Estudiantes de doctorado.	
		1 = Estudiante de maestría.	
		1 = Estudiante de licenciatura.	
		Total por departamento	8
3) Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular	4) <i>Dr. Carlos Arias Ortiz</i>	1 = Líder académico.	5
		1 = Investigador Asociado.	
		1 = Técnico Académico.	
		1 = Estudiante de maestría.	
		1 = Laboratorista.	
5) <i>Dra. Susana López</i>		2 = Técnicos Académicos.	7
		3 = Estudiantes de doctorado.	
		1 = Servicios profesionales.	
		1 = Personal administrativo de confianza.	
		Total por departamento	14
		TOTAL DE ENTREVISTAS REALIZADAS	37

³⁰³ La mayoría de los cuadros y gráficas son elaboración propia, retomando los datos y la información recabada de los CVU de los entrevistados y de otras fuentes de información.

Cuadro 2. Organigrama (Estructura/ Forma de organización del IBt).



Fuente: Página WEB del IBt.


Cuadro 3. Ejemplo de propuesta de creación de consorcio: Ramírez-Palomares.

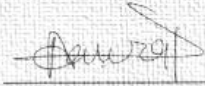
Instituto de Biotecnología
Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos
Propuesta de consorcio
Ingeniería de bioprocesos para la producción de proteínas recombinantes complejas

Líder académico: Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich, Investigador Titular C
Líder académico propuesto: Dra. Laura Alicia Palomares Aguilera, Investigador Titular B

Índice

Antecedentes	2
Interés central del consorcio	7
Objetivos	8
Contribuciones esperadas	9
Organización del consorcio	10
Referencias.....	11


Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich


Dra. Laura Alicia Palomares Aguilera

Cuernavaca, Mor., a 28 de enero

Organización del consorcio:

Personal académico de apoyo: M.C. Vanessa Hernández, Técnico Académico Titular B.
Secretaria (medio tiempo): Alma Tremari Rocas.
Personal sindicalizado de apoyo: Juana Ferrer y Antonio Dorantes, quienes además apoyan al grupo del Dr. E. Galindo.

Espacio: El consorcio ocupará la mitad del espacio del laboratorio 10, que actualmente ocupa el Dr. Ramírez. El medio laboratorio correspondiente al consorcio propuesto será compartido por partes iguales entre los miembros del consorcio, con flexibilidad de acuerdo a las necesidades de cada investigador.

Plazas. La única plaza disponible además de las de los consorciantes es la de la M.C. Vanessa Hernández, quien dará apoyo a los proyectos del consorcio en general. La M.C. Hernández quedará administrativamente asignada a la Dra. Laura Palomares.

El consorcio compartirá espacios, equipos y apoyo técnico y secretarial. Los alumnos pertenecientes al consorcio contarán con la retroalimentación y apoyo de ambos investigadores en seminarios semanales. Además, ambos investigadores someterán solicitudes de financiamiento a entidades nacionales o extranjeras, públicas o privadas. Los donativos obtenidos serán utilizados para desarrollar algún proyecto en particular, pero siempre se utilizarán para fortalecer al consorcio en común acuerdo entre ambos investigadores. Debe notarse que todas estas actividades ya son la forma tradicional en que interactúan los doctores Palomares y Ramírez y en las que el grupo ha operado durante varios años.

Contribuciones esperadas

Algunas de las contribuciones que haremos como consorcio son:

- Generar mayor conocimiento con impacto en ciencia básica, como es el entendimiento de los factores celulares y ambientales que interactúan para la producción de proteínas complejas, así como entender como las características de las proteínas complejas afectan sus propiedades.
- Desarrollo de nuevas tecnologías, entre ellas nuevos nanomateriales, vacunas, biomedicamentos, vectores para terapia génica y entrega mejorados, nuevas tecnologías para la producción de proteínas complejas.
- Fortalecimiento del grupo de trabajo, lo que nos permitirá alcanzar objetivos más ambiciosos.
- Fortalecer la formación de recursos humanos de alto nivel que puedan incorporarse a la investigación, docencia o a la industria nacional.
- Fortalecer a la industria nacional por medio de transferencias tecnológicas, asesorías, o convenios de colaboración con la UNAM. Este fortalecimiento resultarán en fuentes de trabajo con alto valor agregado.
- Profundizar la promoción de la Biotecnología nacional a través de conferencias, entrevistas y cursos, tanto en México como en el extranjero.

Fuente: Información obtenida a través de internet.

Cuadro 4. Factores respecto al proceso de ingreso al IBt de los 12 casos de estudio.

LÍDER	AÑO DE NAC.	EDAD ACTUAL	EDAD DE INSERCIÓN AL MERCADO LABORAL	PRIMERA INSTITUCIÓN DE ADSCRIPCIÓN	AÑO DE INGRESO AL IBt	EDAD DE INGRESO AL IBt	NOMBRAMIENTO DE INGRESO EN EL IBt	GRADO DE ESTUDIO AL INGRESAR AL IBt
FRANCISCO BOLÍVAR ZAPATA	1948	63	1973	Instituto de Investigaciones Biomédicas/ UNAM.	a) 1982 b) 1983	34	a) Responsable b) Primer Director	a y b) Posdoctorado.
ENRIQUE GALINDO FENTANES	N/D	N/D	1983	Facultad de Ciencias/ UNAM.	a) 1985 b) 1989 c) 1992 d) 1998	N/D	a) Técnico Académico. b) Investigador Titular A. c) Investigador Titular B. d) Investigador Titular C.	a) Maestría. b) Doctorado. c y d) Posdoctorado (en 1990).
LOURIVAL POSSANI	1939	72	1973	N/D	1986	47	Investigador Titular C.	Posdoctorado.
ALEJANDRO ALAGÓN	1954	57	1978	Facultad de Ciencias/ UNAM.	a) 1985 b) 1990 c) 1994	31	a) Investigador Titular A. b) Investigador Titular B. c) Investigador Titular C.	a) Maestría b) Doctorado. c) Posdoctorado
CARLOS FEDERICO ARIAS ORTÍZ	N/D	N/D	1983	Instituto de Investigaciones Biomédicas/ UNAM.	a) 1987 b) 1989 c) 1994	N/D	a) Investigador Titular A. b) Investigador Titular B. c) Investigador Titular C.	a, b y c) Doctorado.
SUSANA LÓPEZ CHARRETON	N/D	N/D	1986	Instituto Tecnológico de California	1987	N/D	Investigador Titular C (Jefe de grupo).	a, b y c) Doctorado.
AGUSTÍN LÓPEZ-MUNGUÍA	N/D	N/D	1976	Facultad de Ciencias/ UNAM.	a) 1989 b) 1992	N/D	a) Investigador Titular B. b) Investigador Titular C.	a y b) Doctorado.
ALBERTO DARSZON	1950	61	1975	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	1990	40	Investigador Titular C.	a) Posdoctorado.
OCTAVIO TONATIUH RAMÍREZ REIVICH	1960	51	1984	Centro de Evaluación de Proyectos de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal del Gobierno Federal.	a) 1990 b) 1994 c) 1997 d) 2004	30	a) Investigador Asociado C. b) Investigador Titular A. c) Investigador Titular B. d) Investigador Titular C.	a, b, c y d) Doctorado.
MARIO ENRIQUE ZURITA ORTEGA	N/D	N/D	1988	Instituto de Biotecnología	a) 1988 b) 1992 c) 2007	N/D	a) Investigador Asociado C. b) Investigador Titular A (Líder Académico). c) Investigador Titular C.	a) Doctorado b) Posdoctorado c) Segundo posdoctorado.
ELDA GUADALUPE ESPÍN OCAMPO	N/D	N/D	1980	Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno.	a) 1991 b) 1993 c) 1998	N/D	a) Investigador Titular A. b) Investigador Titular B.	a, b y c) Doctorado.

							c) Investigador Titular C.	
MARÍA ALEJANDRA BRAVO DE LA PARRA	1961	52	1989	Instituto de Biotecnología	a) 1989 b) 1990 c) 1994 d) 1996 e) 2000	28	a) Investigador Asociado B. b) Investigador Asociado C. c) Investigador Titular A. d) Investigador Titular B. e) Investigador Titular C.	a) Doctorado. b) Posdoctorado. c) Segundo posdoctorado.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV y varios informes del IBt.

Cuadro 5. Formación académica de los 12 líderes del IBt por Departamentos (Disciplina, Institución y Estancias de investigación).

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CELULAR Y BIOCÁTALISIS				
INVESTIGADOR	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ LICENCIATURA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ MAESTRÍA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ DOCTORADO	ESTANCIAS DE INVESTIGACIÓN
Dr. Francisco Gonzalo Bolívar Zapata	Química/ Fac. de Química-UNAM	Bioquímica/ Fac. de Química-UNAM	Bioquímica/ Fac. de Química-UNAM	a) Estancia de Investigación (posdoctoral): Escuela de Medicina, Dpto. de Bioquímica y Biofísica, Universidad de San Francisco, CA, E.U.A. (1975-1977).
				b) Estancia de Investigación (como investigador visitante): Genentech, Inc., San Francisco, CA E.U.A. (1977-1978).
Dr. Enrique Galindo Fentanes	Biología/ Escuela de Biología, Fac. de Ciencias-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ CEINGEBI-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ CEINGEBI-UNAM	a) Realizó una estancia de investigación en 1985 (por 3 meses), en Suiza.
				b) Estancia de investigación en 1986 (por un mes), sólo menciona que fue en Reino Unido (universidad de Birmingham); pero no menciona línea de investigación ni motivo.
				c) Estancia de investigación de 1990 a 1991 (posdoctoral), en la Universidad de Birmingham (Reino Unido).
				d) Estancia de investigación en 1999 (por 3 meses), en la Universidad de Birmingham (Reino Unido).
Dr. Agustín López Munguía	Ingeniería Química/ Fac. de Química- UNAM	Ingeniería Bioquímica/ Universidad de Birmingham, Inglaterra.	Ingeniería Bioquímica/ Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Toulouse, Francia.	a) Estancia de investigación en 1975 (25 días), por un curso de Orientación Tecnológica durante el último año de la maestría.
				b) Estancia de investigación en la Facultad de Ingeniería de la UNAM en 1976 (15 días), por un curso sobre tratamiento y disposición de aguas residuales (después de la maestría).
				c) Estancia de investigación en 1980 en la Facultad de Química de la UNAM, por un curso de actualización en

				Biotecnología (después del doctorado).
--	--	--	--	--

DEPARTAMENTO DE MEDICINA MOLECULAR Y BIOPROCESOS				
INVESTIGADOR	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ LICENCIATURA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ MAESTRÍA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ DOCTORADO	ESTANCIAS DE INVESTIGACIÓN
Dr. Lourival Domingos Possani Postay	Historia Natural/ Fac. de Filosofía de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, Brasil	-	Biofísica Molecular/ Faculte des Sciences D'Orsay- Universite de Paris, Francia	a) Estancia de investigación en Brasil, entre 1970 y 1971. b) Estancia de investigación (como posdoctorado) en la Universidad Rockefeller, New York, E.U.A. (julio 1971-septiembre 1973)
Dr. Alejandro Alagón Cano	Médico Cirujano/ Fac. de Medicina, UNAM	Investigación Biomédica Básica / Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	Investigación Biomédica Básica / Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	a) Estancia de investigación (posdoctoral) en la Universidad Rockefeller, New York, E.U.A., por 3 años (1979- 1982). b) Sabático en la Universidad de Granada, España.
Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich	Ingeniería Química/ UNAM	Ingeniería Química/ Universidad de Drexel (Pensilvania, Estados Unidos)	Ingeniería Química/ Universidad de Drexel (Pensilvania, Estados Unidos)	Estancia de investigación en 1984, en PRIOMED (México).

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

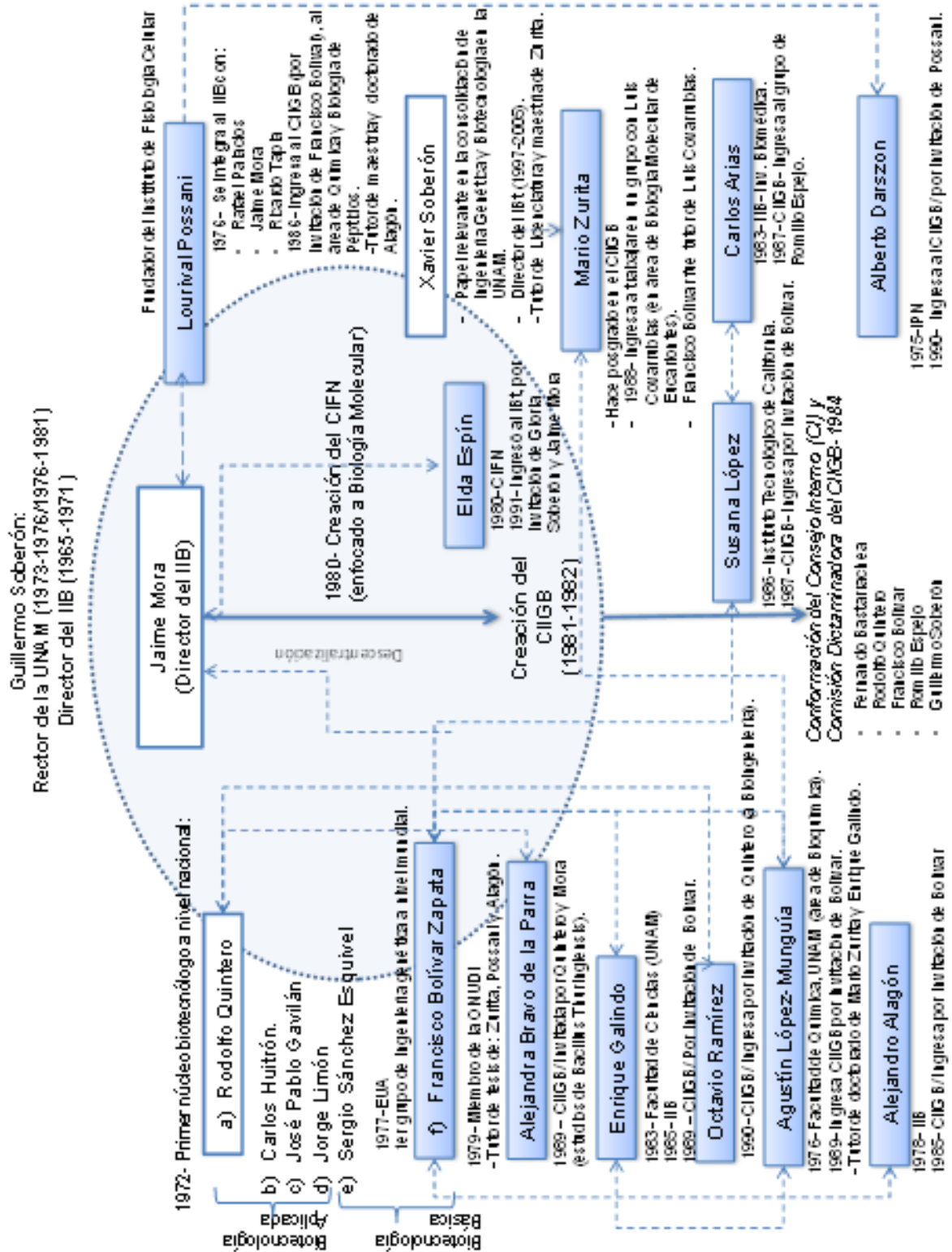
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA MOLECULAR				
INVESTIGADOR	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ LICENCIATURA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ MAESTRÍA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ DOCTORADO	ESTANCIAS DE INVESTIGACIÓN
Dra. Elda Guadalupe Espín Ocampo	Biología/ Universidad Autónoma de Morelos	Investigación Biomédica Básica/ Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM	a) Estancia de investigación (1978-1980) en la Unit of Nitrogen Fixation University of Sussex (Inglaterra). b) Estancia de investigación (1985) en la Fakultat Biologie Universidad de Bielefel (Alemania). c) Estancia de Investigación (1988-1989) en el Istituto Internazionale di Genetica e Biofisica CNR Napoles (Italia).
Dra. María Alejandra Bravo de la Parra	Investigación Biomédica Básica/ Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ UNAM	Investigación Biomédica Básica/ UNAM	a) Estancia de Investigación posdoctoral (1990-1991) en Compañía Biotecnológica "Plant Genetic Systems", Bélgica. b) Estancia de investigación posdoctoral (1995) en el Institut Pasteur, Francia.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

