



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Sede Sur
Departamento de Investigaciones Educativas

**VÍNCULOS, TRANSFERENCIAS Y DESEO DE SABER.
RECONSTRUCCIÓN DE TRAYECTORIAS ACADÉMICAS DE PRESTIGIO:
TRES CASOS DE LA UNAM**

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

Presenta

María Araceli Montiel Oviedo

Licenciada en la Educación de Deficientes Mentales

Director de tesis
Vicente Eduardo Remedi Allione
Doctor en Ciencias

Noviembre, 2012

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de un proceso de investigación desarrollado de septiembre 2010 a agosto de 2012. El proceso de investigación busca aportar elementos teóricos y empíricos a los estudios de trayectorias académicas de prestigio de científicos en ciencias exactas y naturales a partir de la reconstrucción de tres casos: el primero en Microbiología Molecular; el segundo en Astronomía y el último en Neuroendocrinología Molecular. Dichos elementos referidos a su formación científica permiten: a) comprender las circunstancias de inicio de cada una de las trayectorias; b) identificar cuáles fueron los recursos científicos, institucionales, humanos y de contexto, con los que lograron construir una trayectoria de prestigio; c) ofrecen una reflexión de las condiciones que hicieron posible una participación consolidada en la comunidad científica nacional e internacional y, d) aporta una visión de las relaciones en que fue constituyéndose su formación científica dentro de su campo disciplinario.

Palabras clave: Trayectoria, formación de científicos, ciencias exactas y naturales.

Summary

This paper shows the results of research carried out from September 2010 to August 2012. The research process wants to show theoretical and empirical elements to the studies of academic careers in exact and natural sciences by reconstructing three cases: the first case in Molecular Microbiology, the second one in Astronomy and the last one in Molecular Neuroendocrinology. The scientific formation of the elements mentioned above, allows us to: a) understand the starting conditions on which the building of the careers was settled; b) identify which were the scientific, institutional, human and contextual resources the scientists needed to build a prestigious career; b) offer a reflection of the conditions that made it possible for the scientists to have a consolidated participation in the scientific community both, nationally and internationall; d) provides us with a view of the relations that permitted the foundation in the disciplinary fields of the scientists.

Key Words: Careers, Scientists' Formation, Exact and Natural Sciences.

Agradecimientos

A las doctoras
María Alejandra Bravo de la Parra,
Susana Estela Lizano Soberón y
María del Carmen Clapp Jiménez Labora
por su generosidad y disposición, sin las cuales
no hubiera sido posible el desarrollo de esta tesis.

Al doctor
Eduardo Remedi Allione
por su pasión, dedicación y esfuerzo sostenido
en la construcción de este proyecto.

A las doctoras
Sylvie Didou Aupetit y
Mery Hamui Sutton
por su atenta lectura, disposición y contribuir
a mi formación académica.

A los
Investigadores docentes del DIE
que invariablemente abrieron horizonte.

A la doctora
Rosalba Ramírez
por su entrañable conversación que se traducía
en acciones de mejora en este proceso.

A mis compañeros
de la generación 2010-2012 y
del Seminario de la Línea de Investigación:
Vida académica y procesos de institucionalización.

A **Daniel**
por su amistad y honesta interlocución.

A
Claudia, Ana Karen, Brenda y Roberto
por compartir el estudio, las reflexiones y algo más.

Al
Equipo de Apoyo del DIE
por su apoyo y trato afable en el trabajo cotidiano. Muchas gracias.

***En recuerdo de la doctora
Josefina Granja***

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN GENERAL UN ESTUDIO DE TRAYECTORIAS

Presentación	1
1. El problema de investigación	2
1.1 Tres universos culturales diferentes: un estudio de casos	2
1.2 Los recursos metodológicos	10
1.3 Trayectorias: un concepto fundamental	15
2. Tres configuraciones en las trayectorias	18

CAPÍTULO 2 LA LICENCIATURA: UN ACTO DE SUBJETIVACIÓN DE LO QUE ES HACER CIENCIA

1. Introducción: un enmarque similar	22
1.1 Espacios materiales y simbólicos donde iniciaron su formación científica	26
2. Un nicho de investigación para la producción de conocimiento científico de frontera en Microbiología Molecular	29
3. El encuentro con la Astronomía: una disciplina con tradición científica en investigación en México	35
4. Todo era -el- trabajo: la implicación en una institución de tradición y prestigio	41

CAPÍTULO 3 CONTINUIDAD EN FORMACIÓN CIENTÍFICA

1. Introducción: entre México y el extranjero	49
2. Tres lecturas del posgrado: el énfasis en el doctorado	49
2.1 Pensar como científico	52
2.2 No podíamos quitarle tiempo al laboratorio: la mejor calidad y en el menor tiempo posible	57
2.3 Un problema que pudiera estudiar	59
3. El posdoctorado una marca para el futuro: tres itinerarios en el extranjero	69
3.1 Polos de saberes específicos: especializarse en un lugar de excelencia	70
3.1.1 A instancias de un líder fundador	71
3.1.2 Buscas el mejor sitio, el mejor entrenamiento	73
3.1.3 Los vínculos de un asesor	75
3.2 Una agenda de investigación para el futuro	78

**CAPÍTULO 4
APERTURA Y CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPO:
PORTADORAS DE UN SABER**

1. Introducción: el regreso a México	80
2. El compromiso de regresar con un saber: el caso en Microbiología Molecular	81
3. Al regreso hay toda una infraestructura de pares: el caso en Astronomía	89
4. Con la continuidad del esfuerzo: el caso en Neuroendocrinología Molecular	98

**CAPÍTULO 5
UNA TRAYECTORIA QUE PRODUCE EFECTOS:
LA CONSOLIDACIÓN**

1. Introducción: un alto nivel en investigación científica y vinculación internacional	106
2. Cada vez que resuelves una pregunta surgen nuevas	108
3. La única manera es trabajar continuamente	117
4. Una profesión complicada	126

Conclusiones	140
Bibliografía	148
Anexo 1 Lista de siglas y acrónimos	155
Anexo 2 Índice de cuadros	156

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION GENERAL

Un estudio de trayectorias

Presentación

Esta tesis presenta los resultados de un proceso de investigación desarrollado de septiembre de 2010 a agosto de 2012 y se inscribe en la línea de investigación “Vida académica y procesos de institucionalización”, que actualmente recoge los resultados de investigación en Grupos científicos y procesos de institucionalización, Trayectorias académicas y familiares de científicos, Producción y transmisión del quehacer científico y estudio de comunidades epistémicas y transepistémicas; los cuales abonan a los esfuerzos que el Departamento de Investigaciones Educativas (DIE) ha desarrollado en el campo de formación de científicos y construcción de la ciencia.

El DIE tiene una larga trayectoria respecto a estos temas que van desde sus inicios con los trabajos pioneros sobre enseñanza de la ciencia e investigación y enseñanza de la ciencia en las aulas básicas de los doctores Juan Manuel Gutiérrez Vázquez y Antonia Candela, hasta la consolidación de líneas de investigación en: etnografías de la formación científica universitaria -Antonia Candela- e investigación científica en México, siglo XX -Susana Quintanilla-; historia de las ciencias y la medicina en México, siglos XVII y XIX -Laura Cházaro-; estudios sobre científicos y procesos de vinculación universidad y sector productivo -María de Ibarrola-; políticas de educación superior, ciencia y tecnología, y los procesos de institucionalización disciplinaria -Rollin Kent, Germán Álvarez y Rosalba Ramírez-; grupos científicos y experiencias exitosas -Sylvie Didou y Eduardo Remedi- e internacionalización de la ciencia y movilidad de investigadores -Sylvie Didou- (Remedi y Ramírez 2011).

Esta investigación es un esfuerzo más producto del Programa de Posgrado del DIE, en la Maestría en Ciencias en la Especialidad en Investigaciones Educativas, para contribuir con la exploración de un problema específico de investigación a los temas nodales que han surgido en el campo de formación de científicos en nuestro país.