DEPARTAMENTO DE GENÉTICA DEL DESARROLLO Y FISIOLÓGIA MOLECULAR				
NOMBRE DEL INVESTIGADOR	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ LICENCIATURA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ MAESTRÍA	CAMPO DE CONOCIMIENTO E INSTITUCIÓN/ DOCTORADO	ESTANCIAS DE INVESTIGACIÓN
Dr. Carlos Federico Arias Ortiz	Químico Farmacéutico Biólogo/ Fac. de Química, UNAM.	Investigación Biomédica Básica / Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	Investigación Biomédica Básica / Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM	a) Estancia de investigación (al terminar la maestría), de 1981 a 1983 en Estados Unidos (en el Instituto de Tecnología de California). b) Estancia de investigación (un año antes de terminar el doctorado), en 1984 (4 meses) en el Instituto Nacional de Salud en Japón. c) Estancia de investigación (1991-1992) en el Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos). d) Estancia de investigación de 6 meses (en 1998), en el Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS) en Francia (como periodo sabático).
Dra. Susana López Charretón	Investigación Biomédica Básica / Unidad Académica de los ciclos profesionales y de posgrado CCH-UNAM	Investigación Biomédica Básica / Unidad Académica de los ciclos profesionales y de posgrado CCH-UNAM	Investigación Biomédica Básica / Unidad Académica de los ciclos profesionales y de posgrado CCH-UNAM	a) Estancia de investigación en el Instituto de Tecnología de California en Estados Unidos (1981-1983). b) Estancia de investigación en 1984 (4 meses), no especifica institución ni país. c) Estancia de investigación en el Instituto de Tecnología de California en Estados Unidos (1991-1992). d) Estancia de investigación en 1998 (6 meses) en el French National Institute for Agricultural Research (Francia).
Dr. Alberto Darszon Israel	Química/ Universidad Iberoamericana.		Ciencias/ Dpto. de Bioquímica- CINVESTAV, IPN.	a) Estancia de Investigación (posdoctoral) en 1978: Universidad de California, en San Diego, CA, E.U.A. b) Estancias de investigación en 1984 (se desconoce la duración, la institución y el motivo) en: Italia, Alemania, Suiza, Japón y Estados Unidos (Universidad de Washington). c) Estancia de investigación en 2006 (9 días), en la Universidad de Ginebra de Suiza. d) Estancia de investigación en 2007, en Suiza.
Dr. Mario Enrique Zurita Ortega	Biología/ Escuela de Biología, Fac. de Ciencias-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ CEINGEBI-UNAM	Investigación Biomédica Básica/ CEINGEBI-UNAM	a) Estancia de investigación de 1985 a 1988 en la Universidad de Standford (Estados Unidos). b) Estancia de investigación de 1992 a 1993 en la Universidad de Harvard (Estados Unidos).

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

Cuadro 6. Esquema explicativo de endogamia académica en el IBT.



Fuente: Elaboración propia con datos derivados de la búsqueda de información sobre antecedentes históricos del IBT.

Cuadro 7. Formación académica de los 12 líderes de investigación seleccionados del IBt (Temporalidad).

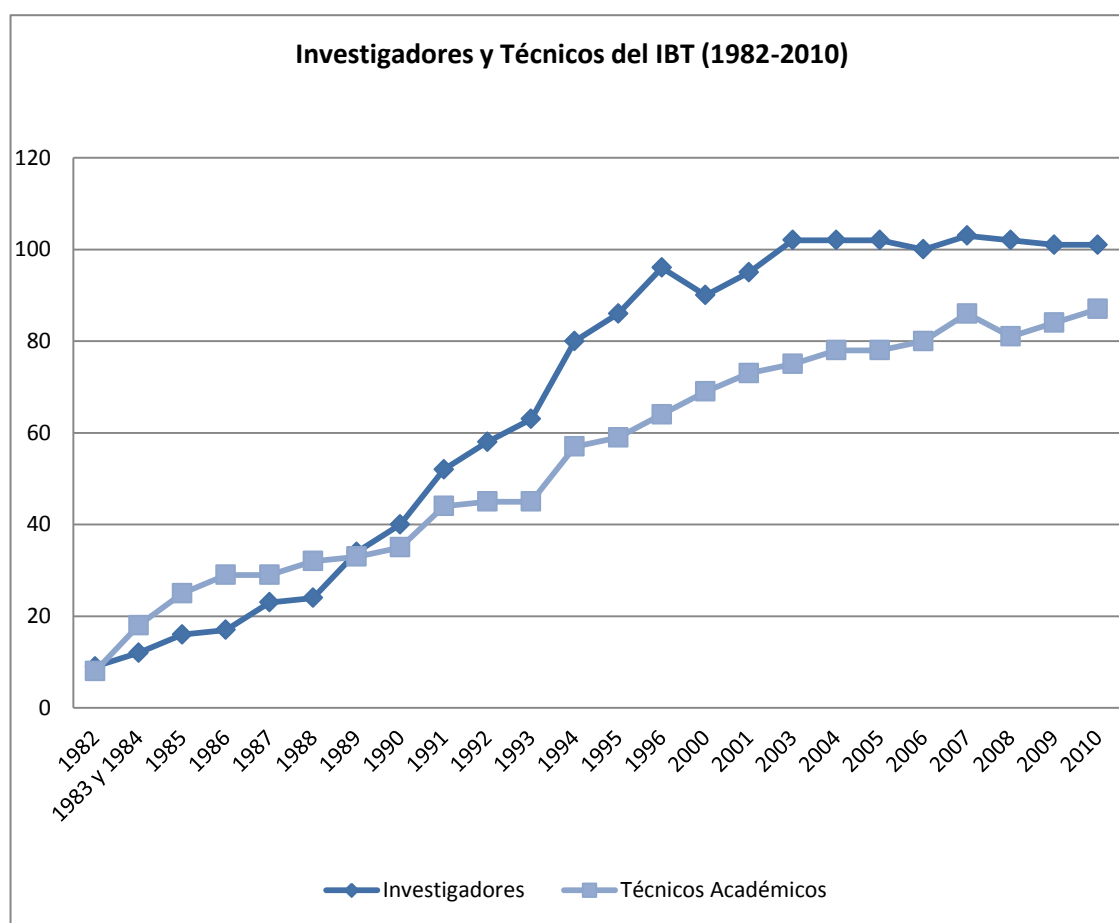
INVESTIGADOR	AÑO/LIC.	AÑO/MAEST.	AÑO/DOCT.	AÑO/ ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN/POSDOC
Dr. Lourival Domingos Possani Postay	1966	-	1968-1970	1) 1970-1971 2) 1971-1973
Dr. Francisco Gonzalo Bolívar Zapata	1967-1971	1971- 1973	1973- 1975	1) 1975-1978 2) 1977-1978
Dr. Alberto Darszon Israel	1972	-	1977	1) 1978 2) 1984 3) 2006 (9 días) 4) 2007 (3 meses)
Dr. Agustín López Munguía	1973	1975	1979	1) 1975 (25 días) 2) 1976 (15 días) 3) 1980
Dra. Elda Guadalupe Espín Ocampo	1976	1978	1992	1) 1978-1980 2) 1985 3) 1988-1989
Dr. Alejandro Alagón Cano	1978	1980	1989	1) 1979-1982 2) 1993
Dr. Carlos Federico Arias Ortiz	1978	1981	1985	1) 1981-1983 2) 1984 (4 meses) 3) 1991-1992 4) 1998 (6 meses)
Dr. Enrique Galindo Fentanes	1979	1983	1989	1) 1985 2) 1986 3) 1990-1991 4) 1999
Dra. Susana López Charretón	1980	1983	1986	1) 1981- 1983 2) 1984 (4 meses) 3) 1991-1992 4) 1998 (6 meses)
Dr. Mario Enrique Zurita Ortega	1981	1983	1985	1) 1985-1988 2) 1992- 1993
Dra. María Alejandra Bravo de la Parra	1985	1986	1989	1990-1991
Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich	1985	1987	1990	1984

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de varios informes de actividades del IBt.

Cuadro 8. Crecimiento de investigadores y técnicos del IBt (1982-2010).

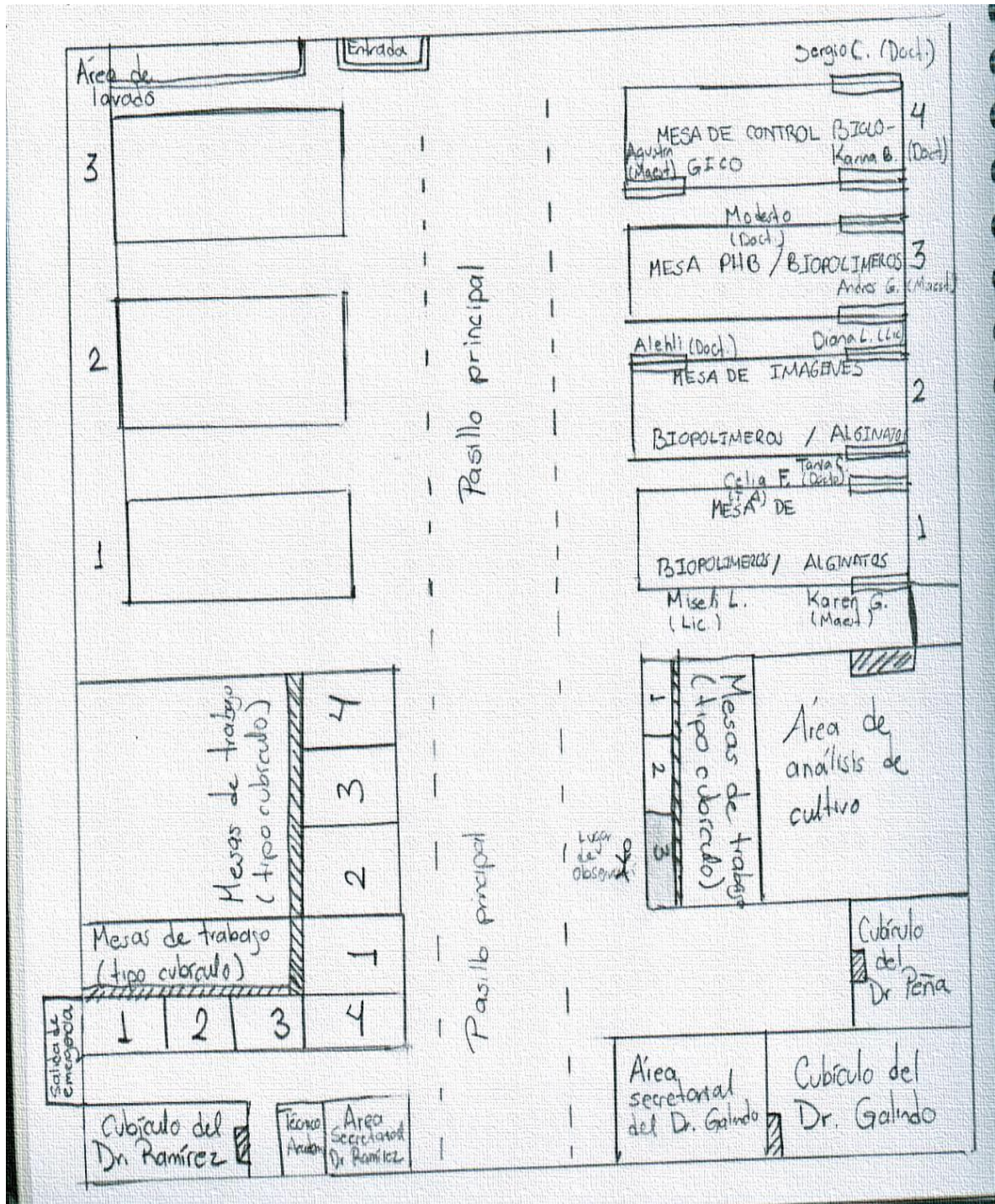
Año	Técnicos	Investigadores	Año	Técnicos	Investigadores
1982	8	9	1995	59	86
1983 y 1984	18	12	1996	64	96
1985	25	16	2000	69	90
1986	29	17	2001	73	95
1987	29	23	2003	75	102
1988	32	24	2004	78	102
1989	33	34	2005	78	102
1990	35	40	2006	80	100
1991	44	52	2007	86	103
1992	45	58	2008	81	102
1993	45	63	2009	84	101
1994	57	80	2010	87	101

Fuente: Elaboración propia.