1. Planteamiento del problema

1.1 Tres universos culturales diferentes: un estudio de casos

Esta investigación busca aportar elementos teóricos y empíricos a los estudios de trayectorias académicas de científicos en ciencias exactas y naturales a partir de tres casos de científicas mexicanas: el primero en Microbiología Molecular; el segundo en Astronomía y, el último en Neuroendocrinología Molecular.

Dichos elementos referidos a su formación científica permiten comprender las condiciones de inicio de cada una de las trayectorias de prestigio hoy reconocidas por nichos de investigación, pares nacionales e internacionales y por sistemas institucionalizados de evaluación en investigación científica¹ y aportan una visión de las relaciones en que fue constituyéndose su formación científica dentro de su campo disciplinario “en la interacción con espacios materiales y simbólicos” (Hamui Sutton, 2010a: 52).

Entiendo por espacios materiales y simbólicos, aquéllos en los cuales los sujetos construyen relaciones con objetos -aparatos, equipos, sustancias, animales-, pautan el trabajo de investigación experimental -tiempos, tareas, formas de organización e intercambio, dinámicas de trabajo y aprendizaje- (Remedi y Ramírez, 2011) inscritos en “la creación de sistemas simbólicos que establecen la regulación normativa, funciones y formas de pensar, representar, ser y actuar, y regulan las relaciones y las prácticas sociales” (Anzaldúa, 2010:27) para la fabricación de conocimiento (Knorr Cetina, 2005).

¹ Cito aquí más que las principales asociaciones científicas de prestigio en su campo, sistemas institucionalizados de evaluación e instituciones nacionales e internacionales que han otorgado reconocimientos a las investigadoras en cuestión, por su productividad y la calidad de su investigación científica. Entre las nacionales que han otorgado distinciones a las investigadoras señaladas se encuentran: el Sistema Nacional de Investigadores (SNI); el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la Academia Mexicana de Ciencias (AMC); y, la Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos.

La doctora Bravo de la Parra, investigadora en Microbiología Molecular, ha sido reconocida además, por: The Society of Invertebrate Pathology; The International Cry Gene Nomenclature Committee; The International Society for Pest Information; The United Nations University; La Comunidad Económica Europea; The American Society for Biochemistry and Molecular Biology; The World Journal of Biological Chemistry. Por su parte la investigadora en Astronomía, la doctora Lizano Soberón, ha recibido distinciones por: The Amelia Earhart Foundation; la Universidad de California -Berkeley-; The John Simmon Guggenheim Foundation; The Rockefeller Foundation, The American Astronomical Society; por los Comités Nacionales e Internacionales para la Evaluación de Proyectos de la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (NASA) y Hubble Space Telescope. Por último la doctora Clapp, investigadora en Neuroendocrinología Molecular, ha sido reconocida por: The Society for Behavioral Neuroendocrinology; la Federación de Sociedades Europeas de Endrocrinología; The University of North Dakota -School of Medicine-; The Howard Hughes Institute; Le Ministère de la Recherché et de la Technologie; The Endocrine Society; The John Simmon Guggenheim Foundation; the Rockefeller Foundation (Siicyt, 2011; AMC, 2011; SNI, 2011; Conacyt, 2011).

Los casos de estudio están referidos a las trayectorias de la doctora María Alejandra Bravo de la Parra, investigadora del Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBt-UNAM), ubicado en Cuernavaca, Morelos; de la doctora Susana Lizano Soberón, investigadora del Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM (CRyA-UNAM), que se encuentra en el campus Morelia en Michoacán y, de la doctora María del Carmen Clapp Jiménez Labora, investigadora del Instituto de Neurobiología de la UNAM (INb-UNAM) situado en el campus Juriquilla en Querétaro; las tres científicas trabajan en nichos de investigación producto de la estrategia de “fortalecimiento del carácter nacional de la UNAM a través de su Programa de Descentralización² mediante el esquema de conformación de Polos de Desarrollo Científico regionales en el interior del país” (Arámburo, 2012: 11).

La doctora María Alejandra Bravo de la Parra fue contratada como investigadora asociada por el IBt-UNAM en 1989; su laboratorio forma parte del Departamento de Microbiología Molecular y es reconocida como líder académico³ junto con los doctores Elda Guadalupe Espín, Edmundo Calva, Enrique Merino, Mario Soberón y José Luis Puente, actual jefe de departamento; ella pertenece a una planta en activo de 151 investigadores de primera línea del IBt-UNAM⁴ (IBt-UNAM, 2012).

2 Para 2007 el Subsistema de Investigación Científica (SIC) de la UNAM cita: “Desde hace una par de décadas, el SIC se ha esforzado por extender sus actividades en diversas zonas de la República con el fin de esparcir [...] la actividad científica y fomentar polos de desarrollo que, entre otras virtudes, influyen en instituciones regionales y se retroalimentan de ellas. Por ello, en los años recientes el mayor crecimiento de su planta científica se ha dado fuera de las instalaciones de Ciudad Universitaria (CU)” (UNAM, 2007a: 16).

3 Algunos centros e institutos de investigación de la UNAM como el Instituto de Biotecnología y el Instituto de Neurobiología, su organización y su forma de trabajo está estructurada oficialmente por departamentos que aglutinan grupos de investigación; cada uno de éstos cuenta con un líder de grupo el cual “tiene a su cargo la planeación y el seguimiento de las investigaciones que en él se realizan” (Didou y Remedi, 2008: 120). El “líder científico consolidado [...] opera como guía en la línea de investigación, [es] responsable de las 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 [y] generador en intercambios nacionales e internacionales” (Didou y Remedi, 2008:133). Los criterios y el perfil para ser nombrado líder de grupo así como sus funciones y condiciones de permanencia, se encuentran establecidos en el reglamento interno de cada instituto que es construido y discutido por el colectivo de investigadores y es revisado por el Consejo Interno de cada instituto, reglamento que precisa finalmente de la aprobación del Consejo Técnico de la Investigación Científica de la UNAM.

4 En 1982 se fundó el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología -antecedente del IBt- dentro de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB), en 1985 se trasladó a Morelos y el 14 de septiembre de 1991 por acuerdo del Consejo Universitario se formalizó la transición del CIIGB en el IBt, resultado de la maduración y consolidación de su comunidad académica. En 1994 el Consejo Interno del Instituto propuso al Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) de la UNAM una reestructuración académica del IBt, como producto de la conformación de cinco departamentos en respuesta al esfuerzo académico en áreas de investigación más específicas, mejor definidas, de frontera académica y se consideró relevante además, el hecho de que las disciplinas de la Bioquímica y la Biología Molecular se encontraban ya consolidadas y utilizadas en todos sus departamentos (UNAM, 2004).

María Alejandra Bravo de la Parra ha construido su trayectoria académica en este Instituto, considerado por la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) de la UNAM, como un colectivo académico maduro, de prestigio y de amplia colaboración interdepartamental, que ha mantenido como funciones primordiales las de hacer investigación de frontera, multidisciplinaria y vinculada al desarrollo tecnológico, formar recursos humanos de alto nivel en su campo y promover el conocimiento de sus capacidades y logros entre los sectores gubernamental, académico e industrial. El IBt está organizado con base en grupos de investigación integrados por investigadores titulares e investigadores asociados, técnicos académicos y alumnos que trabajan en sus tesis de doctorado y posdoctorado; los líderes académicos son evaluados con rigor periódicamente y su condición puede ser revocada (UNAM, 2004; Didou y Remedi, 2008).

El objetivo de este Instituto expresado en su Plan de Desarrollo 2009-2012, es “fortalecer su capacidad de investigación y formación de recursos humanos, que permita mantener su liderazgo en el país” (IBt, 2010: 3) y continuar incidiendo en la resolución de problemas relacionados con los sectores de salud, agrícola, pecuario, medio ambiente e industrial entre otros y participar con mayor variedad de acciones y productos en diferentes ramos de actividad en los planos nacional e internacional como el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, por citar algunos. Para 2010, el IBt contaba con 38 grupos de investigación; el 100 por ciento de sus investigadores están incorporados al SNI; publicaron 455 artículos en revistas especializadas de circulación internacional, graduaron 302 alumnos -130 alumnos de los diversos programas de licenciatura y 172 dentro de los posgrados de Ciencias Bioquímicas-. El IBt contaba con 50 patentes concedidas y 69 solicitudes en proceso en México y en el extranjero, dos empresas en fases iniciales de incubación, realizaba actividades de vinculación con la sociedad que implicaron la participación de investigadores en el Comité de Biotecnología con la Academia Mexicana de Ciencias, dio apoyo a los legisladores en la redacción de la Ley de Bioseguridad sobre Organismos Genéticamente Modificados -Diario Oficial de la Federación, marzo 2005- y, asesoramiento al Congreso de la Unión, el Conacyt y la Academia de Ciencias Morelos (IBt, 2010).