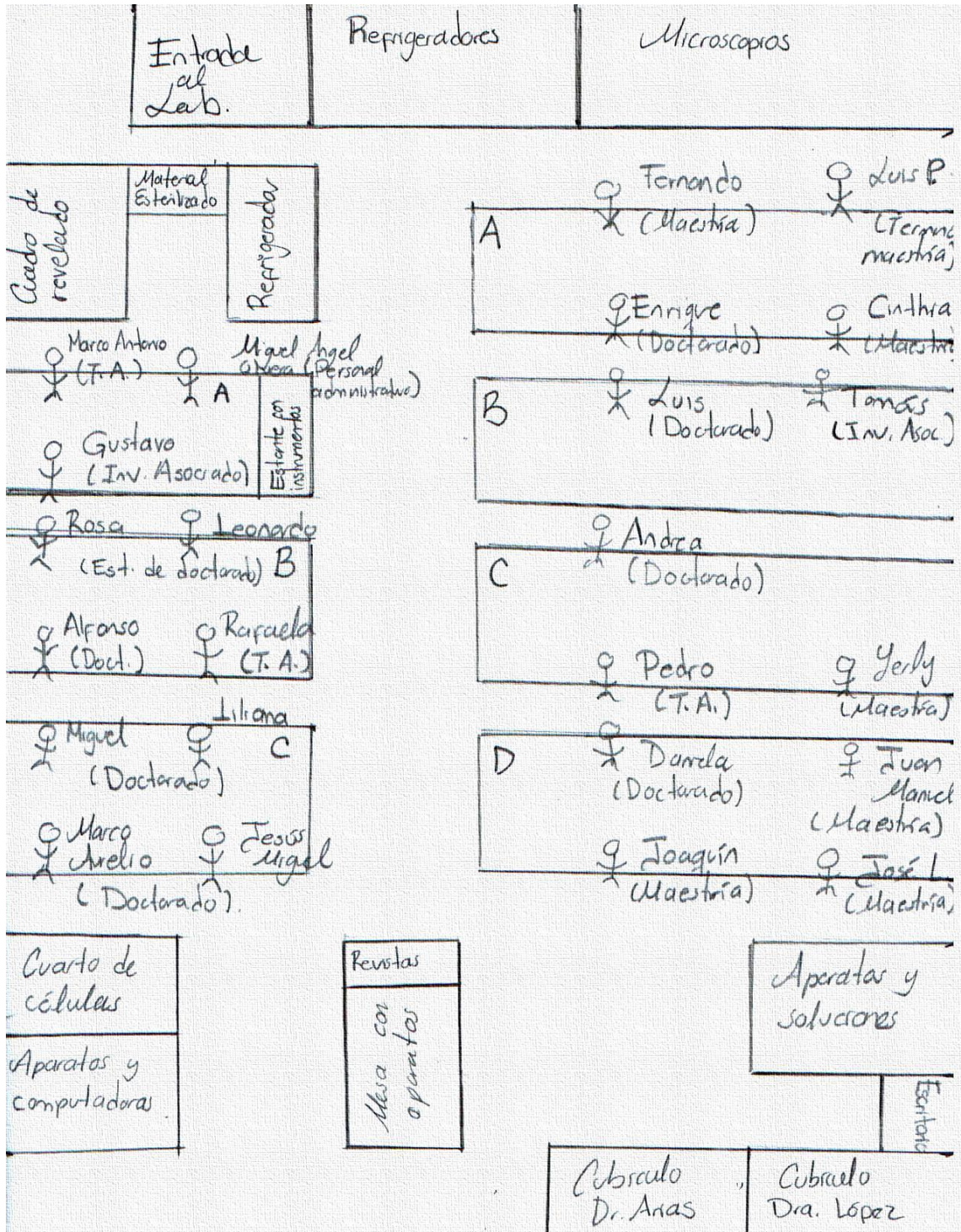
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9. Ejemplo de distribución de espacios en el laboratorio (laboratorio del Dr. Galindo y el Dr. Ramírez).



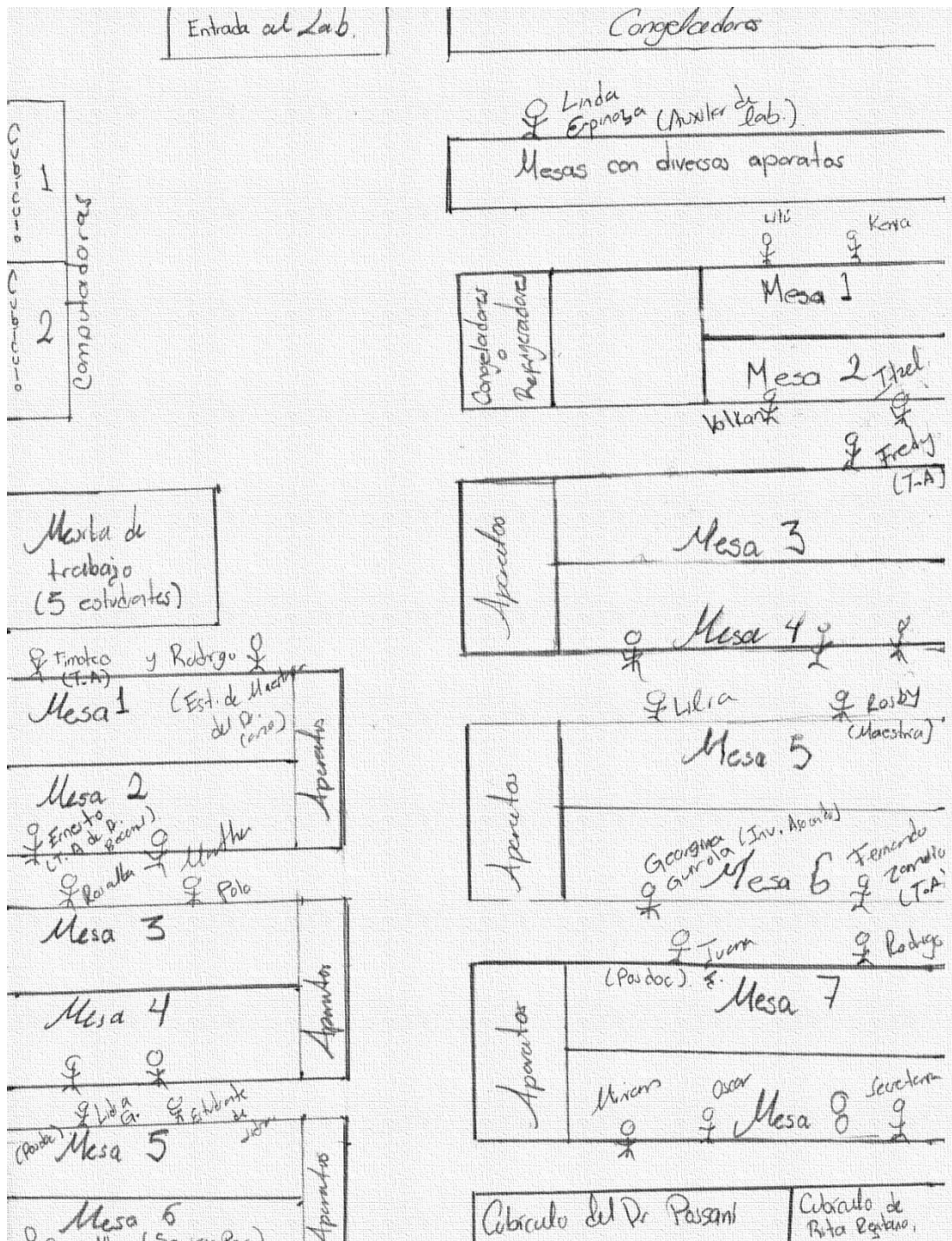
Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de las observaciones en laboratorios.

Cuadro 9.1. Ejemplo de distribución de espacios en el laboratorio (laboratorio del Dr. Arias y la Dra. López).



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de las observaciones en laboratorios.

Cuadro 9.2. Ejemplo de distribución de espacios en el laboratorio (laboratorio del Dr. Possani, el Dr. Becerril y el Dr. Corzo).



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de las observaciones en laboratorios.

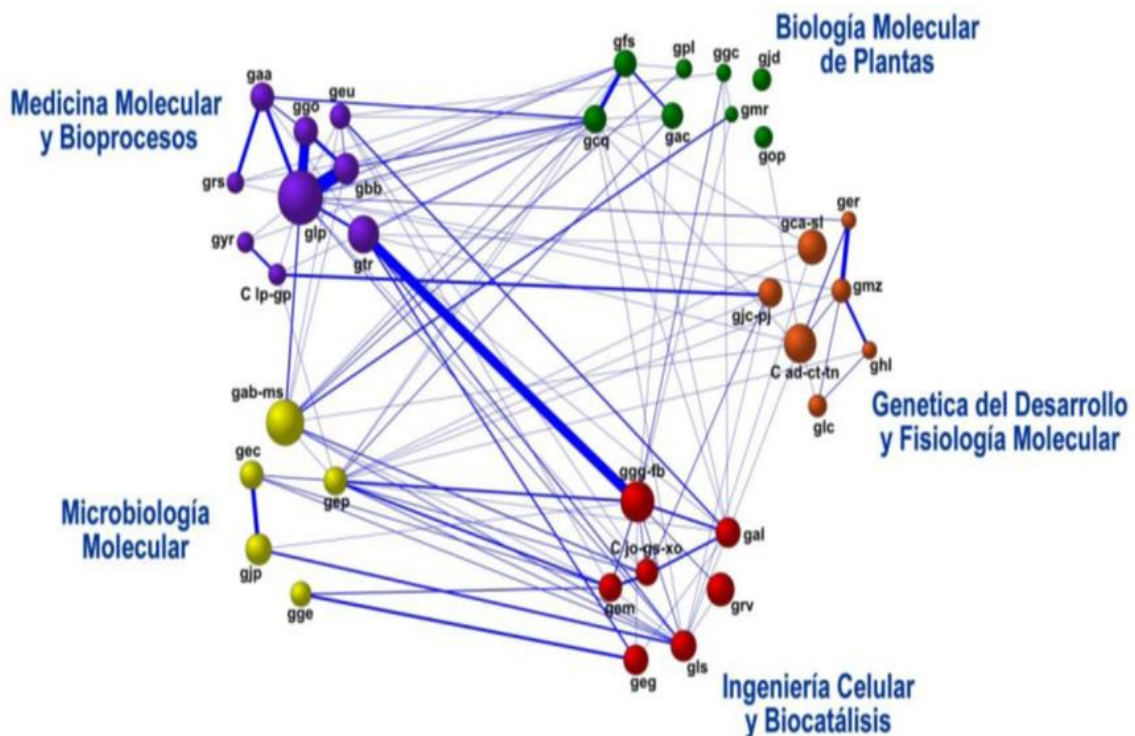
Cuadro 10. Tabla y gráficos sobre las características de colaboración en la actividad científica del IBt (2004-2013).

Tipo de colaboración	2004-2013	
	No. de artículos	Porcentaje*
a) Colaboración entre los grupos de investigación de un mismo departamento.	258	20.9
b) Colaboración entre los departamentos.	137	11.1
c) Colaboración con otras entidades académicas de la UNAM.	256	20.7
d) Colaboración con otras instituciones del país.	352	28.5
e) Colaboraciones internacionales.	548	44.4

Fuente: Informe del IBt, UNAM (2013).

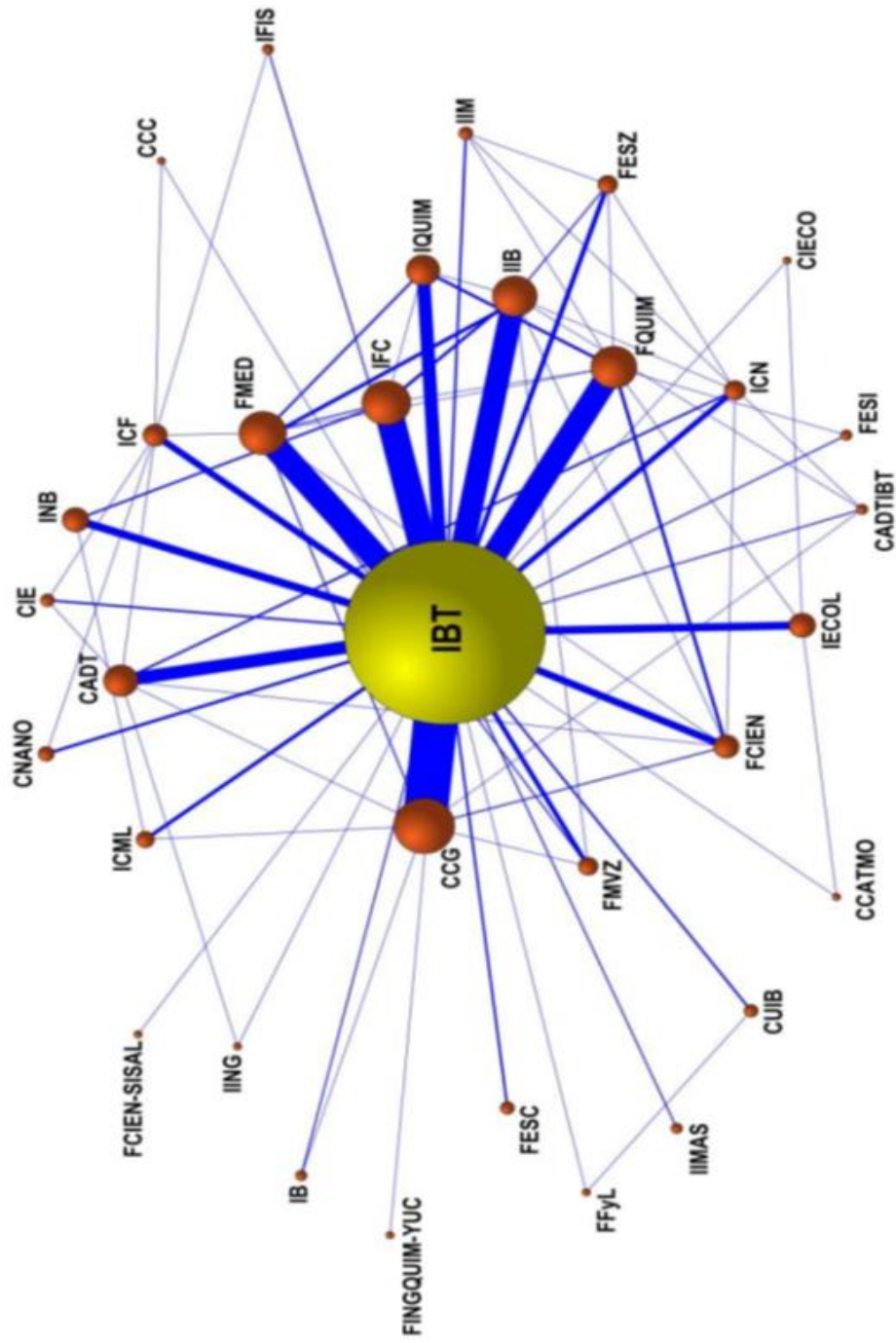
*El total de artículos publicados en revistas internacionales en el período analizado fue de 1234.