El proyecto de investigación del laboratorio de la doctora Bravo de la Parra lleva alrededor de 22 años en este Instituto, en los estudios sobre las proteínas insecticidas producidas por la bacteria *Bacillus Thuringiensis*. Esa bacteria se caracteriza por

adherirse con una proteína del intestino medio de los insectos, sufrir un procesamiento y después formar un poro (Ramírez, 2012) que finalmente mata a los insectos.

La línea fundamental de investigación tiene como principal objetivo:

Entender el mecanismo de acción de las toxinas Cry tomando en cuenta aspectos como es: el estudio de la activación de las toxinas, el análisis de los cambios estructurales de la toxina cuando se inserta en la membrana, el proceso de oligomerización para la formación de un pre-poro competente en la inserción en la membrana; el estudio de la participación de los microdominios de membrana y la respuesta intracelular en la actividad de las toxinas; el mecanismo molecular del sinergismo entre toxinas Cry y Cyt, los estudios de formación de poro de diferentes toxinas Cry en membranas sintéticas, las delecciones en el extremo amino-terminal que permiten oligomerizar en ausencia del receptor caderina y matar insectos resistentes que carecen de caderina, el análisis de unión de toxinas a membranas de insectos resistentes a las toxinas Cry y la generación de plantas transgénicas que expresan diferentes modificaciones de las toxinas Cry (IBt-UNAM, 2011).

En el momento de la entrevista, mayo 2011, el proceso de investigación cursaba por:

Probar toxinas modificadas contra otros insectos resistentes, [...] en donde también se abatió la resistencia [...] mapeando el corte de hélice alfa-1 para encontrar la condición en donde se genere la toxina más estable, con mayor toxicidad y [...] modificando otras toxinas como las activas contra mosquitos y contra coleópteros. [...] iniciado un estudio sobre la unión de las toxinas modificadas a los receptores presentes en insectos sensibles y resistentes a toxinas Cry nativas. [...] continuar estudios estructurales y funcionales de la inserción de toxinas Cry en membrana utilizando análisis de espectroscopia de fluorescencia, microscopía electrónica y electrofisiología (IBt-UNAM, 2011).

En el primer trimestre de 2011, el CVU de la doctora Bravo registrado en Conacyt, daba cuenta de: 54 reconocimientos por asociaciones científicas de prestigio en su campo y sistemas institucionalizados de evaluación -34 nacionales y 17 en el extranjero-, 22 años ininterrumpidos de apoyo por el Conacyt a sus proyectos científicos, 106 artículos publicados en revistas indexadas de prestigio internacional, 28 capítulos y tres libros sobre su tema, participación en 12 eventos académicos de difusión acerca de su proyecto de investigación, 64 cursos de docencia entre nacionales e internacionales, participación en la reseña de un congreso a nivel

internacional -EUA, 1997-, 28 tesis dirigidas y la participación en 186 congresos -101 nacionales y 85 en el extranjero-. Además, fue ascendida a la categoría III del SNI en 2004, reconocida por la Academia Mexicana de Ciencias como miembro en 1996. Recibió el Premio de Investigación en el Área de Ciencias Naturales 1998.

La doctora Estela Susana Lizano Soberón, cuya trayectoria conforma el segundo caso, fue contratada en 1988 como investigador asociado por el Instituto de Astronomía de la UNAM y desde 1995 mantiene su adscripción al CRyA, subsede de dicho instituto en Michoacán (UNAM, 2007a). Sus trabajos se inscriben en el Área de Formación Estelar y actualmente forma parte de un grupo selecto de 19 investigadores de prestigio internacional, líderes en su área que conforman este Centro y sostienen investigación de primera línea en Medio interestelar, Formación de estrellas y Discos protoplanetarios, Estrellas evolucionadas, Radioastronomía, Astrofísica de altas energías, Astronomía extragaláctica y Cosmología, Turbulencia atmosférica e Instrumentación Astronómica y Astrofísica atómica y molecular (CRyA, 2012).

La doctora Lizano formó parte del grupo de investigadores fundadores de este centro cuya creación aprobó el Consejo Universitario en marzo de 2003, convirtiéndolo en uno de los más jóvenes del Subsistema de Investigación Científica de la UNAM, “tal designación, consistente con la política descentralizadora de la UNAM, buscaba desarrollar y consolidar la investigación, docencia y difusión de la astronomía en esta región estratégica del país” (UNAM, 2007a: 110); no obstante sus ocho años de creación, “realiza el 70 por ciento de la investigación astronómica de frontera” (CRyA, 2011); sus 19 investigadores son miembros del SNI, participan en congresos internacionales y como jurados de propuestas de observación y proyectos de telescopios internacionales. Dada la solidez y madurez de la comunidad académica, ésta ha solicitado al Consejo Técnico de Investigación Científica (CTIC) de la UNAM, sesión del 28 de abril de 2011, considere su transformación en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, debido al reconocimiento nacional e internacional de sus investigadores, su participación en interferómetros internacionales, el desarrollo del posgrado, su impacto en la sociedad por la formación de recursos humanos y la divulgación de la ciencia (CRyA, 2011).

El trabajo de investigación en este Centro:

Se realiza tanto en forma individual como en colaboración entre pequeños grupos de astrónomos del CRyA y de instituciones de todo el mundo. En general, para estudiar los problemas astrofísicos

se utiliza un enfoque de observaciones en varias frecuencias, aunado a un modelaje teórico. Alternativamente, las predicciones observacionales de los trabajos de investigadores teóricos se intentan corroborar o descartar por medio de observaciones multifrecuencia (UNAM, 2004).

Actualmente, la doctora Lizano transita por su segundo periodo como directora de este Centro -el primero corrió de 2007 a 2011; el segundo comenzó en 2011 y concluirá en 2015-; lleva alrededor de 25 años realizando investigación sobre Formación Estelar y:

Ha hecho aportaciones fundamentales al entendimiento contemporáneo del fenómeno del nacimiento de las estrellas, tanto desde el punto de vista teórico como observacional. El actual paradigma para la formación de estrellas de baja masa, como nuestro sol, se basa en gran medida en [sus] aportaciones (AMC, 2011a).

En el momento de realizar las entrevistas, en mayo y junio de 2011, la doctora Lizano Soberón se encontraba estudiando procesos relativistas que ocurren en estrellas evolucionadas alrededor de hoyos negros. Su CVU registrado en Conacyt en el primer trimestre de 2011 reportaba: nueve distinciones por instituciones de prestigio internacional, 18 años de continuidad en apoyos por Conacyt a sus proyectos científicos, 77 artículos arbitrados en revistas de prestigio internacional, tres capítulos de libros, 29 participaciones en eventos académicos de divulgación científica; 11 espacios de docencia, todos en posgrados nacionales, 29 estancias de investigación, 9 tesis dirigidas y 25 participaciones en congresos (Entrevista, 2011; CRyA, 2011). Además de haber logrado su adscripción al SNI Nivel III en 1998 y ser reconocida por la Academia Mexicana de Ciencias con el Premio Weizmann por la dirección a la mejor Tesis Doctoral en 1991 y 2002 y el Premio Investigación Científica en el Área de Ciencias Exactas en 1996, la doctora Lizano también ha:

Sido invitada a impartir más de 40 conferencias y revisiones plenarias en congresos internacionales, [...] ha sido miembro de comités científicos organizadores de nueve congresos internacionales [...] Ha participado en comités nacionales e internacionales para la evaluación de proyectos Conacyt, National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Science

Foundation (NSF)⁵, Hubble Space Telescope⁶. Fue Consejera de la American Astronomical Society y [...] del Comité Organizador de la División de Medio Interestelar de la Unión Astronómica Internacional (AMC, 2011a).