Colaboración interna de los grupos IBT-UNAM 2004-2013



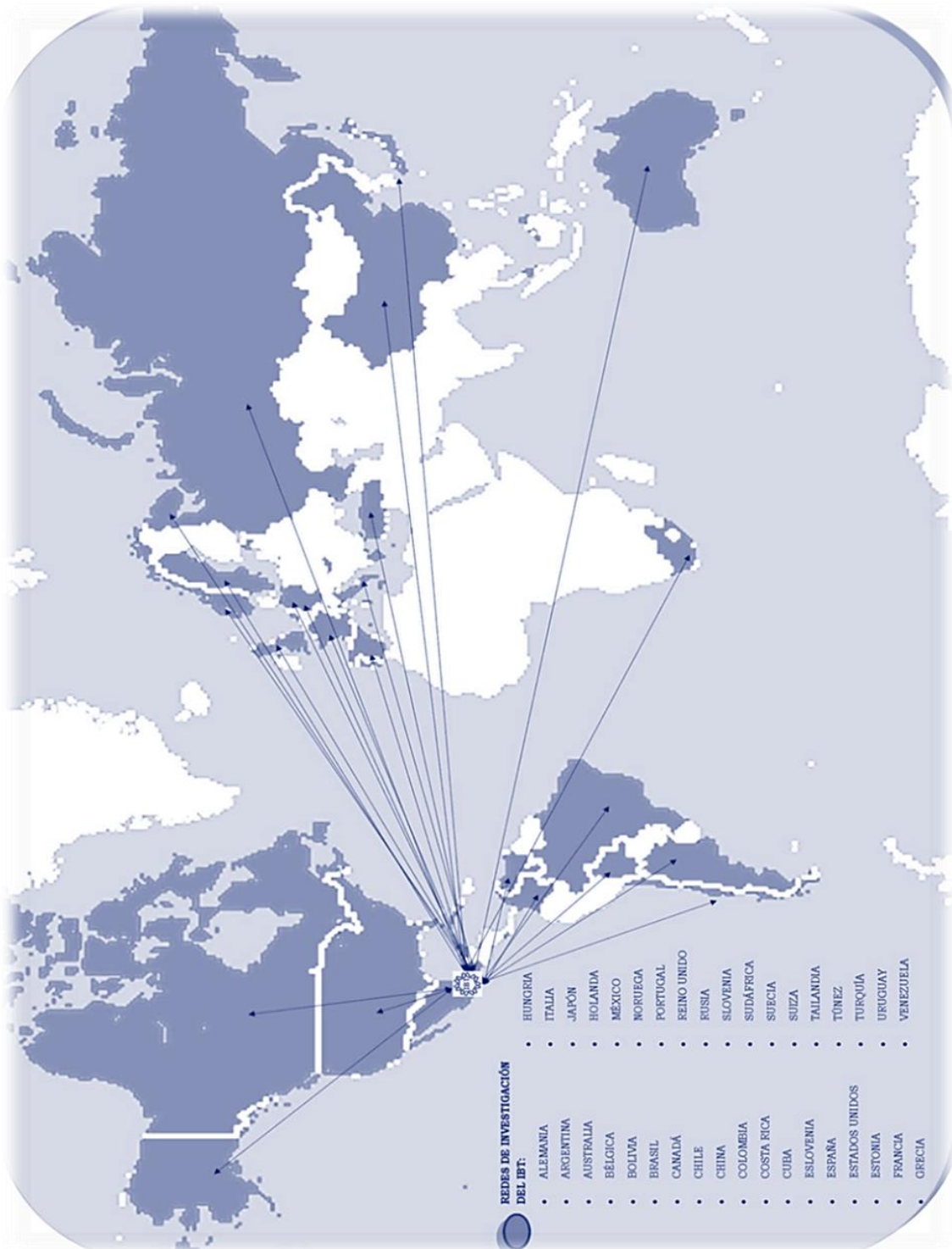
Fuente: Informe IBt, 2013.

Colaboración IBT con Dependencias UNAM 2004-2013



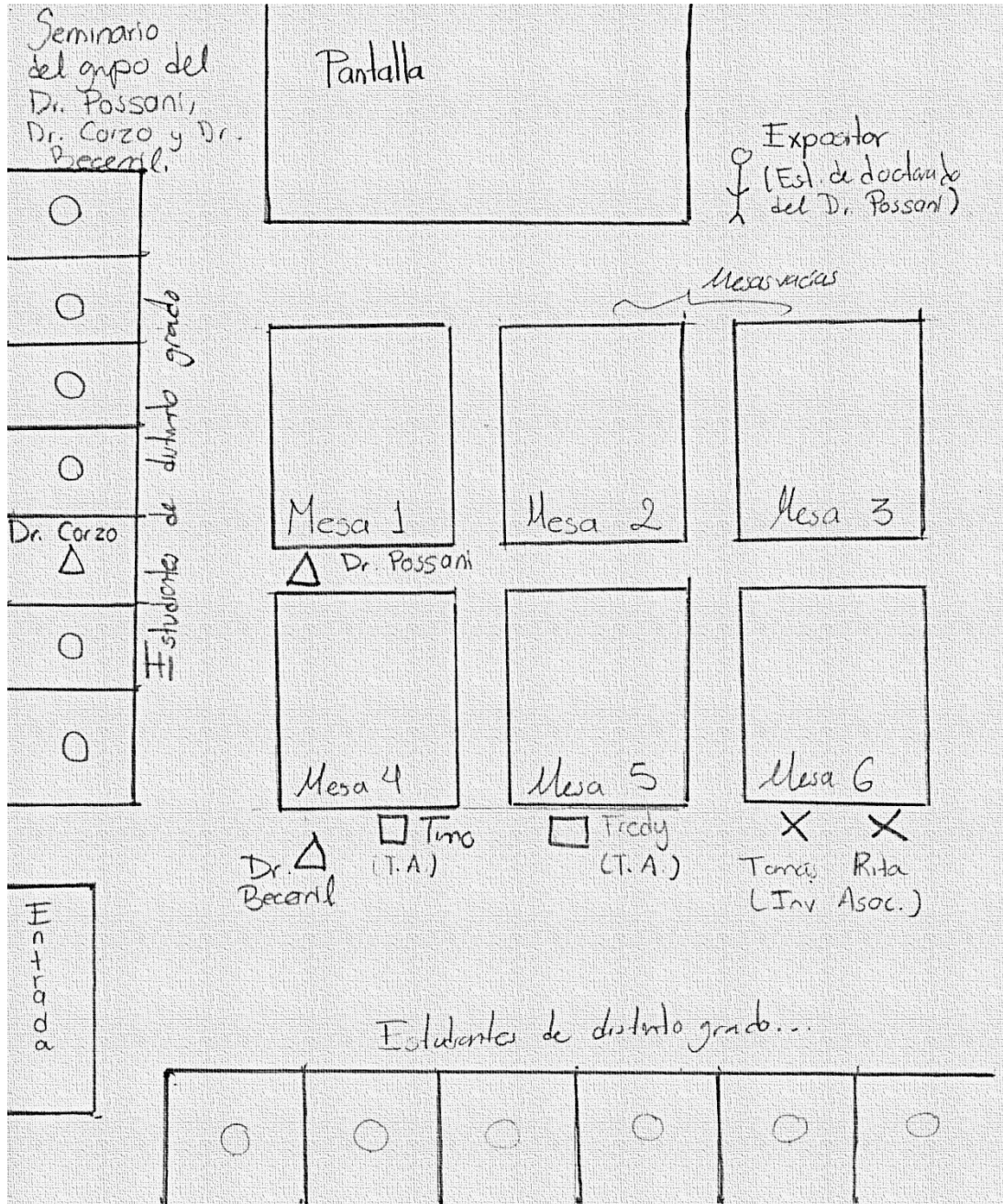
Fuente: Informe IBt, 2013.

Cuadro 11. Mapa de redes de colaboración del IBt a nivel internacional.



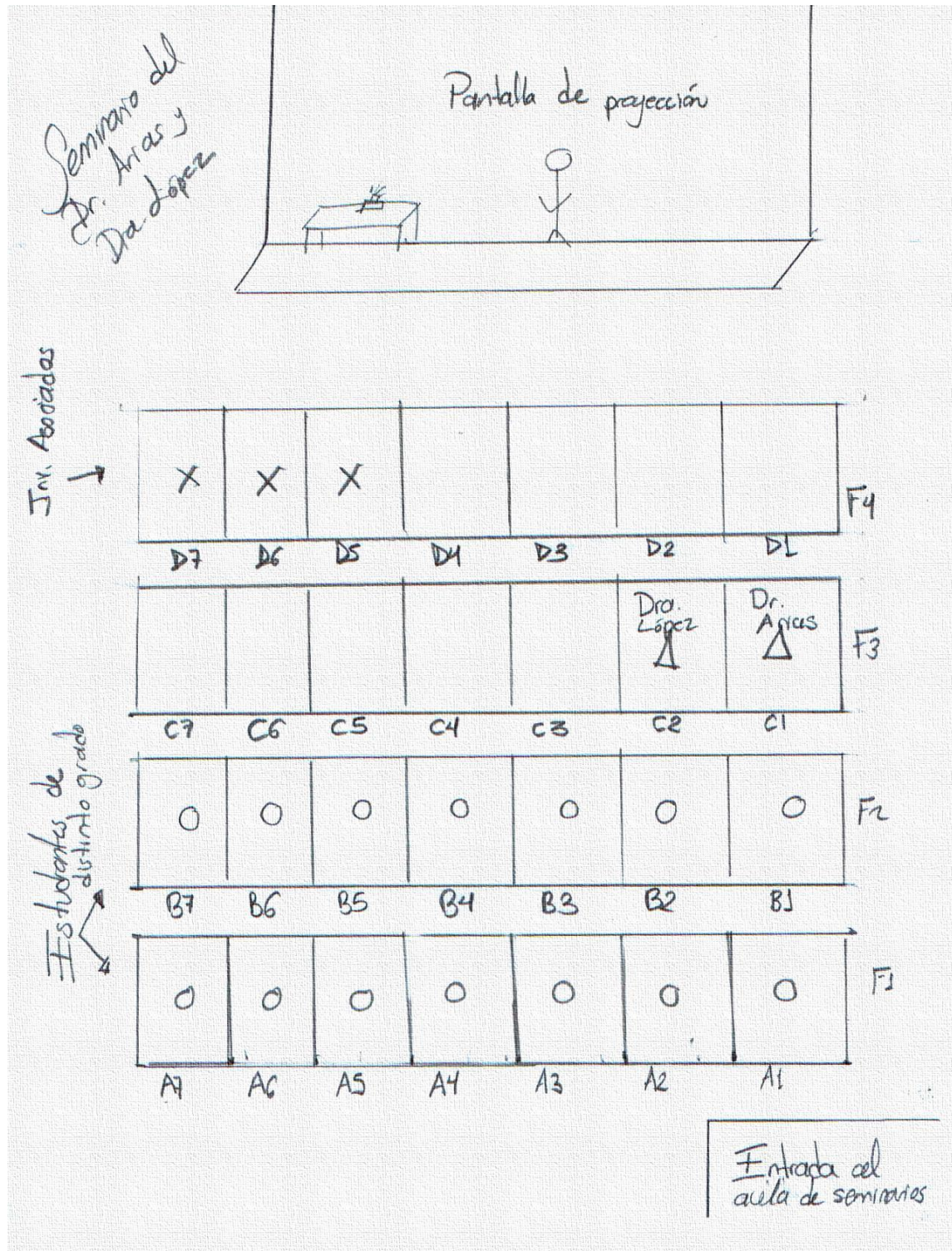
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Ejemplo de espacio y ubicación de los sujetos en un seminario- Seminario del consorcio: Possani- Becerril- Corzo.



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de las observaciones en seminarios.

Cuadro 12.1. Ejemplo de espacio y ubicación de los sujetos en un seminario- Seminario del consorcio: Arias- López.

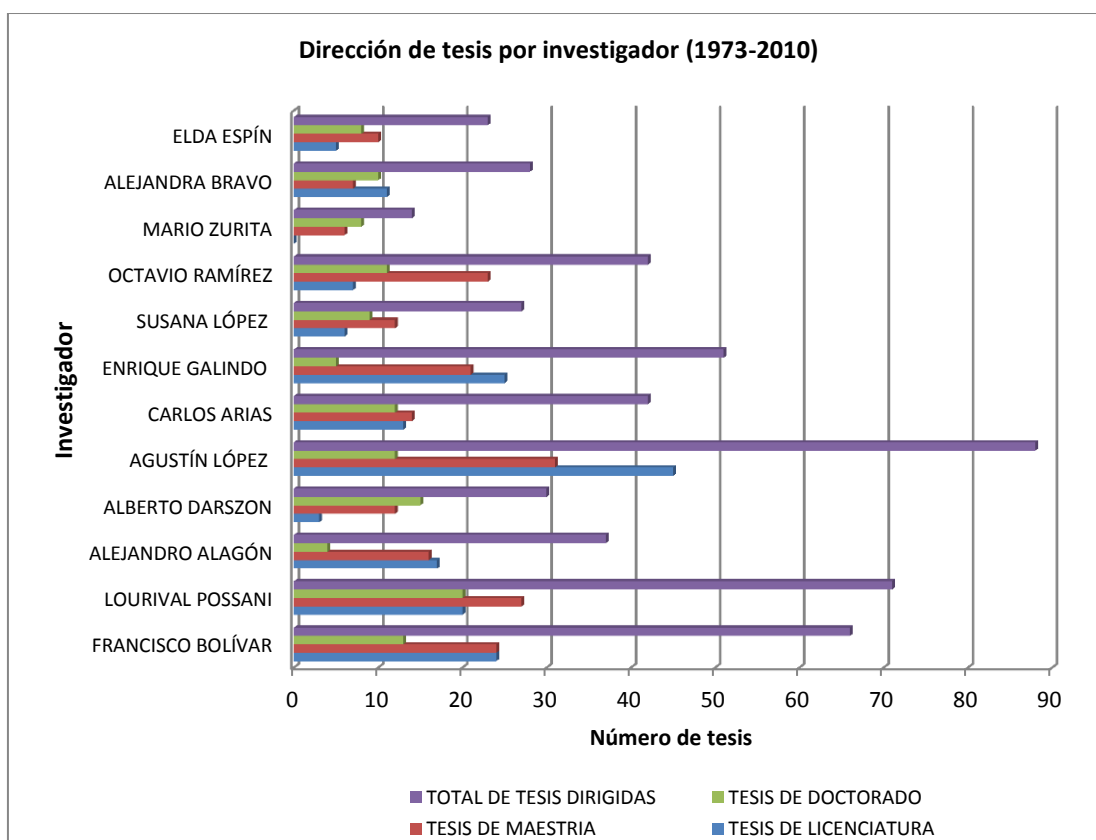


Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de las observaciones en seminarios.

Cuadro 13. Experiencia en formación de recursos humanos: Dirección de tesis por investigador (periodo: 1973-2010).

INVESTIGADOR	TESIS DE LICENCIATURA	TESIS DE MAESTRIA	TESIS DE DOCTORADO	TOTAL DE TESIS DIRIGIDAS
MARIO ZURITA	0	6	8	14
ALBERTO DARSZON	3	12	15	30
ELDA ESPÍN	5	10	8	23
SUSANA LÓPEZ	6	12	9	27
OCTAVIO RAMÍREZ	7	23	11	42
ALEJANDRA BRAVO	11	7	10	28
CARLOS ARIAS	13	14	12	42
ALEJANDRO ALAGÓN	17	16	4	37
LOURIVAL POSSANI	20	27	20	71
FRANCISCO BOLÍVAR	24	24	13	66
ENRIQUE GALINDO	25	21	5	51
AGUSTÍN LÓPEZ	45	31	12	88

Fuente: Elaboración propia, con información derivada del CV.



Fuente: Elaboración propia, con información derivada del CV.

Cuadro 14. Producción científica: Publicaciones de los 12 investigadores entrevistados del IBt.

INVESTIGADOR	PUBLICACIONES
FRANCISCO BOLÍVAR	<ul style="list-style-type: none"> - En el CVU obtenido de la página del SIICYT, se encontraron las siguientes publicaciones: 118 artículos, 55 capítulos de libros y 17 libros. - El Dr. Bolívar ha publicado 118 artículos en 50 revistas diferentes, pero a continuación se muestran las revistas en las que más artículos ha publicado: Gene, Biotechnology and Bioengineering, Journal of Molecular Microbiology & Biotechnology, Applied and Environmental Microbiology, Biotechniques y FEBS Letters. - De los artículos publicados, se revisó año por año para identificar los coautores más frecuentes. Al analizar dicha información, me percaté de que la mayoría de las publicaciones del Dr. Bolívar son coautorías con las personas que él mismo formó académicamente. Cabe señalar que de estas personas, no todas trabajan o colaboran en el grupo del Dr. Bolívar, sino que pertenecen a otros grupos de investigación.
ENRIQUE GALINDO	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo con el CVU, el Dr. Galindo ha escrito: 103 artículos (de 1988 al 2010), 28 capítulos de libros (de 1984 al 2008, de los cuales es autor único de 10 capítulos, autor principal de 7 y en 8 capítulos se coloca en última posición de autores. Asimismo, ha publicado 7 reseñas (entre 1994 y 2002), de las cuales 6 son de tipo informativo y 1 de crítica de libro. 28 capítulos de libros) y 7 reseñas. - De los 103 artículos publicados, en un artículo aparece como autor único, mientras que en 16 aparece en primera posición y en 54 aparece en última posición. No se cuenta con el registro completo de los países a los que pertenecen las revistas en las que ha publicado, sin embargo, en algunas publicaciones se observa que ha escrito en revistas de México, Colombia, Canadá y Estados Unidos. - Según el CVU, el Dr. Galindo empieza a publicar en 1988 en la "Revista Biotechnology Progress" (en última posición como autor), donde comparte el crédito con Beatriz Torrestiana (quien acababa de terminar su maestría en ese mismo año), con quien escribiría 5 artículos (de 1988 a 1990). Pero es evidente que el Dr. Galindo, actualmente, sigue publicando en las revistas donde en un principio lo hacía (sobre todo en revistas de Estados Unidos). Y en la revista APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, donde formó parte del Comité Editorial, ha publicado 9 artículos (entre 1988 y 2004). A continuación se enlistan las revistas en las que ha publicado, según la frecuencia: APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, BIOTECHNOLOGY PROGRESS, ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY, PROCESS BIOCHEMISTRY, BIOPROCESS ENGINEERING, BIOTECHNOLOGY LETTERS, JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY, BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING y JOURNAL OF APPLIED MICROBIOLOGY.
LOURIVAL POSSANI	<ul style="list-style-type: none"> - En el CVU del Dr. Possani, se menciona que ha publicado: 245 artículos en revistas arbitradas o indexadas (de 1970 al 2009), de las cuales 211 son internacionales y están indexadas en el Science Citation Index. Asimismo su obra publicada comprende 18 capítulos de libros (de 1970 al 2008) y 1 libro publicado (en el 2009). Su trabajo ha sido citado más de 4000 veces por otros investigadores. - Cabe mencionar que ha escrito en más de 80 revistas diferentes, pero las revistas en donde tiene más artículos publicados son: Toxicon, FEBS Letters, European Journal of Biochemistry, Biochemical Biophysical Research Communication, Biochemical Journal, Biochemistry, Biochimica et Biophysica Acta (BBA), Journal of Biological Chemistry y Biochimie.
ALEJANDRO ALAGÓN	<ul style="list-style-type: none"> - El Dr. Alagón también ha hecho contribuciones substanciales al conocimiento de la bioquímica de venenos de especies mexicanas y de la genética molecular, mayormente, de la ruta secretoria de la amiba histolítica. Tiene más de 80 publicaciones, la mayoría en revistas de circulación internacional (con más de 700 citas). - De acuerdo al CVU del Dr. Alagón, según el SIICYT, ha publicado 99 artículos en revistas arbitradas o indexadas (de 1976 al 2010) y 11 capítulos de libros (entre 1977 al 2007). - El Dr. Alagón ha escrito en más de 40 revistas diferentes, pero las que a continuación se indican son en las que más ha publicado: TOXICON, ARCH. MED. RES., MOL. BIOCHEM. PARASITOL., EXP. PARASITOL., BIOCHEMISTRY y GAC. MED. MEX..
CARLOS ARIAS	<ul style="list-style-type: none"> - De 1981 al 2010 ha publicado 109 artículos en revistas de circulación internacional de alto impacto, entre las que se encuentran el Journal of Virology, Virology, Nucleic Acids Research, Journal of Molecular Biology, Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, EMBO Reports y Trends in Microbiology. - Sus trabajos han sido citados en más de 1300 ocasiones en la literatura mundial. Fue editor huésped de un número especial de Virus Research sobre Interferencia de RNA en virus animales y actualmente es miembro del comité editorial del Journal of Virology y de Virology, las dos revistas especializadas más importantes del área. - Ha escrito en revistas nacionales y extranjeras, principalmente de: Estados Unidos,

	<p>Austria, Países Bajos, Francia, Suiza y Brasil. En revistas de Estados Unidos es donde ha publicado la mayoría de sus artículos (97 artículos): JOURNAL OF VIROLOGY (35 artículos), VIROLOGY (10 artículos), J. CLIN. MICROBIOL (6 artículos), CLIN.DIAG. LAB. IMMUNOL, GENE, ARCHIVES OF MEDICAL RESEARCH, NUCL. ACIDS. RES., FEMS IMMUNOL. MED. MICROBIOL., J. CELL SCI., J. DAIRY SCI., J.MOL. BIOL. y PROC. NATL. ACAD. SCI. USA. Mientras que en México sólo ha publicado 9 artículos en 9 distintas revistas. Cabe mencionar que a lo largo de su trayectoria, se ha mantenido escribiendo en las mismas revistas donde publicó sus primeros artículos. Las publicaciones de artículos aumentaron a partir de 1993, pero del 2000 al 2006 fue un periodo de mayor productividad.</p> <p>De los 109 artículos publicados, Carlos Arias es autor único en 1 artículo, autor principal de 18 artículos y en 48 artículos aparece en última posición. Entre los investigadores con los que ha compartido coautorías destacan: Susana López Charretón (85 artículos de 1981 al 2010), E. Méndez (20 artículos de 1986 al 2010), Pavel Isa (16 artículos de 1997 al 2010), R. Espejo (7 artículos de 1981 a 1988) y M. Lizano (2 artículos).</p> <p>- Ha escrito 14 capítulos de libros del 2001 al 2010, la mayoría en México; aunque también en Estados Unidos y Holanda. De los 14 capítulos, sólo en 1 aparece como único autor, en 4 capítulos como autor principal y en 8 capítulos figura en última posición.</p>
<p>SUSANA LÓPEZ CHARRETON</p>	<p>- La Dra. López ha publicado 96 artículos en revistas de circulación internacional de alto impacto, entre las que se encuentran: el Journal of Virology, Virology, Nucleic Acids Research, Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, EMBO Reports y Trends in Microbiology (la mayoría de esos artículos los ha escrito con el Dr. Arias).</p> <p>- Sus trabajos han sido citados en más de 1,500 ocasiones en la literatura mundial. Ha escrito en revistas nacionales y extranjeras, principalmente de: Estados Unidos (65 artículos), México (8 artículos), Holanda (4 artículos) y Reino Unido (9 artículos). En donde ha publicado la mayoría de sus artículos (65 artículos) es en revistas de Estados Unidos es: JOURNAL OF VIROLOGY (34 artículos), VIROLOGY (10 artículos), J. CLIN. MICROBIOL (6 artículos), VIRUS RESEARCH (6 artículos), J. GEN. VIROL. (5 artículos) y ARCH. VIROL. (4 artículos). Cabe mencionar que a lo largo de su trayectoria, se ha mantenido escribiendo en las mismas revistas donde publicó sus primeros artículos.</p> <p>- De los 96 artículos publicados, la Dra. López en ningún artículo aparece como único autor; mientras que, en 16 aparece como autor principal, en 31 en penúltima posición y en 30 artículos aparece en última posición.</p> <p>- La Dra. López ha escrito 10 capítulos (1980-2010) en libros de editoriales de México, Holanda y Estados Unidos.</p>
<p>AGUSTÍN LÓPEZ</p>	<p>En el CVU se tienen registrados 109 artículos (de 1980 al 2010) y 12 capítulos de libros (de 1982 al 2006). En cuanto a los artículos: sólo en 1 aparece como autor único, en 3 aparece como autor principal, en 51 artículos tiene la última posición entre los autores y en el resto de los artículos ocupa posiciones intermedias. Es editor y autor del libro "Biotecnología Alimentaria" de Editorial LIMUSA (1993) y de los libros de divulgación: "Alimentos: del Tianguis al Supermercado" y "Alimentos Transgénicos" (2001) ambos dentro de la colección "Viaje al Centro de la Ciencia" ADN y CONACULTA (1995); "La Biotecnología" dentro de la colección "Tercer Milenio" también de CONACULTA (2000). Es autor de diversos artículos de divulgación y miembro del Comité Científico de la revista ¿Cómo ves?</p> <p>- De acuerdo al CVU, se tiene el registro de 109 artículos publicados en 54 revistas diferentes (de 1980 al 2010). Pero es evidente que el Dr. López Munguía, actualmente, sigue publicando en las revistas donde en un principio lo hacía. A continuación se enlistan las revistas en las que ha publicado, según la frecuencia: BIOTECHNOLOGY LETTERS, ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY, ENZYME ENGINEERING, BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING, JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, APPLIED BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY, JOURNAL OF THE AMERICAN OIL CHEMICAL SOCIETY, PROCESS BIOCHEMISTRY, BIOCATALYSIS AND BIOTRANSFORMATION y JOURNAL OF FOOD SCIENCE.</p> <p>- De los 12 capítulos publicados en 10 libros (de 1982 al 2006), el Dr. López Munguía aparece en 8 en última posición y sólo en 2 capítulos como autor único. Cabe mencionar que de los 12 capítulos 8 están publicados en editoriales extranjeras (de Estados Unidos y Francia) y 2 en México por la UNAM.</p>
<p>ALBERTO DARSZON</p>	<p>- En el CVU derivado del SIICYT, se menciona que el Dr. Darszon ha publicado 161 artículos; sin embargo, me percaté de que algunos registros se repetían y, en realidad, sólo hay registro de: 145 artículos, 22 capítulos de libros y 10 libros publicados de 1976 al 2010.</p> <p>- El Dr. Darszon ha escrito en más de 50 revistas diferentes, pero en las que más artículos publicados tiene es en las siguientes: FEBS Letters, Biochemical and Biophysical Research Communicat, Eur. J. Biochem., Biochemistry, Biochimica et</p>

	Biophysica Acta, Zygote, Proc. Nat. Acad. Sci. USA., Arch. Sci. Gêneve y Biochem. Biophys.
OCTAVIO RAMÍREZ	<p>- De acuerdo con el CVU, de 1987 al 2011, el Dr. Ramírez ha tenido 89 publicaciones internacionales y nacionales (de artículos), en revistas tanto arbitradas, indizadas y no arbitradas. A la fecha sus publicaciones han recibido más de 370 citas en la literatura científica.</p> <p>- De los 89 artículos publicados en 40 revistas diferentes, el Dr. Ramírez no aparece en ningún artículo como único autor; mientras que en 11 aparece como autor principal, en 34 en penúltima posición y en 39 artículos aparece en última posición. El Dr. Ramírez tiene la mayoría de sus artículos publicados en revistas de Estados Unidos (35 publicaciones), de Holanda (12 publicaciones) y de México (7 publicaciones); aunque también ha publicado en revistas de Brasil, Reino Unido, Suiza y Malasia.</p> <p>- Las revistas en las que ha publicado más artículos son: BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING, ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY, BIOTECNOLOGIA, BIOTECHNOLOGY PROGRESS, BIOTECHNOLOGY LETTERS, BIOCHEMICAL ENGINEERING JOURNAL y MICROBIAL CELL FACTORIES.</p> <p>- El CVU indica que el Dr. Ramírez ha publicado 25 capítulos (de 1994 al 2009), en 5 de los cuales aparece como autor único, mientras que en 3 como autor principal y en 13 en última posición. Las editoriales de los libros donde están publicados los capítulos son de los siguientes países: México (10 capítulos), Estados Unidos (5 capítulos), Holanda (6 capítulos), Japón (1 capítulo) y Reino Unido (1 capítulo).</p>
MARIO ZURITA	<p>- De acuerdo con el CVU, de 1984 al 2011, el Dr. Ramírez ha tenido 46 publicaciones internacionales y nacionales (de artículos), en revistas tanto arbitradas como indizadas. No se tiene la información completa de 19 registros, pero de los registros encontrados destaca que la mayoría de los artículos están publicados en revistas de Estados Unidos (21 artículos), 4 en México y 2 en Alemania.</p> <p>- De los 46 artículos publicados, el Dr. Zurita aparece en 3 artículos como único autor; mientras que en 8 aparece como autor principal y en 22 artículos aparece en última posición. Cabe destacar que la mayoría de sus coautores son del IBt. Ha escrito 19 artículos en coautoría con el Dr. Enrique Reynaud (de 1997 al 2011), 9 artículos con Martha Vázquez (Investigadora SNI I del IBt, actualmente, trabaja en el grupo del Dr. Zurita), 6 artículos con el Dr. E. Merino (Investigador SNI III, del Departamento de Microbiología Molecular del IBt), 5 con el Dr. Possani, 5 artículos con el Dr. J. Aguilar Fuentes (Ex colaborador y ex alumno del grupo del Dr. Enrique Reynaud), 4 artículos con D. Bieber, 4 con el Dr. Bolívar, 4 con E. Mansour, 4 con L. Perezgasca, 3 con el Dr. Alagón, 3 con el Dr. Xavier Soberón (Investigador SNI III, del Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis (que está a cargo del Dr. Enrique Galindo), 3 con Paul Lizardi (ex colaborador y ex alumno del IBt) y 2 artículos con la Dra. Bertha Michel.</p> <p>- El Dr. Zurita ha publicado 46 artículos en 31 revistas diferentes (arbitradas e indizadas), pero las revistas en que más artículos ha publicado son: DEVELOPMENT, GENES AND EVOLUTION; MOLECULAR AND BIOCHEMICAL PARASITOLOGY; TOXICON; CELLULAR AND MOL. LIFE SCI.; DEVELOPMENTAL BIOLOGY; DNA REPAIR; FEBSS. LETT; GENE; GENESIS; INSECT MOLECULAR BIOLOGY; JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY; y MOLECULAR BIOLOGY OF THE CELL.</p> <p>- El CVU indica que el Dr. Zurita ha publicado 4 capítulos (de 1998 al 2010), en 2 de los cuales aparece como autor único, mientras que en los otros 2 aparece en última posición.</p>
ELDA ESPÍN OCAMPO	<p>- Ha publicado 42 artículos en revistas internacionales con arbitraje riguroso, tres capítulos en libros internacionales, 10 artículos en libros de memorias de congresos internacionales y tres capítulos en libros nacionales. Sus publicaciones han sido citadas 577 veces.</p> <p>- De acuerdo con el CVU, la Dra. Espín Ocampo ha publicado: 55 artículos (de 1978 al 2011) y 9 capítulos en libros (de 1974 al 2008).</p> <p>- Cabe mencionar que funge como Revisor de revistas internacionales de gran prestigio especializadas en microbiología como: Journal of Bacteriology, FEMS Microbiology Letters, Archives in Microbiology, Applied and Environmental Microbiology, Biochimie y Research in Microbiology.</p>
MARIA ALEJANDRA BRAVO DE LA PARRA	<p>- La obra publicada de la Dra. Bravo es basta y consiste de 123 artículos publicados (de 1988 al 2011) en revistas de circulación internacional de alto impacto, tales como: Science, Proceedings of the National Academy of Sciences, Annual Review in Genetics, Journal of Biological Chemistry. Asimismo ha escrito 31 capítulos en libros (publicados de 1988 al 2011), que han recibido más de 1900 citas en la literatura internacional.</p>

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

Cuadro 15. Ejemplo de publicaciones en revistas de prestigio (continuidad y diversidad de campos de conocimiento): Artículos publicados por el Dr. Alberto Darszon Israel (periodo: 1976-2010).