El tercer caso refiere a la trayectoria de la doctora María del Carmen Clapp Jiménez Labora, contratada en 1984 como investigador asociado por el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB-UNAM) quedando adscrita al Departamento de Fisiología Celular. En 1997 se trasladó al Campus Juriquilla, al entonces Centro de Neurobiología (CNb)⁷ antecedente directo del INb-UNAM, formando parte del grupo de investigadores fundadores. Su laboratorio de Endocrinología Molecular se adscribe al Departamento de Neurobiología Celular y Molecular y se le reconoce como líder de grupo junto con los doctores: Carmen Aceves Velasco, Carlos Arámburo de la Hoz, Rogelio Arellano Ostoa, Mauricio Díaz Muños, José de Jesús García Colunga, Edgar Heimer de la Cotera, Teresa González Guzmán, Carlos Valverde Rodríguez, Flavio Mena Jara, Gonzalo Martínez de la Escalera y Ataúlfo Martínez Torres, actual Jefe de Departamento.

El INb “se enfoca en el desarrollo de investigación científica original sobre el sistema nervioso, empleando un enfoque multidisciplinario que abarca los niveles

⁵ La National Science Foundation es una agencia federal independiente creada por el congreso de los Estados Unidos en 1950 para promover el progreso de la ciencia. Aproximadamente dirige el 20 por ciento de los recursos federales que maneja, para el apoyo a la investigación básica de colegios y universidades de América. Su misión es formar y entrenar a científicos en diversos campos disciplinarios (NSF, 2012). <<http://www.nsf.gov/>>.

⁶ El Telescopio Espacial Hubble de la NASA está situado en los bordes exteriores de la atmósfera, en órbita circular alrededor de la Tierra a 593 kilómetros sobre el nivel del mar, que tarda en recorrer entre 96 y 97 minutos. Desde que fue puesto en órbita el 24 de abril de 1990 ha permitido a los científicos ver el universo con una claridad jamás lograda y ha demostrado ser un instrumento sin igual para la observación del universo (NASA, 2012) <<http://www.nasa.gov/hubble/>> Su importancia y valor radica también en ser un recurso que apoya las nuevas prácticas de investigación caracterizadas por el uso de la mensajería electrónica para establecer contactos entre los miembros de un proyecto de investigación. Así, este telescopio hace posible, intercambios prácticamente instantáneos entre prácticas de investigación dispersas geográficamente que pertenecen a diversas instituciones y diferentes disciplinas. Permite manejar a distancia estructuras experimentales o intercambiar datos y productos de la observación en investigación científica. Estas nuevas prácticas de investigación, conforman estructuras que producen tal cantidad de datos los cuales pueden ser explotados en forma paralela por diversos equipos de especialistas (Renaud, 2009).

⁷ El CNb, tuvo como origen el Departamento de Fisiología del IIB, el 24 de septiembre de 1993 fue creado por el Consejo Universitario y el 1º de abril de 2002, tras reconocer su madurez, desarrollo académico y productividad se aprobó la transformación del CNb en INb (UNAM, 2007). “El actual INb es heredero de la escuela mexicana de investigación sobre neurobiología integrativa que se remonta al inicio de la década de 1940, cuando se formaron diversos grupos de trabajo en neurofisiología, neuropsiquiatría experimental, psicofisiología, conducta, neuroanatomía, neuroquímica, neuroendocrinología [...] que se encontraban dispersos en varias instituciones del país. A pesar de la existencia de una larga tradición en estas áreas, no existía una dependencia universitaria dedicada prioritariamente a la investigación y a la formación sobre recursos humanos sobre el sistema nervioso y sus funciones. Así, la UNAM decidió promover la consolidación de la neurociencia mexicana, creando una institución que reconociera el arraigo de esta disciplina en el país y que impulsara aún más la formación de recursos humanos” (UNAM, 2004: 160).

molecular, celular, tisular y del funcionamiento del organismo completo” (Paredes, 2011: 3); la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM lo reconoce como una institución líder en el estudio multidisciplinario del sistema nervioso, destacando la calidad y cantidad de su producción como competitiva a nivel internacional, lo que lo convierte en un punto de referencia nacional y latinoamericano para la formación de recursos en su campo (UNAM, 2004). Actualmente cuenta con 50 investigadores organizados en grupos de investigación (INb, 2012a); en él se reúnen los principales grupos expertos en el plano nacional, en campos como la neuroendocrinología, la neurobiología del desarrollo y la neurobiología de la conducta; “el eje principal de cada laboratorio lo constituye la línea de investigación dirigida por un investigador líder, alrededor de quien se pueden aglutinar otros investigadores, un técnico académico, y varios estudiantes de posgrado y tesis” (UNAM, 2004:161).

Una característica de este Instituto es la solidez de su planta académica y su heterogeneidad en términos de consolidación de los grupos y líneas de investigación, y por lo tanto en su productividad, formación de recursos humanos y obtención de financiamiento (INb, 2011).

La doctora Clapp ha formado parte de este nicho de investigación y desde hace quince años realiza actividad científica ininterrumpida en esta sede. Su trabajo de investigación en el campo de la Prolactina inició en 1978, siendo estudiante, y ha continuado por 34 años. La línea fundamental de investigación es la Regulación Hormonal de la Angiogénesis⁸ y una segunda en Regulación Neuroendócrina de la Reproducción.

El interés de su investigación en la línea fundamental está enfocado en:

La caracterización estructural y funcional de prolactinas, la regulación de su expresión y proteólisis⁹ por las células endoteliales, fibroblastos y leucocitos, así como por células del sistema endócrino

⁸ La angiogénesis es la formación de nuevos vasos sanguíneos a partir de otros preexistentes. Se trata de un proceso que habitualmente está inhibido y se observa únicamente en situaciones esporádicas como la reproducción, el desarrollo y la cicatrización de heridas. La angiogénesis mantenida es característica de diversas patologías, como la diabetes mellitus, la psoriasis y la artritis reumatoide. Asimismo, se ha observado que es un factor esencial para el crecimiento tumoral y la formación de metástasis. El estudio de la angiogénesis no sólo es importante por su interés biológico, sino por su aplicación al diseño de nuevas estrategias terapéuticas contra el cáncer (Sociedad Española de Oncología Médica, 2012) <<http://www.seom.org/>>.

⁹ La proteólisis es el proceso de degradación de proteínas a nivel intracelular, el cual se puede realizar por varios mecanismos experimentales existentes. Este proceso es utilizado para diversos fines en diferentes proyectos y campos en investigación científica (National Cancer Institute, 2012) <<http://www.cancer.gov/>>.

y nervioso [...] los efectos y mecanismos de señalización¹⁰ de estos péptidos sobre endotelios en cultivo, así como sobre el proceso integral de la angiogénesis que ocurre in vivo [...] interesa dilucidar los mecanismos de acción involucrados, así como la posible influencia de estas prolactinas en la patofisiología de padecimientos angiogénicos-dependientes como la artritis reumatoide, las retinopatías vasoproliferativas, la preclampsia y el cáncer (INb-UNAM, 2011b).

Cuando se realizó la entrevista en mayo de 2011, sus estudios avanzaban, publicando acerca de la Regulación de secreción de prolactina pituitaria en diabetes y cómo la prolactina previene la reducción de glucosa alta inducida, entre otros temas. En el primer trimestre del mismo año, su CVU registrado en Conacyt señalaba: 42 reconocimientos por asociaciones científicas de prestigio en su campo y sistemas institucionalizados de evaluación -21 nacionales y 21 en el extranjero-; 24 años ininterrumpidos de apoyo por el Conacyt a sus proyectos científicos, 82 artículos arbitrados por revistas internacionales de prestigio, 16 capítulos y un libro, 11 espacios docentes en posgrado, cinco estancias de investigación, 36 tesis dirigidas y 108 participaciones en congresos -103 nacionales y 77 en el extranjero-, además de haber logrado su adscripción al SNI en el Nivel III en 1988 y ser reconocida por la Academia Mexicana de Ciencias como Premio de Investigación Científica 1996.