No.	AÑO	REVISTA	TIPO DE REVISTA	POSICIÓN DEL AUTOR	CAMPO DISCIPLINARIO
1	1976	Mitochondria, Biogenergetics, Biogenesis	Arbitrada	1 de 2	Ciencias de la vida/ Bioquímica
2	1976	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
3	1977	FEBS Letters	Arbitrada	1 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
4	1977	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	1 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
5	1977	Proc. Nat. Acad. Sci. USA.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
6	1977	Nature	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
7	1977	Nature	Arbitrada	1 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
8	1978	J. Mem. Biol.	Arbitrada	1 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
9	1979	J. Cell Biol.	Arbitrada	1 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
10	1979	FEBS Letters	Arbitrada	1 de 2	Ciencias de la vida/ Bioquímica
11	1979	Biochemistry	Arbitrada	1 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
12	1980	Annals New York, Acad. Sci.	Arbitrada	Único autor	Ciencias de la vida/ Bioquímica
13	1980	Proc. Nat. Acad. Sci. USA.	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
14	1981	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	1 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
15	1981	Quart. Revs. Biophys.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
16	1982	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	1 de 2	Ciencias de la vida
17	1982	Ciencia. Revista de la Academia de la inv. Cient.	Arbitrada	1 de 2	Ciencias de la vida/ Bioquímica
18	1982	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
19	1982	Vision Res.	Arbitrada	Único autor	Ciencias de la vida/ Bioquímica
20	1983	J Biol Chem.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
21	1983	Gamete Res.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
22	1983	J. Bioenergetics and Biomembranes	Arbitrada	Único autor	Ciencias de la vida/ Bioquímica
23	1984	J Biol Chem.	Arbitrada	3 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
24	1984	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
25	1984	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	1 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
26	1985	Biochimica et Biophysica Acta	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
27	1985	Developmental Biology	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
28	1985	FEBS Letters	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
29	1985	Developmental Biology	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
30	1986	Ionic. Channels in Cells and Model Systems	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
31	1986	Methods in Enzymology	Arbitrada	Único autor	Ciencias de la vida/ Bioquímica
32	1986	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	3 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
33	1986	FEBS Letters	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica

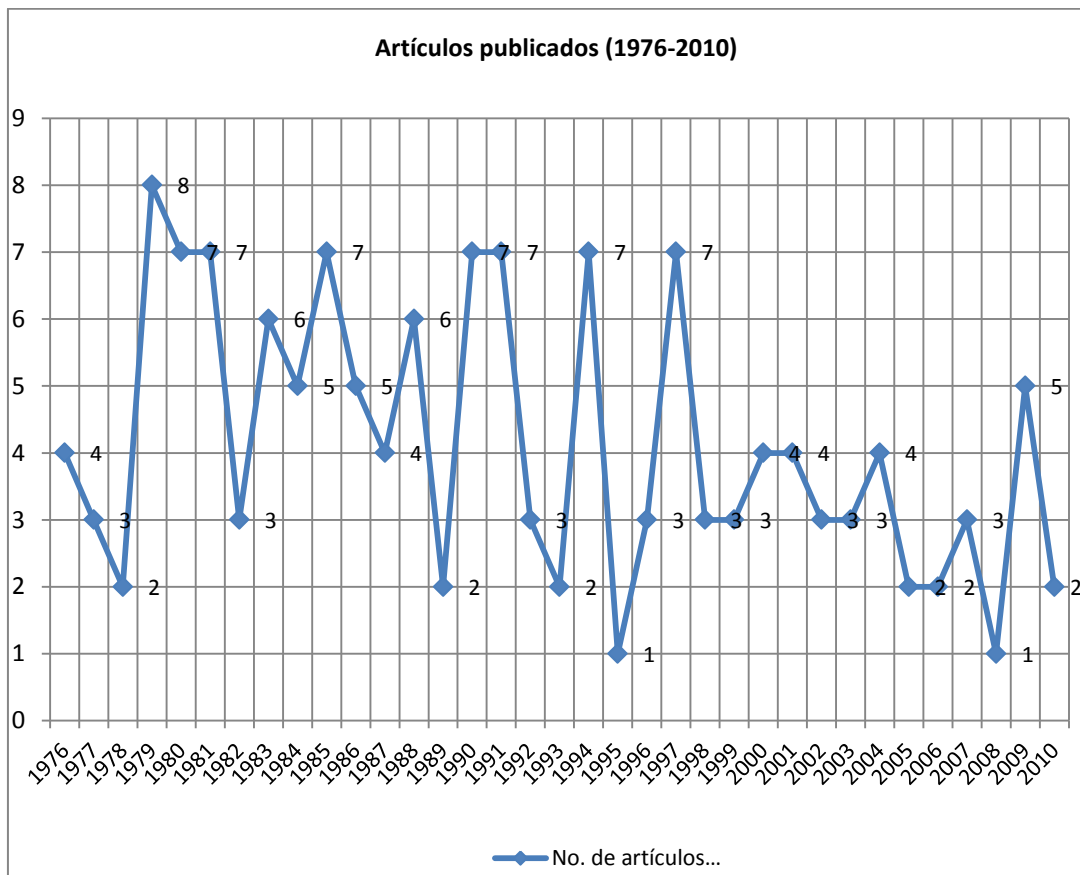
34	1987	FEBS Letters	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
35	1987	Developmental Biology	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
36	1987	FEBS Letters	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
37	1988	News Physiol. Sci.	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
38	1988	Biochimica et Biophysica Acta	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
39	1988	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	1 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
40	1989	Biochemistry	Arbitrada	2 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
41	1989	Arch. Biochem. Biophys.	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
42	1989	Biochimica et Biophysica Acta	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
43	1989	J Biol Chem.	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
44	1989	Biophysics J.	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
45	1989	FEBS Letters	Arbitrada	5 de 6	Ciencias de la vida/ Bioquímica
46	1989	Amer. Physiol. Soc.	Arbitrada	6 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
47	1990	J. Gen. Physiol.	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
48	1990	Biochemistry	Arbitrada	2 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
49	1990	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	2 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
50	1991	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	4 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
51	1992	Developmental Biology	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
52	1992	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	4 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
53	1992	Proc. Nat. Acad. Sci. USA.	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
54	1992	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	4 de 7	Ciencias de la vida/ Bioquímica
55	1992	Biomolecules in organic solvents	Arbitrada	1 de 2	Ciencias de la vida/ Bioquímica
56	1992	Biotechnology Bioengineering	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
57	1992	Arch. Sci. Gêneve	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
58	1993	Molecular Reproduction and Development	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
59	1993	FEBS Letters	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
60	1994	Eur. J. Biochem.	Arbitrada	2 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
61	1994	Methods a Companion to Methods in Enzymology	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
62	1994	FEBS Letters	Arbitrada	2 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
63	1995	Comp. Biochem. Physiol.	Arbitrada	6 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
64	1995	FEBS Letters	Arbitrada	2 de 5	Ciencias de la vida/ Biofísica
65	1995	Biochemistry	Arbitrada	4 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Molecular
66	1995	European Journal Cell Biol.	Arbitrada	7 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
67	1995	Zygote	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica

68	1995	Development Growth Differentiation	Arbitrada	7 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
69	1995	FEBS Letters	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
70	1996	Am. J. Physiol.	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
71	1996	Developmental Biology	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
72	1996	Ciencia y Desarrollo (CONACyT)	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
73	1996	In Aip Conference Proceeding, Cam Physics Meeting	Arbitrada	1 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
74	1996	Biochemistry	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
75	1996	FEBS Letters	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Bioquímica
76	1996	Biochemistry	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Bioquímica
77	1997	Biochimica et Biophysica Acta	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
78	1997	FEBS Letters	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
79	1998	Zygote	Arbitrada	5 de 6	Ciencias de la vida/ Bioquímica
80	1998	J. Gen. Physiol.	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
81	1998	FEBS Letters	Arbitrada	4 de 6	Ciencias de la vida/ Bioquímica
82	1998	J. Physiology	Arbitrada	2 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
83	1998	Zygote	Arbitrada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
84	1998	Biochimica et Biophysica Acta	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
85	1999	Arch. Sci. Gêneve	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
86	1999	Arch. Sci. Gêneve	Arbitrada	4 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
87	1999	Developmental Biology	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
88	1999	FEBS Letters	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
89	2000	Photosynthetica	Arbitrada	2 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
90	2000	FEBS Letters	Arbitrada	8 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
91	2000	Developmental Biology	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Biología Celular
92	2000	Developmental Biology	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
93	2000	Molec. Biol. Cell	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
94	2001	FEBS Letters	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
95	2001	Developmental Biology	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
96	2001	FEBS Letters	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
97	2001	Developmental Biology	Arbitrada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
98	2001	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
99	2001	Developmental Biology	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
100	2001	Developmental Biology	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
101	2002	Biophysics J.	Arbitrada	12 de 14	Ciencias de la vida/ Bioquímica
102	2002	J Biol Chem.	Arbitrada	6 de 7	Ciencias de la vida/ Bioquímica
103	2002	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	9 de 10	Ciencias de la vida/ Bioquímica
104	2002	FEBS Letters	Arbitrada	3 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica

105	2002	Zygote	Arbitrada	8 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
106	2003	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
107	2003	FEBS Letters	Arbitrada	8 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
108	2003	J. Cell Biol.	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
109	2003	J Biol Chem.	Arbitrada	8 de 9	Ciencias de la vida/ Biología Celular
110	2003	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Bioquímica
111	2003	J. Physiology	Arbitrada	2 de 2	Ciencias de la vida/ Bioquímica
112	2004	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
113	2004	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	9 de 9	Ciencias de la vida/ Biología Celular
114	2004	FEBS Letters	Arbitrada	10 de 10	Ciencias de la vida/ Bioquímica
115	2005	FEBS Letters	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Bioquímica
116	2005	FEBS Letters	Arbitrada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
117	2005	J. Neurosci.	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
118	2005	J. Cell Biol.	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
119	2005	International Review of Cytology	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
120	2005	Gene	Arbitrada	3 de 4	Ciencias de la vida/ Biología Celular
121	2005	Zoolog. Sci.	Arbitrada	7 de 9	Ciencias de la vida/ Biología Celular
122	2006	BioTechniques	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
123	2006	Cell Calcium	Arbitrada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
124	2006	J. Cell Physiology	Arbitrada	3 de 3	Ciencias de la vida/ Biología Celular
125	2006	Reproduction	Arbitrada	1 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
126	2006	J Biol Chem.	Arbitrada	8 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
127	2006	Developmental Biology	Arbitrada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
128	2006	J. Cell Physiology	Arbitrada	4 de 4	Ciencias de la vida/ Bioquímica
129	2007	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Indizada	6 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
130	2007	J Biol Chem.	Indizada	8 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
132	2007	Developmental Biology	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
132	2007	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
133	2007	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	7 de 8	Ciencias de la vida/ Biología Celular
134	2007	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
135	2007	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Arbitrada	7 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular
136	2007	J. Mem. Biol.	Arbitrada	3 de 7	Ciencias de la vida/ Biología Celular

137	2008	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Indizada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
138	2008	Int. J. Dev. Biol.	Indizada	1 de 5	Ciencias de la vida/ Biología Celular
139	2009	PubMed PMID	Sin arbitraje	2 de 10	Ciencias de la vida/ Bioquímica
140	2009	Biochem. Biophys.	Sin arbitraje	8 de 8	Ciencias de la vida/ Bioquímica
141	2009	Biochim. Biophys.	Arbitrada	5 de 5	Ciencias de la vida/ Bioquímica
142	2010	Developmental Biology	Indizada	6 de 6	Ciencias de la vida/ Biología Celular
143	2010	Biochemical and Biophysical Research Communicat	Indizada	7 de 8	Ciencias de la vida/ Fisiología Humana
144	2010	FEBS Letters	Arbitrada	5 de 6	Ciencias de la vida/ Bioquímica
145	2010	J Biol Chem.	Arbitrada	4 de 6	Ciencias de la vida/ Bioquímica

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

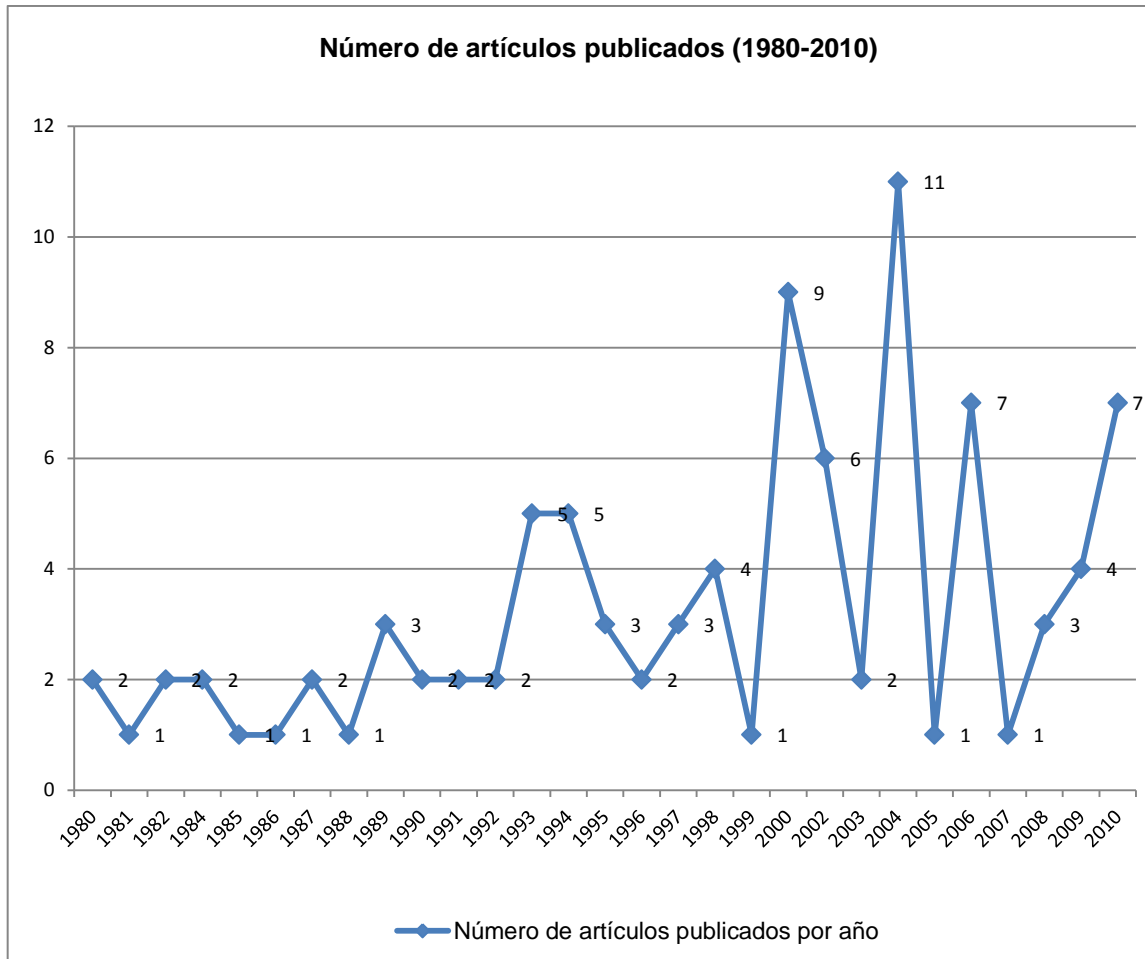
Cuadro 16. Ejemplo de publicaciones en revistas de prestigio en un campo de especialización específico (continuidad en un campo disciplinario y colaboración en otros países): Artículos publicados por la Dra. Susana López Charreton (periodo: 1980-2010).

REVISTA	No. ARTÍCULOS	AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE REVISTA	PAÍS
JOURNAL VIROLOGY	34	1981, 1982, 1984, 1986, 1988, 1989, 1991-1997, 2000, 2002, 2003, 2004 Y 26-2010	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
VIROLOGY	10	1984-1986, 1994, 1995, 1999, 2000, 2002 Y 2004	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
J. CLIN. MICROBIOL.	6	1989, 1990, 1994, 1998, 2003 Y 2004	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
VIRUS RESEARCH	6	1989, 2004, 2006, 2009 Y 2010	ARBITRADA	HOLANDA, ESTADOS UNIDOS
J. GEN. VIROL.	5	1987, 1993, 1998, 2000 Y 2005	ARBITRADA	REINO UNIDO
ARCH. VIROL.	4	1992, 1998 Y 2000	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
ARCHIVES OF MEDICAL RESEARCH	3	2002, 2006 Y 2009	ARBITRADA	MÉXICO
CLIN. DIAG. LAB. IMMUNOL.	3	1994, 1995 Y 1998	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
INFECTION AND IMMUNITY	2	1980	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
NUCL. ACID. RES.	2	1987 Y 1993	ARBITRADA	REINO UNIDO
RES. IN MICROBIOL	2	1990 Y 1994	ARBITRADA	FRANCIA
BIOCHEMICAL ENGINEERING JOURNAL.	1	2004	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
BIOTECH AND BIOENG.	1	2002	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
BOL. HOSP. INF. MEX.	1	1993	ARBITRADA	MÉXICO
CIENCIA	1	2009	SIN ARBITRAJE	MÉXICO
CURR TOP MICROBIOL IMMUNOL.	1	2006	ARBITRADA	N/D*
EMBO REPORTS.	1	2002	ARBITRADA	ALEMANIA
FUTURE VIROLOGY	1	2008	ARBITRADA	N/D
GENE	1	1993	ARBITRADA	HOLANDA
GLYCOCONJUGATE J.	1	2006	ARBITRADA	N/D
J. CELL SCI.	1	2004	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
J. DAIRY SCI.	1	2004	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
NATURE EDUCATION	1	2010	ARBITRADA	N/D*
PROC. NATL. ACAD. SCI. USA.	1	2000	ARBITRADA	ESTADOS UNIDOS
REV. LAT MICROBIOL.	1	1982	ARBITRADA	MÉXICO
REVISTA DIGITAL UNIVERSITARIA	1	2010	SIN ARBITRAJE	MÉXICO
TIP REVISTA ESPECIALIZADA EN CIENCIAS QUIMICO-BIOLÓGICAS	1	2010	SIN ARBITRAJE	MÉXICO
TRENDS IN	1	2004	ARBITRADA	REINO UNIDO

MICROBIOL.				
VIRAL IMMUNOLOGY	1		2006	ARBITRADA
N/D*	1		2008	ARBITRADA

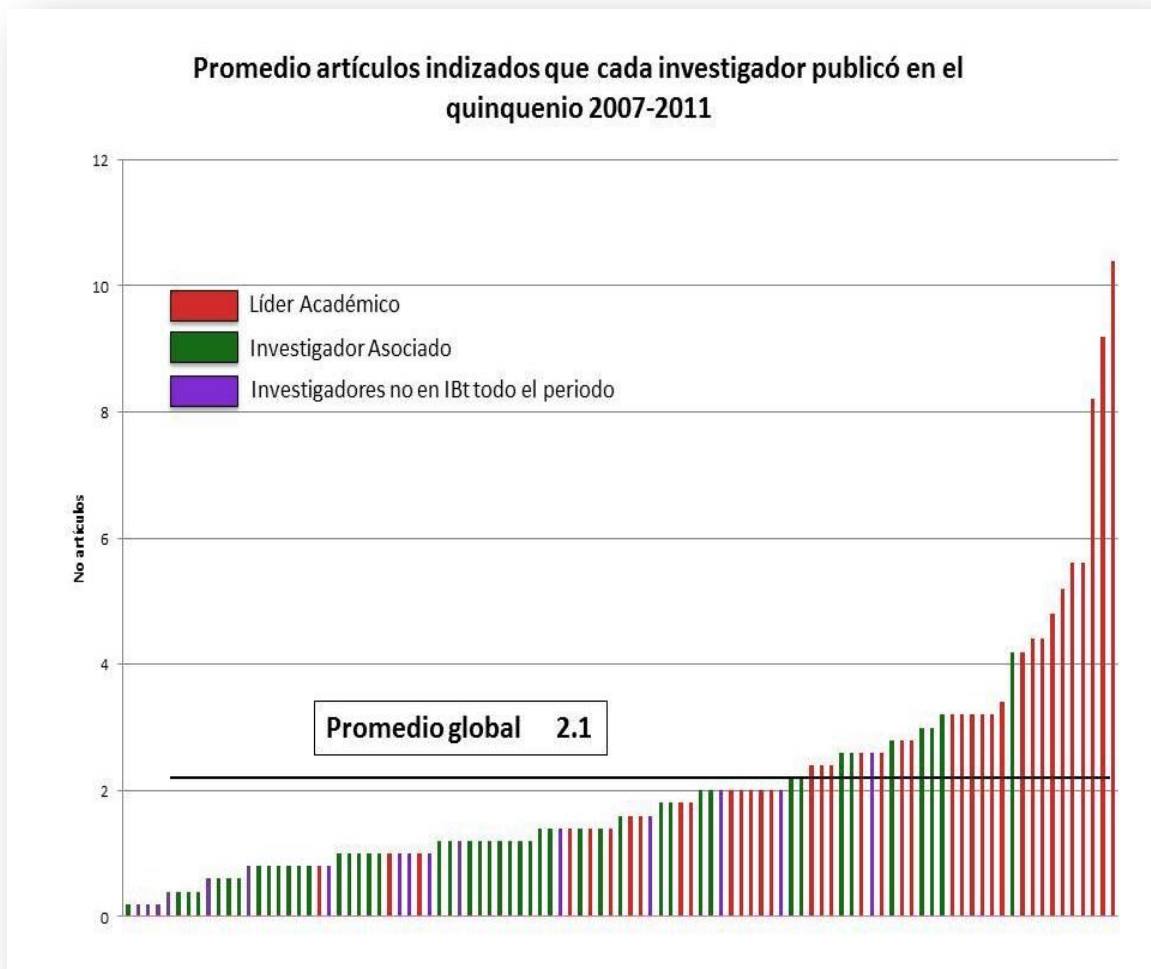
Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

*N/D = No hay dato.



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

Cuadro 17. Comparación de promedio de artículos publicados entre líderes de investigación (2007-2011).



Fuente: Datos Generales del Subsistema de la Investigación Científica compilados por la CIC, IBt-UNAM, 2013.

Cuadro 18. Ejemplo de coautorías por año de los artículos publicados del Dr. Alejandro Alagón Cano (periodo: 1977- 2010). En el siguiente cuadro, por año, aparecen las personas con las que continuamente escribió varios de sus artículos. El análisis se realizó de los 99 artículos que se reportan en su CVU obtenido por la página del SIICYT.

2010	2009	2008	2007	2006	2005
Clement, Herlinda	Chippaux, Jean-Philippe	Chippaux, Jean-Philippe	Chippaux, Jean-Philippe	Clement, Herlinda	Chippaux, Jean-Philippe
Paniagua-Solís, Jorge	Clement, Herlinda	Clement, Herlinda	Clement, Herlinda	Estevez Ramírez, Judith	De Roodt, Adolfo Rafael
Possani, L.	Corzo, Gerardo	Corzo, Gerardo	De Roodt, Adolfo Rafael	Olvera, Alejandro	Estévez Ramírez, Judith
Rodríguez de la Vega, Ricardo	De Root, Adolfo R.	Diego-García, Elia	Estévez Ramírez, Judith	Paniagua-Solís, Jorge	Olvera, Felipe
Sevcik, Carlos	Possani, L.	Possani, L.	Olvera, Alejandro	Ramos-Cerrillo, Blanca	Paniagua-Solís, Jorge
Vázquez, Hilda	Ramos-Cerrillo, Blanca	Stock, Roberto	Possani, L.	Sevcik, Carlos	Ramos, Marco A.
Wanke, Enzo	Stock, Roberto	Tytgat, Jan	Ramos-Cerrillo, Blanca	Stock, Roberto	Sánchez-López, Rosana
Zamudio, Fernando	Tytgat, Jan		Sevcik, Carlos	Vázquez, Hilda	Sevcik, Carlos
			Wanke, Enzo		Stock, Roberto
			Zamudio, Fernando		Vázquez, Hilda
2004	2003	2002	2001	2000	1999
De Roodt, Adolfo Rafael	Sevcik, Carlos	Cassab Gladys I.	Mancada, S.	Olvera, Alejandro	Paniagua-Solís, Jorge
Estévez Ramírez, Judith		Olvera, Felipe	Olvera, Alejandro	Olvera, Felipe	López-Munguía, A.
Olvera, Alejandro		Ramos Marco A.	Ramos Marco A.	Ramos Marco A.	Sánchez-González, M.
Paniagua-Solís, Jorge		Sánchez-López, Rosana	Sánchez-López, Rosana	Sánchez-López, Rosana	
Ramos-Cerrillo, Blanca		Stock, Roberto	Sevcik, Carlos	Stock, Roberto	
Stock, Roberto			Stock, Roberto		
Zamudio, Fernando					
1998	1997	1996	1995	1994	1993
Lizardi, P.	Olvera, Alejandro	Olvera, Alejandro	Possani, L.	Noeske-Jungblut, C.	Lizardi, P.
Sánchez-López, Rosana	Olvera, Felipe	Olvera, Felipe	Lizardi, P.	Haendler, B.	
Ramos Marco A.	Lizardi, P.	Lizardi, P.	Zurita, M.	Possani, L.	
Merino, E.	Stock, Roberto	Sánchez-López, Rosana	Noeske-Jungblut, C.	Sánchez-González, M.	
	Ramos Marco A.		Haendler, B.		

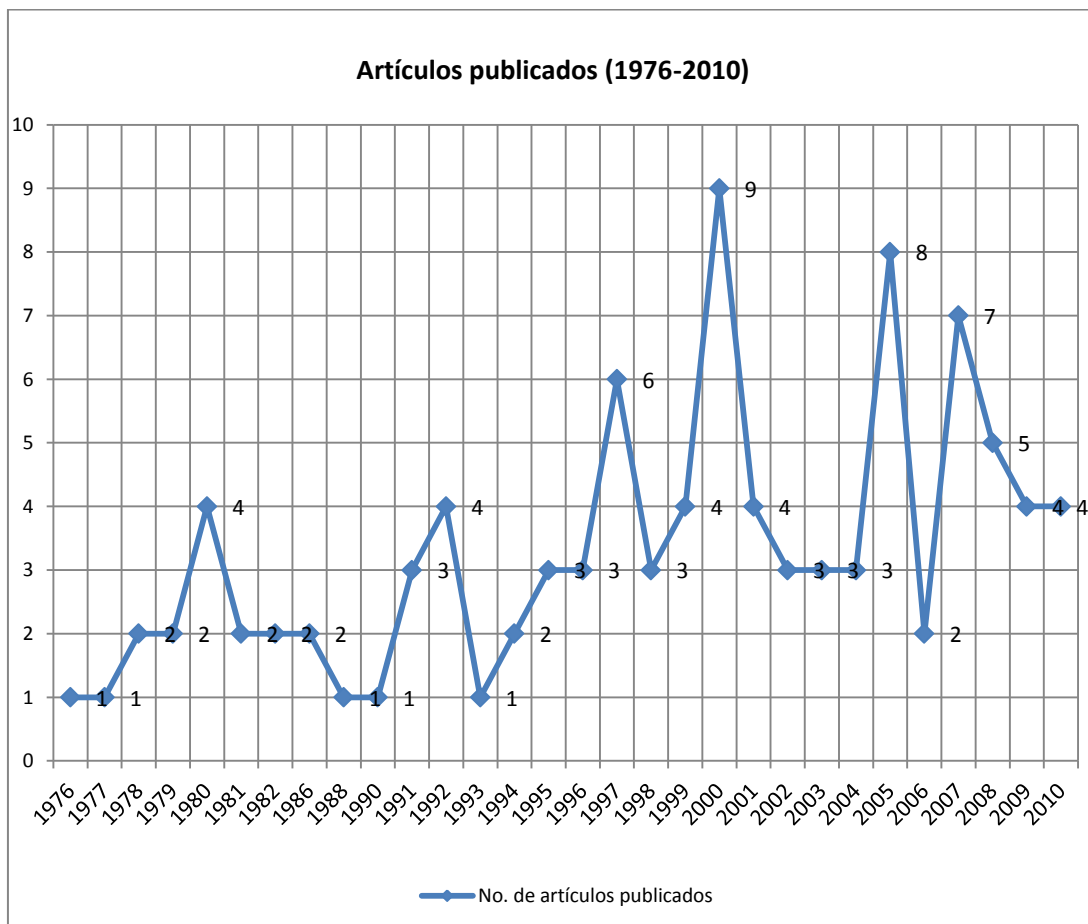
	Sánchez-López, Rosana				
1992	1991	1988	1986	1982	1981
Haendler, B.	Haendler, B.	Martin, B.	Martin, B.	Juliá, J.Z.	Possani, L.
Fletcher, M.	Lizardi, P.	Possani, L.	Possani, L.	Possani, L.	King, T. P.
Fletcher, P. L.	Zurita, M.				
Martin, B.	Reynaud, E.				
Lizardi, P.					
Zurita, M.					
1980	1979	1977			
Possani, L.	Possani, L.	Possani, L.			
Fletcher, P. L.	Fletcher, P. L.	Fletcher, P. L.			
Juliá, J.Z.	Juliá, J.Z.				
King, T. P.					