1.2 Los recursos metodológicos

La razón fundamental de la selección de estos tres casos obedece al interés de esta investigación por continuar interrogando acerca de las condiciones en que se construyen trayectorias académicas de prestigio. Por ello, fue imprescindible seleccionar a sujetos que: a) realizaran su práctica en estructuras especializadas donde se establece “una enseñanza estructurada y sistemática del conocimiento, organización académica e institucional, insumos, equipos y recursos, [...] voluntad política, [...] y vinculación social y académica [...] en forma continua y sostenida” para el desarrollo de investigación científica (UNAM, 2007a: 16); b) participaran en procesos de construcción y circulación de conocimiento, direcciones de investigación en la

¹⁰ La señalización describe un grupo de moléculas de una célula que trabajan juntas para controlar una o más funciones de las células, como la multiplicación celular o la muerte celular. Después de que la molécula recibe una señal, esta activa a las otras moléculas. Este proceso se repite hasta que la última molécula se activa y la célula realiza su función. La activación anormal de las vías de señalización puede conducir a un cáncer (National Cancer Institute, 2012) <<http://www.cancer.gov/>>.

consolidación de un campo, en colegios, grupos y redes de conocimiento, conformación de circuitos de producción científica y formación de nuevas generaciones de investigadores; c) hubieran alcanzado las asignaciones máximas en condiciones laborales, sistemas de recompensas económicas en función de evaluaciones al desempeño dentro de las instituciones en que participan y reconocimiento por instituciones y sistemas de prestigio en su campo disciplinario; d) con un ejercicio efectivo de investigación científica; e) reconocimiento por su producción científica, libertad plena de cátedra e investigación y autoridad académica real entre sus pares y, f) la adscripción al SNI en el Nivel III¹¹ como un criterio más de distinción y diferenciación de la posición ocupada en las jerarquías de la comunidad científica nacional. En síntesis, se seleccionó a sujetos legitimados como parte de la elite científica nacional y que, además, sus trayectorias se destacaran por su temprana y sostenida productividad y reconocimiento, así como por sus alcances y prontitud de logros científicos.

Aunado a lo anterior, Didou y Gérard (2010) dieron a conocer en su obra *“El Sistema nacional de investigadores, veinticinco años después”*, un dato que señala la menor presencia de las mujeres en los niveles más altos del SNI y su acceso más retardado; este dato se incorporó a la discusión inicial de esta investigación y se consideró como un elemento más de distinción para decidir por los tres casos ya mencionados, para problematizar cómo construyeron una trayectoria de prestigio.

El análisis de estos casos tiene un papel explicativo como singularidad de: a) contextos disciplinarios diferentes y trayectorias con un enmarque similar, b) universos culturales científicos distintos -Microbiología Molecular, Radioastronomía y Astrofísica y Neuroendocrinología Molecular- y en común, una cultura de generación de conocimiento de frontera en articulación con agendas científicas internacionales y preocupación por desarrollos locales, c) una circunstancialidad generacional de formación científica de finales de los años setenta y los ochenta del siglo XX en campos científicos con trayectorias diferentes, y d) de competitividad internacional con

¹¹ De acuerdo con los criterios del SNI los requisitos para la adscripción categorial al Nivel III implican: a) haber realizado investigación que represente una contribución científica o tecnológica trascendente para la generación o aplicación de conocimientos; b) haber realizado actividades sobresalientes de liderazgo en la comunidad científica o tecnológica nacional y, c) contar con reconocimiento nacional e internacional, por su actividad científica o tecnológica, y haber realizado una destacada labor en la formación de recursos humanos de alto nivel para el país. Además de cumplir con los requisitos del Nivel II que consideran: a) haber realizado en forma individual o en grupo, investigación original, científica o tecnológica reconocida, apreciable, consistente, donde se demuestre haber consolidado una línea de investigación y b) haber dirigido tesis de posgrado y formado recursos de alto nivel (Conacyt, 2010).

formación en tradiciones científicas locales en un país como México con niveles medios de desarrollo (Didou y Remedi, 2008). Por tanto, estos casos no son representativos en sentido estadístico, han sido identificados dado el objetivo de este estudio, sus interrogantes (Scheper, 1997) y por los criterios establecidos y citados anteriormente, en congruencia con la finalidad de esta investigación.

Su análisis permitió comprender cómo fueron constituyéndose sus trayectorias. El peso de factores como las comunidades académicas en que se formaron, las condiciones institucionales que favorecieron su práctica, la formación en el ejercicio efectivo de la investigación científica, las formas y modos de participación en grupos, redes y circuitos de producción¹², la construcción de un estilo de liderazgo académico así como el papel que han venido jugando en la producción científica, la circulación de conocimiento, la generación de direcciones de investigación y en la institucionalización de un campo.

También como resultado de su análisis, fue posible decidir que teniendo en cuenta la diferencia de los tres universos culturales de formación científica en que se construyeron cada una de las trayectorias, los casos fueran presentados, con un espacio propio en la exploración del problema.

Para la construcción de los casos, las fuentes primarias utilizadas fueron las siguientes:

1) Entrevistas semiestructuradas como un recurso fundamental de esta investigación, las cuales se desarrollaron principalmente en los espacios cotidianos de trabajo de las investigadoras, teniendo como condición esencial su disponibilidad de

¹² Los grupos científicos, las redes científicas y los circuitos de producción científica son diferentes formas de organización del trabajo en las ciencias; no son intercambiables y remiten a esquemas distintos de organización y posicionamiento para la transferencia de saberes, su co-producción y para la construcción de capitales de notoriedad.

Los grupos científicos de acuerdo con Didou y Remedi “están articulados gracias a la presencia de un líder científico consolidado que opera como guía en la línea de investigación [...] las tareas múltiples que articula un líder, descansan en los vínculos de los diferentes sujetos que participan [...] y están reconocidas como actividades centrales por el grupo de trabajo [...] operan con división técnica del trabajo, de manera eficiente y colaborativa, [...] [pueden ser] parte de una amplia red de colaboración con otros grupos de trabajo distribuidos en lugares diversos y con los que mantienen estrechos vínculos de trabajo (2008: 133-135).

Las redes científicas son organizaciones locales y globales, integradas por diversos profesionales de los diferentes campos de conocimiento de la ciencia, tecnología e innovación (Conyctet, 2012) y pueden “estar formadas por laboratorios, centros e institutos de investigación que trabajan en conjunto sobre un tema, un problema o un proyecto. Pueden ser formales e informales [cuando] no tienen un estatuto institucional” (Robles Belmont, 2009: 4).

Los circuitos de producción científica se refieren a “círculos de competitividad” que inician con investigación básica, derivan en investigación aplicada teniendo como resultado productos susceptibles de patentarse y comercializarse a través de empresas vinculadas con el sector académico, dando lugar a procesos de transferencias tecnológicas en la resolución de problemas con impacto en diferentes ramos de actividad (Ramírez, Tonatiuh, 2012).

tiempo¹³. En total se realizaron cinco entrevistas, con una duración aproximada de 95 a 105 minutos, las cuales se grabaron en audio y video, fueron transcritas en su totalidad y aportaron a esta investigación, como producto del proceso de análisis, 81 viñetas que exponen los marcos de interpretación de las científicas respecto del problema y responden al objetivo y las preguntas de investigación. Los códigos utilizados para identificar sus relatos, son las siglas oficiales de cada uno de sus nichos de adscripción y aparecen en este orden: para la doctora Bravo de la Parra se utilizó (IBt-UNAM), en el caso de la doctora Lizano se empleó (CRyA-UNAM) y para la identificación de los relatos de la doctora Clapp Jiménez fue (INb-UNAM).

Utilizo la concepción de entrevista en el sentido en que Guber la plantea como “una relación social [...] donde se encuentran distintas reflexividades pero, también, donde se produce una nueva reflexividad” (2011:70). En ella, se obtienen de los informantes enunciados y verbalizaciones a través de sus líneas de asociación en las cuales, “los datos que proveen son la realidad que estos construyen con el entrevistador en el encuentro” (2011:71), introduciendo “sus prioridades en formas de temas de conversación que revelan los nudos problemáticos de su realidad social tal como la perciben desde su universo cultural” (2011:75).

2) A través de la revisión analítica del currículum vitae único (CVU) registrado en el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (Siicyt) del Conacyt durante el primer trimestre del año 2011 de cada una de ellas, se obtuvieron elementos para apoyar el estudio de la trayectoria con datos acerca de los lugares de formación, los tiempos y ritmos en la productividad científica, el itinerario en la producción de conocimiento, las publicaciones y sus colaboradores, la temporalidad y los planos de reconocimiento, la construcción de la línea de investigación, para obtener un referente del comportamiento de la trayectoria académica.

El análisis de los CVU se realizó teniendo en cuenta que como “oficialización de la presentación pública” de las investigadoras, están contruidos a partir de “formatos únicos y de registro electrónico cada vez más estructurados”, sujetos al diseño de

¹³ Agradezco la generosidad de las tres científicas no sólo por el tiempo que tan amablemente otorgaron para las entrevistas, sino también por permitirme acercarme a sus espacios cotidianos de trabajo; a la doctora Bravo de la Parra por consentir el observar y grabar el trabajo en su laboratorio y aproximarme a sus estudiantes mientras realizaban sus actividades cotidianas; a la doctora Lizano Soberón por su atenta explicación en el recorrido por el CRyA para mostrar los futuros espacios físicos en desarrollo y a la doctora Clapp Jiménez por la apertura para observar el trabajo de su laboratorio, la invitación a conversar con sus investigadoras asociadas, estudiantes y permanecer en una sesión de su seminario interno donde acudieron estudiantes de posgrado, posdoctorantes, investigadores asociados y técnicos, momentos de trabajo que no tuvo inconveniente alguno en que fueran videograbados. Mi gratitud a las tres, por su profunda disposición, seguimiento y cuidado que sostuvieron en el desarrollo de esta tesis.

plataformas también modificables y describen a las científicas de manera rígida bajo la “disposición de cada atributo, acompañado de ciertas opciones”, dejando de lado “lo que está en proceso o no tuvo un producto final”, en una lógica “que responde a las leyes que rigen el mercado de la producción del discurso sobre sí mismo en cada espacio institucional como un mecanismo de producción unificado que puede disociarse sólo con fines analíticos” (García Salord, 2010: 5).

3) Fueron igualmente consultadas las bases de datos de la AMC, el Conacyt, el SNI, el Sistema Integrado de Información en Ciencia y Tecnología (Siicyt), la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuies), el Subsistema de Investigación Científica (SIC) y la Coordinación de la Investigación Científica (CIC), ambos de la UNAM, el IBt-UNAM, el CRyA-UNAM, el INb-UNAM en sus series estadísticas, anuarios, indicadores, consultas e informes.

4) Finalmente, fueron revisados documentos institucionales como informes, semblanzas, conferencias, presentaciones, gacetas, memorias y publicaciones, relacionados con las trayectorias, lo que permitió identificar planos y niveles de participación, funciones, vínculos y relaciones en la productividad.

La relación entre las fuentes primarias se convirtió en un elemento fundamental en el proceso de análisis para dar respuesta a las siguientes interrogantes que sustentan esta investigación: ¿Cuáles fueron los recursos con que lograron construir una trayectoria de prestigio? ¿Cuáles fueron las condiciones que les permitieron una participación consolidada en la comunidad científica nacional e internacional? La hipótesis es que una trayectoria se construye y organiza a partir de una serie de condiciones interrelacionadas, en las cuales el sujeto juega una posición vinculada con un proceso de toma de decisiones ante su confrontación con el aprovechamiento de oportunidades, ciertas condiciones situadas, su propia racionalidad prospectiva imaginada, las situaciones azarosas, los momentos oportunos, el intrincamiento de acontecimientos profesionales y personales, las políticas públicas y los procesos de legitimación, dichas condiciones se articulan principalmente por una cultura disciplinaria vinculada a una cultura institucional, y conforman un complejo de interrelaciones.

El objetivo de este estudio fue identificar y reconstruir los recursos que constituyeron su formación científica de cada una de ellas y subyacen en la construcción de una trayectoria de prestigio. En este sentido, entiendo el prestigio como un referente de capital simbólico:

Supone la presencia activa de otros capitales, como el capital social (redes, espacios sociales), el capital económico (ingresos, becas, patrimonio) e incluso el capital político (poder, influencia, presión, carisma) [...] en tanto recursos operantes en la vida cotidiana y en el devenir [de las investigadoras]; son recursos que proveen de condiciones propicias o adversas de reproducción y, que están en juego a la hora de la evaluación, en la competencia con otros por el derecho de entrada a una institución o a un grupo, o por el acceso a ciertos beneficios (subsidios, por ejemplo) o a la distribución de reconocimientos (premios, menciones) (García Salord, 2010: 9).

Dado el objetivo anterior, la formación científica se convirtió en el eje de análisis primordial y el concepto de trayectoria en la referencia y ordenador de la reflexividad, el registro, el trabajo de campo, el análisis, la sistematización y la producción textual del proceso de investigación.

1.3 Trayectorias: un concepto fundamental

Los estudios en trayectorias han sido reconocidos como una opción metodológica que permite profundizar en los recorridos o itinerarios de sujetos, grupos o instituciones (Jiménez, 2009) para develar ciertos procesos derivados de la interrelación de una serie de elementos. En particular, la reconstrucción de trayectorias académicas hace posible conocer a través de los sujetos cómo se insertan en cierto campo de práctica, el papel de las instituciones de adscripción, las redes institucionales en que se ven implicados y la forma en que se apoyan en el capital institucional y el soporte que les proporcionan.

Considerando que la vida académica de los sujetos transcurre en un tiempo histórico y social específico, como un trayecto con una sucesión de posiciones jugadas que implican procesos de apropiación, reproducción y conversión de cierto capital, el análisis de la trayectoria académica es un recurso central para identificar su organización, sus momentos de continuidad, discontinuidad o transición, su movilidad, los puntos de convergencia e inflexión o los componentes que han incidido en su proceso de constitución en un campo disciplinario inscritos en un tejido histórico social particular (Jiménez, 2009).

Para esta investigación, las trayectorias no suponen ninguna secuencia lineal particular preestablecida, por el contrario, se conciben como: a) procesos de cambio, b) con movimiento, matices e inflexiones en una articulación de procesos vinculados a

contextos, oportunidades y decisiones, c) donde el presente actuado es una construcción resultante de un pasado, d) de un pasado que se ramifica y se recrea en elaboraciones ante nuevas circunstancias, e) proceso en el cual, el sujeto tiene un papel activo donde también coexiste el azar, el momento oportuno así como ciertos acontecimientos que trascienden a la voluntad del sujeto y, f) se constituyen en un devenir de un tejido histórico y social determinado (Bertely, 2002).

La trayectoria es un concepto fundamental para esta investigación, en el sentido que García Salord le atribuye, cuando cita “la trayectoria alude a los tramos que podemos reconstruir [...] identificando un recorrido posible y ofrece la descripción de la dimensión temporal de las prácticas, permiten ver el ritmo y la duración de un proceso (continuidad, discontinuidad, intervalos)” (2001, 12). De igual forma reconoce la existencia de ciertas secuencias y velocidades, que como señalan Guevara Ruiseñor y García López, en el terreno académico “tienen importantes implicaciones tanto en el plano personal como institucional [...] porque marcan distintas posibilidades de acumulación de capital cultural y simbólico, (2010: 12)” para situarse en ciertas posiciones sociales.

Primordialmente, las trayectorias han sido reconocidas como un recurso y herramienta de trabajo analítico (García Salord, 2001, 2010; Guevara y García, 2010; Villa Lever, 2001; Hamui, 2010). Han hecho posible develar en el campo de formación de científicos: patrones de constitución y reproducción de grupos de investigación científica, procesos de formación en ciertos campos disciplinarios, procesos generacionales, de construcción de pertenencia, identidades y filiación profesionales, de estructura y organización de grupos en la generación de conocimiento, y explicar relaciones subjetivas como maneras de pensar, hacer y sentir de grupos en relación con sus prácticas.