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

COAUTORES DEL DR. ALAGÓN	¿QUIÉNES SON ACTUALMENTE?
Cassab Gladys I.	Líder académico del Departamento de Biología Molecular de Plantas del IBt.
Chippaux, Jean-Philippe	Associate Clinical Investigator, Institut de Recherche pour le Developpement, Paris, France.
Clement, Herlinda	Técnico Académico del grupo del Dr. Alagón del IBt.
Corzo, Gerardo	Investigador del grupo del Dr. Possani del IBt.
De Roodt, Adolfo Rafael	Miembro del Departamento de Medicina legal y Toxicología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.
Diego-García, Elia	Excolaborador y exalumno del grupo del Dr. Possani.
Estevez Ramírez, Judith	Jefe del Departamento de Control de Muestras y Servicios del CENAVECE (Maestra en Ciencias).
Fletcher, M.	n/d
Fletcher, P. L.	n/d
Haendler, B.	n/d
Juliá, J.Z.	n/d
King, T. P.	n/d
Lizardi, Paul	Professor of Pathology. Department of Pathology. Yale University School of Medicine
López-Munguía, A.	Secretario académico y líder de grupo del Departamento de Ingeniería Celular y Biotatálisis, del IBt.
Mancada, S.	n/d
Martin, B.	Miembro de la Universidad de Wollongong, Australia.
Merino, E.	Investigador Titular "B" del Departamento de Microbiología Celular del IBt.
Noeske-Jungblut, C	Jefe de Patentes y Licencias de Bayer Schering Pharma (Alemania).
Olvera, Alejandro	Técnico Académico del grupo del Dr. Alagón del IBt.
Olvera, Felipe	Técnico Académico del grupo del Dr. Alagón del IBt.
Paniagua-Solís, Jorge	Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Possani, L.	Líder de grupo del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos del IBt.
Ramos, Marco A.	Ex colaborador y exalumno de Alejandro Alagón del IBt.
Ramos-Cerrillo, Blanca	Técnico Académico del grupo del Dr. Stock del IBt.
Reynaud, E.	Líder Académico del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular.

Rodríguez de la Vega, Ricardo	Excolaborador y exalumno del grupo del Dr. Possani.
Sánchez-González, M.	n/d
Sánchez-López, Rosana	Investigador del grupo de M. C. María del Carmen Quinto, del Departamento de Biología Molecular de Plantas del IBt.
Sevcik, Carlos	Miembro del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas de Caracas. Venezuela.
Stock, Roberto	Líder de grupo del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos del IBt.
Tytgat, Jan	Investigador del Laboratorio de Toxicología y Química de los alimentos de Holanda, Katholieke Universiteit Leuven.
Vázquez, Hilda	Estudiante de otro posgrado, se encuentra bajo la tutoría del Dr. Alagón.
Wanke, Enzo	Miembro del Departamento de Biotecnología y Biociencia de la Universidad de Milano, Italia.
Zamudio, Fernando	Técnico académico del grupo de Possani del IBt.
Zurita, M.	Investigador Titular "B" del Departamento Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV.

Cuadro 19. Participación de miembros del IBt en Comités Editoriales (nacionales e internacionales).

PERIODO	REVISTA	INVESTIGADOR DEL IBt/ PARTICIPACIÓN
2012	Journal Invertebrate Pathology	Dra. María Alejandra Bravo *Editor desde 1999.
	Zygote, The Biology of Gametes and Early Embryos Cambridge University Press	Dr. Alberto Darszon *Editor Asociado desde 1999.
	Revista Colombiana de Entomología	Dra. María Alejandra Bravo *Editor desde 2003.
	Zoological Science Editor	Dr. Alberto Darszon *Editor Asociado desde 2003.
	J. Cell Physiology Editor	Dr. Alberto Darszon *Editor Asociado desde 2003.
	Archaea	Dr. Ernesto Pérez *Miembro del Comité Editorial desde 2004.
	Journal of Biological Sciences	Dra. María Alejandra Bravo *Editor desde 2004.
	Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology	Dr. Guillermo Gosset *Miembro del Comité Editorial desde 2005.
	Plant Signaling and Behavior	Dra. Gladys Iliana Cassab *Editor desde 2005.
2011	Insect Biochemistry and Molecular Biology	Dr. Mario Soberón * Miembro del Comité Editorial: 2007-2012.
2009	Biochemical Journal	Dr. Mario Soberón Editorial Adviser: 2006-2009.
2007	Genesis; The Journal of Genetics and Development	Dr. Mario Enrique Zurita *Miembro del Comité Editorial.
2006	Biocatalysis and Biotransformation. Federación Europea de Biotecnología	Dr. Agustín López Munguía *Miembro del Comité Editorial: 2003-2006.
	Journal of Virology	Dra. Susana López *Miembro del Comité Editorial.: 2003-2006.
	Journal of Virology	Dr. Carlos Federico Arias *Miembro del Comité Editorial.2004-2006.
2005	Microbial Cell Factories	Dra. Laura Alicia Palomares *Miembro del Comité Editorial.
	Process Biochemistry	Dr. Enrique Galindo *Miembro del Comité Editorial.
	Evolutionary Bioinformatics Online	Dr. Juan Enrique Morett * Editor Honorario.
2004	Toxicon	Dr. Lourival Domingos Possani *Miembro del Comité Editorial.
	Plant Cell	Dra. Patricia Leon *Miembro del Comité Editorial.
	Plant Physiology	Dra. Alejandra Alicia Covarrubias *Miembro del Comité Editorial.

	Applied Bioinformatics	Dr. Juan Enrique Morett *Miembro del Comité Editorial.
	Biotechnology & Bioengineering, Wiley Intersciences, USA.	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez *Miembro del Comité Editorial.
	Biotechnology Progress. Edición especial dedicada al congreso Cell Culture Engineering IX.	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez *Editor invitado.
2003	Toxicon	Dr. Lourival Domingos Possani *Miembro del Comité Editorial.
	Boletín de la Empresa Probiomed S.A. de C.V.	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez *Miembro del Comité Editorial.
	Biotechnology & Bioengineering	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez *Miembro del Comité Editorial.
	Plant Physiology	Dra. Alejandra Alicia Covarrubias *Miembro del Comité Editorial.
	Revista Latinoamericana de Microbiología	Dr. José Luis Puente *Miembro del Comité Editorial.
	Revista Biomedica. Universidad Autónoma de Yucatán	Dr. Ernesto Méndez * Miembro del Comité Editorial: 2001-2003.
	Archives of Medical Research, Elsevier, México	Dr. Edmundo Calva *Miembro del Comité Editorial: 2001-2003.
	Journal Invertebrate Pathology	Dra. María Alejandra Bravo *Editor: 2001-2003.
	Número especial de Gene Silencing in animal viruses en Virus Research	Dr. Carlos Federico Arias *Editor huésped.
	Número especial de Gene Silencing in animal viruses en Virus Research	Dra. Susana López *Editor huésped.
Applied Bioinformatics	Dr. Juan Enrique Morett. *Editor Asociado.	
2002	Revista Biotechnology & Bioengineering.	Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez *Miembro del Comité Editorial.
	Revista del Instituto Nacional de Salud Pública	Dr. Carlos Federico Arias *Miembro del Comité Editorial: 2001-2002.
	Revista Biomédica	Dr. Carlos Federico Arias *Miembro del Comité Editorial: 2001-2002.
	Revista Latinoamericana de Microbiol	Dr. Carlos Federico Arias *Miembro del Comité Editorial: 2001-2002.
	Revista Toxicon. Elsevier. Inglaterra	Dr. Lourival Domingos Possani * Miembro del Comité Editorial.
	Molecular Plant-Microbe Interactions	Dr. Federico Sánchez * Editor: 2001-2002.
	Applied Bioinformatics	Dr. Juan Enrique Morett *Editor Asociado.
	Revista Molecular Plant Microbe-Interactions	Dr. Federico Sánchez *Editor Asociado.
2001	Plant Physiology	Dra. Alejandra Alicia Covarrubias * Monitor Editor en el Comité Editorial.

	Applied Bioinformatics	Dr. Juan Enrique Morett * Editor.
2000	Journal Invertebrate Pathology.	Dra. María Alejandra Bravo *Participación en Comisión Editorial.
	Biochemica Biophysica Acta.	Dra. María Alejandra Bravo * Participación en Comisión Editorial.
	Plant Physiology	Dra. Alejandra Alicia Covarrubias *Miembro del Comité Editorial
	Molecular Plant-Microbe Interactions	Dr. Federico Sánchez *Editor: 1998-2000.
1995	Annual Reviews of Genetics	Dr. Carlos Federico Arias *Editor invitado

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del Informe del IBt 2013.

Cuadro 20. Participación en Congresos de investigación de los 12 investigadores entrevistados del IBt.

INV.	PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS
FRANCISCO BOLÍVAR	- Tiene una amplia participación en congresos y talleres nacionales e internacionales, donde ha sido invitado a impartir varias de las conferencias magistrales. Tiene también una amplia participación como conferencista. En este sentido vale la pena destacar su participación como miembro vitalicio del Colegio Nacional, institución formada por cuarenta mexicanos distinguidos. Su labor en El Colegio Nacional, desde 1995, se ha orientado a impartir al menos diez conferencias de divulgación y opinión anualmente, en diferentes instituciones a lo largo de la República y además a organizar ciclos de conferencias como "Una visión integradora" y "Fronteras de la biología en los inicios del siglo XXI", donde han participado todos los miembros de El Colegio Nacional e investigadores- profesores distinguidos en sus áreas, respectivamente. - De 1972 al 2008 se registraron 203 participaciones del Dr. Bolívar en congresos: 20 conferencias magistrales (la mayoría en México, pero también en China y Holanda), 39 ponencias (la mayoría en México, aunque también en Estados Unidos, España, Suiza y Francia) y el resto 136 son póster en México, China, Israel, Italia, España, Estados Unidos, China, Nigeria, Japón, Alemania y Brasil.
ENRIQUE GALINDO	Del 2004 al 2009, se registraron 58 participaciones en congresos celebrados en México, Canadá, Estados Unidos y España: 1 Conferencia Magistral, 13 ponencias, 26 posters y 18 más participaciones que no especifican el tipo. Pero en los años 2005, 2007 y 2009, el Dr. Galindo tuvo más participaciones.
LOURIVAL POSSANI	En el CVU no se tiene los registros completos, sólo indica que ha tenido 6 participaciones en congresos: 4 en México, 1 en Italia y 1 en Brasil (pero no especifica tipo de trabajo ni fechas).
ALEJANDRO ALAGÓN	De los 70 registros de participación en Congresos, el CVU menciona que el Dr. Alagón ha tenido: 3 conferencias magistrales en México, 11 ponencias en México, 1 ponencia en Venezuela, 1 ponencia en Costa Rica, 1 ponencia en Estados Unidos, 34 póster en México, 13 póster en Costa Rica y 6 póster en Brasil.
CARLOS ARIAS	De 1977 al 2010, ha tenido 240 participaciones en congresos nacionales e internacionales: 232 ponencias, 2 Conferencias Magistrales, 5 posters y 1 artículo en extenso. Estas participaciones se han llevado a cabo en los siguientes países: México, Estados Unidos, Canadá, Alemania, Venezuela, Argentina, Brasil, Austria, Escocia, España, Estonia, Francia, India, Italia, Portugal, República de Corea, Sudáfrica, Suiza, Túnez y Reino Unido. Se registra una mayor participación de 1996 al 2006.
SUSANA LÓPEZ CHARRETON	De acuerdo al CVU, la Dra. López ha tenido 165 participaciones en congresos nacionales e internacionales: 19 conferencias magistrales (en México, Honduras, Uruguay, Argentina y Sudáfrica), 38 ponencias (en México, Reino Unido, Estados Unidos, Argentina, Holanda, Canadá, Francia, Australia, Italia, Estonia, España, Suiza y Túnez) y 7 posters (en México, España y Estados Unidos).
AGUSTÍN LÓPEZ	De 1975 al 2007 ha tenido 139 participaciones en Congresos en diversos países: México, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Cuba, Eslovaquia, España, Francia, Guatemala, Hungría, Italia, Japón, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Tailandia. Aunque no se tenga el registro completo para saber qué tipo de participación tuvo el Dr. López Munguía en dichos eventos, por lo menos, en 8 ocasiones ha participado con Conferencias Magistrales (7

	en México y 1 en Canadá), 9 ponencias y 4 posters presentados en México. Los años en que ha tenido más participación son los siguientes: 1988, 1993, 1999, 2000-2003 y 2006.
ALBERTO DARSZON	De los 62 registros de participación en Congresos, el CVU menciona que el Dr. Darszon ha tenido: 1 conferencia magistral en Austria, 1 conferencia magistral en México, 3 ponencias en México, 1 ponencia en China, 1 ponencia en España, 1 ponencia en Alemania, 3 ponencias en Japón, 8 ponencias en Estados Unidos, 4 ponencias en Chile, 10 posters en México, 8 posters en Estados Unidos, 3 posters en Argentina y del resto de las participaciones en Congresos no se especifica el tipo de trabajo, pero es importante mencionar que también ha tenido participaciones en Italia.
OCTAVIO RAMÍREZ	En el CVU se tiene el registro de 91 participaciones en congresos (de 1985 al 2005), pero al revisar cada registro me percaté de que varios estaban repetidos. Por lo que se hizo depuración de datos y, en realidad, este investigador tiene 91 registros de participaciones (48 ponencias y 43 posters), en los siguientes países: en México (62 participaciones), Estados Unidos (20 participaciones) Brasil (4 participaciones), Suecia (2 participaciones), Suiza (1 participación) y Alemania (1 participación).
MARIO ZURITA	El Dr. Zurita tiene 8 participaciones en congresos internacionales (5 en Estados Unidos, 1 en Alemania, 1 en Australia y 1 en Chile): 4 posters y 4 ponencias.
ELDA ESPÍN OCAMPO	En el CVU se tiene el registro de 184 participaciones en congresos.
MA. ALEJANDRA BRAVO	Como consecuencia de la experiencia de la Dra. Bravo en esta área del conocimiento, ha sido invitada a participar en múltiples foros internacionales como catedrático de la Universidad de las Naciones Unidas, Gordon Conference on Agricultural Science, Regional Monitoring program to determine Bacillus thuringiensis susceptibility in noctuids from North America, Experto Externo para revisar: CIP strategies for the Development of Genetically Engineered potato and sweetpotato, entre otros. - En el CVU tiene 279 participaciones en congresos nacionales e internacionales.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del CV y otras fuentes.