Por otra parte, las trayectorias como reconstrucciones a través de relatos también suponen un conjunto de representaciones inscritas en la memoria de los sujetos que inciden en su narración e implican acotamientos a sus recorridos existenciales y de profesionalización estableciendo recortes, atribuyendo sentidos a las relaciones en que se colocan respecto a los otros, así como a las construcciones de otros (Grajeda, 2010).

Respecto del campo de formación de científicos, Didou y Remedi ubican cuatro ejes de investigación:

- a) el primero, deriva de la veta de investigación abierta por Merton, en la cual los estudios generados “se interesaron en las políticas públicas y en las condiciones institucionales en las cuales docentes e investigadores cumplían con sus cometidos profesionales, autodefinían sus responsabilidades y respondían a los criterios de desempeño exigidos en sus instituciones de pertenencia” (2008: 14);
- b) un segundo, recoge aquéllos estudios centrados “en la formación y en la reproducción de las elites intelectuales [...] [los cuales] suscitaron interés por su vinculación con las instituciones que tradicionalmente fueron encargadas por sus gobiernos de entrenar a los recursos humanos altamente calificados, para renovar y reproducir los cuadros gubernamentales, administrativos, políticos y académicos” (2008: 14);
- c) un tercero, considera:

Un acercamiento más [...] promovido desde finales de la década de 1960 hasta hoy, por organismos internacionales [...] [que tienen como] objetivos dilucidar los aportes de la investigación científica, principalmente aplicada al mejoramiento de la productividad, al desarrollo económico regional y a la solución de problemas del entorno (2008: 16).

- d) y un cuarto eje, sobre “sus modalidades de trabajo, sus vinculaciones [y] sus liderazgos constituido en los últimos quince años, en paralelo a la profundización de la reflexión política, sociológica y económica sobre la globalización y las formas de organización de las sociedades en red” (2008: 20).

Así, esta tesis se nutrió de la aproximación a cuatro conjuntos de trabajos: los estudios de trayectorias (Hamui Sutton, 2010 a,b; Grediaga Kuri, 2004; Martínez y Albornoz, 1998; García Guevara, 2010; García Salord, 2000, 2001, 2010; Guevara Ruiseñor, 2010; Villa Lever, 2001; Remedi, 2004; Landesmann, 2001, 2004; Jiménez, 2009); los estudios en formación de científicos y grupos de científicos de prestigio (Larrisa Lomnitz, 1991, 2008; Pablo Kreimer, 2003, 2009; Didou y Gérard, 2010; Didou y Remedi, 2008; Hamui Sutton, 2002, 2005, 2007; Rodríguez y Zubieta, 2005; Licea, 2005; Remedi y Ramírez, 2011); los relativos a procesos de institucionalización de disciplinas (Ledesma-Mateos, 2009; Jorge Bartolucci, 2000; Aretxaga, 2008; Viniegra-González, 2009; Quintero y González, 2008; Calva Mercado, 2009; Ramírez, 2012; Bolívar Zapata, 2011); y las etnografías en laboratorios (Knorr Cetina, 2005; Latour, 1995; Arellano Hernández, 2010).

El proceso de investigación estuvo orientado por una aproximación antropológica que tuvo como principios:

Reconocer los “marcos de interpretación” dentro de los cuales los actores clasifican el comportamiento y le atribuyen sentido [...]; son los actores los privilegiados a la hora de expresar en palabras y en prácticas el sentido de su vida, su cotidianidad, sus hechos extraordinarios y su devenir [...]; acompañar al informante por los caminos de su lógica [...]; re-conocer la distancia entre su reflexividad y la de sus informantes, [en la cual], el investigador necesit[a] ubicarse en una posición de desconocimiento y duda sistemática acerca de sus certezas [...]; [así], el centramiento de la investigación [...] supone la aceptación de los marcos de referencia del informante para explorar juntos los aspectos del problema en discusión y del universo cultural en cuestión (Guber, 2011: 73,76).

Dado lo anterior, el proceso de investigación sostuvo como premisa fundamental la suspensión de juicios teóricos previos y se centró en la tarea de ir en busca de comprender prioridades en forma de temas y prácticas expresados por asociación libre a partir de las narrativas expuestas por las científicas (Scheper, 1997; Bourdieu, 1999; Bertely, 2002; Bertaux, 2005; Guber, 2011), prestando particular atención a la reconstrucción de las condiciones y contenidos de la socialización y capacidades obtenidas, sus marcos de referencia y las escenas de sus trayectorias a las cuales les atribuyen una relevancia para su formación científica (Scheper, 1997; Bourdieu, 1999; Goetz y Le Compte, 1988; Guber 2011; Bertaux, 2005).

2. Tres configuraciones en las trayectorias

El análisis de los datos a partir de las narrativas en articulación con el estudio detenido de los CVU, bases de datos y los documentos institucionales ya citados, revelaron como un primer resultado tres configuraciones en las trayectorias. Entendiendo por configuración un entretejido dinámico que implica una síntesis, a partir de nuevas integraciones como expresión de prácticas sociales, en las que confluyen no sólo contextos sino también múltiples construcciones de sujetos (Litwin, 1997). Las configuraciones encontradas fueron las siguientes.

Primera Configuración: Una Continuidad en Formación Científica

Continuidad que implicó decisiones, retos y la exigencia de un trabajo sistemático entre nueve y 11 años según su campo disciplinario, en una secuencia ininterrumpida de la Licenciatura al primer Posdoctorado -entre 1976 y 1988/1991- que no obstante la diferencia del campo, presentó un enmarque similar. Esta formación sucedió en nichos disciplinarios en investigación científica de prestigio, reconocidos por sus altos niveles de productividad, pioneros en su campo y poseedores de una plataforma para producir conocimiento de frontera; con investigadores legitimados como portadores de saber que hicieron posible la entrada en un sistema de conocimiento específico, con los cuales se establecieron vínculos, filiaciones, intereses y prácticas que dejaron marcas simbólicas como formas de hacer ciencia y producir conocimiento. El análisis mostró:

- a) Un proceso de socialización temprana.
- b) La constitución de una significación de “ser científica” y “quehacer científico”.
- c) Un proceso de formación científica rigurosa.

Segunda Configuración: La Apertura y Construcción de un Campo

Las tres científicas, a su regreso a México después de la primera estancia posdoctoral, se reintegraron a nichos de investigación en relación directa con su formación científica, y asegurada una posición laboral, comenzaron la apertura y construcción de un campo de investigación, labor cuya duración osciló entre seis y nueve años, entre 1989 y 1998, con una alta productividad científica, asumiendo una gestión como portadoras de un saber legitimado en el extranjero que marcó el inicio de su participación en estrategias de desarrollo científico para el otorgamiento de recursos, abriéndose lugar en la comunidad científica nacional. El análisis reveló:

- a) Un creciente proceso de producción-reproducción de conocimiento de frontera.
- b) La construcción de un laboratorio propio para la línea de investigación, en los casos de Microbiología Molecular y Neuroendocrinología Molecular.
- c) La pertenencia a un grupo o área de investigación.
- d) Su posicionamiento como pioneras, referentes y líderes de grupo a nivel nacional.
- e) Una destacada productividad científica en la singularidad de su campo disciplinario en coordinación con pares nacionales e internacionales y científicos en formación.
- f) Su participación en el inicio de centros de investigación en el interior del país.

Tercera Configuración: Una Participación Consolidada

Acontecida en un periodo de 11 años aproximadamente, entre 1999 y 2010, en el cual fueron reconocidas como un polo de saber y poseedoras de una práctica científica experta, con una producción sostenida de conocimiento de frontera, autonomía, libertad, liderazgo y una gestión para el financiamiento e inversión en investigación científica que trasciende el plano nacional. El análisis indicó:

- a) Una reconfiguración de los elementos de formación científica integrados en los años anteriores.
- b) La articulación en la producción de conocimiento en diversas redes y circuitos de producción científica.
- c) Su participación en discusiones y toma de decisiones para la resolución de problemas y definición de estrategias de desarrollo científico.
- d) La formación de nuevos cuadros de investigadores de alta calidad.

A partir de las configuraciones reveladas como producto del proceso de análisis, el trabajo se organizó para mostrar los resultados en cinco capítulos: el primero, expone el problema de investigación, un concepto fundamental y los recursos metodológicos utilizados. Dada la extensión y riqueza de la primera configuración, que comprendió un periodo entre nueve y 11 años de continuidad en formación científica, se decidió distribuirlo, para fines analíticos en dos apartados. El capítulo segundo hace referencia a los primeros años de formación en que se constituyó un acto de subjetivación de lo que significa “ser científica” y marca las condiciones de inicio en la construcción de su trayectoria mientras que en el tercero se analiza la continuidad en formación científica mostrando el énfasis en el doctorado y la trascendencia de la primera estancia posdoctoral como una marca para el futuro de su producción científica y de su trayectoria académica.

El cuarto capítulo, atiende a la segunda configuración y caracteriza la dinámica acontecida a su regreso del posdoctorado y su participación en la comunidad científica nacional para la apertura y construcción de una línea de investigación como portadoras de un saber adquirido en el extranjero, y en el quinto se da cuenta de la tercera configuración, se muestran los rasgos de un proceso de consolidación de una trayectoria reconocida y valorada con prestigio académico; por último, se presentan las conclusiones que se derivan de los hallazgos de este proceso de investigación, de lo

dicho respecto al problema en cuestión y las preguntas que sustentaron esta investigación.

CAPÍTULO 2 LA LICENCIATURA: UN ACTO DE SUBJETIVACIÓN DE LO QUE ES HACER CIENCIA

1. Introducción: un enmarque similar

Como se señaló anteriormente, en los tres casos se identificó una primera configuración caracterizada por una continuidad en formación científica de la licenciatura al primer posdoctorado -entre 1976 y 1988/1991-, la cual implicó la exigencia de un trabajo sistemático entre nueve y 11 años, según su campo disciplinario; el periodo analizado es complejo, dada su extensión; sin embargo, tiene la cualidad de permitir reconstruir elementos que conformaron la estructura fundamental de su formación científica en la que tuvo raíz la producción de conocimiento que hoy las posiciona como polos de saber en su campo.

Didou y Gérard definen como “polo de saberes” a aquellas instituciones de investigación “identificadas por el medio académico y científico, nacional o extranjero, debido a los saberes que imparten y a la legitimidad atribuida a dichos saberes” (2010: 102); en este caso, utilizo el término para referirme a los científicos que por su trayectoria y producción de conocimiento científico se posicionan en una situación análoga.

Dada la extensión y riqueza de esta primera configuración, se decidió distribuirla para fines analíticos en dos apartados. Este, que es el primero, tiene como propósito analizar los años de formación referidos a la licenciatura, los cuales tuvieron como efecto en primer lugar, un acto de subjetivación de lo que significa “ser científica”; en segundo término, marcaron las condiciones de inicio en la construcción de su trayectoria y en tercer lugar, implicó la apropiación de un conocimiento específico fundamental para su posterior formación y producción científica; lo anterior se articuló a la coexistencia de ciertos acontecimientos sociales a finales de los setentas y esencialmente durante la década de los ochenta del siglo pasado que tuvieron un peso favorable en sus trayectorias; éstos se puntualizan más adelante.

Los relatos de las investigadoras permitieron la reconstrucción de las trayectorias en el inicio del campo de conocimiento científico en el cual lograron una inscripción temprana, los espacios materiales donde realizaron su formación científica, las presencias que tuvieron una influencia en la toma de decisiones para definir cursos de acción y con quienes se iniciaron en la producción de conocimiento científico; éstos

son los elementos que se presentan en este capítulo referido específicamente a la licenciatura, como fundamento de su formación científica y que, según el análisis realizado, dieron dirección y sentido a la constitución de las trayectorias académicas de estas tres científicas mexicanas.

No obstante la diferencia de su campo disciplinario, los relatos en articulación con el estudio detenido de su CVU y algunos documentos institucionales, permitieron reconocer que su formación científica inicial se constituyó dentro de un enmarque similar. Hamui Sutton utiliza el término enmarque para referirse a:

un cuadro estructurante [...], en que tres ethos independientes -científico, institucional y del entorno-, con una cosmovisión, representación social y estructura de organización propia están presentes en el saber común de los investigadores, posibilitando la construcción de un ethos grupal con pretensiones conjuntas que tienen validez mediante formas de reconocimiento intersubjetivo (2010a: 54).

En los tres casos se pudieron identificar los siguientes rasgos de este cuadro estructurante de su formación científica:

Primero

Las tres investigadoras se formaron en instituciones connotadas que en ese momento contaban con una plataforma en infraestructura y financiamiento que hacían posible prácticas experimentales y producción de investigación de prestigio, con lógicas de trabajo que organizaban tiempos, espacios, ritmos y ofrecían posibilidades de participación en la producción de conocimiento. Para entonces, dichas instituciones ya eran reconocidas como nichos disciplinarios específicos en investigación con una posición en la comunidad científica nacional al ser pioneras en su campo y construir tradiciones de investigación basadas en sus logros y productividad. Según Kreimer:

Las tradiciones científicas se articulan como configuraciones de identificación colectiva que se van conformando a través de sucesivas generaciones, se ponen en juego relaciones de filiación entre maestros y discípulos, que van construyendo verdaderas modalidades de trabajo, formas de ver y practicar el trabajo científico. En este marco, los modos en que se pretende legitimar un conocimiento y, a través de ellos legitimar a los propios científicos como productores de esos conocimientos, se halla inscripto como

uno de los núcleos centrales que componen una tradición (2003:12).

Segundo

Su formación científica inicial transcurrió en una cercanía con investigadores legitimados, formados en el extranjero y reconocidos como portadores de saber por abrir campos problemáticos, direcciones de investigación, producir y circular conocimiento de frontera y ser referentes en el plano nacional en la disciplina en cuestión. Esto resulta de vital importancia en la trayectoria de las tres científicas porque significó el inicio de su formación científica con investigadores que hicieron posible: a) el derecho de admisión a un campo de producción de conocimiento de frontera acompañadas por científicos consolidados de prestigio, b) una formación e identificación temprana con prácticas rigurosas y conocimiento en construcción en el quehacer científico cotidiano que les permitió apropiarse de herramientas para poder participar en estructuras de producción científica y, c) la posibilidad de establecer vínculos y filiaciones que además de dejar marcas simbólicas en su formación científica, abrieron horizontes de relaciones en el campo disciplinar con investigadores connotados y con poder académico.

En este sentido adquirió particular relevancia el vínculo que las tres científicas establecieron con estos investigadores, porque a partir de la forma particular de relacionarse con ellos y con ciertos objetos, motivó la creación de una representación de lo que es “ser científica”, lo cual fue constituyendo parte de su propia realidad psíquica y social, conformando una identificación (Anzaldúa, 2004) a cierto quehacer, prácticas y conocimiento específico que designaron en ellas, el nacimiento de un nuevo lugar y de un mecanismo estructurante (Nasio, 1988) para apropiarse en momentos clave de ciertos aspectos, atributos o rasgos (Roudinesco, 1998) durante su proceso de formación científica.

El vínculo es fundamental porque implica una incesante interpretación psíquica que el sujeto hace de otros sujetos y objetos a partir de representaciones que se ligan a su deseo en actos de subjetivación en un juego complejo no libre de tensiones (Anzaldúa, 2010) pero invariablemente presente en el proceso de enseñanza, aprendizaje y en la transmisión de expectativas durante un proceso formativo.

Tercero

Su formación científica aconteció a través de un proceso de toma de decisiones en subsecuentes redefiniciones a partir de lo cotidiano vivido por: a) la exigencia de un trabajo sistemático y continuo en marcha a través del estudio y aprendizaje en ciertos problemas, la exposición a ambientes en producción de conocimiento científico caracterizados por la frecuente discusión y exposición de resultados, la influencia de prácticas y éticas de científicos consolidados que promovían publicar tempranamente en revistas indexadas, b) el requerimiento de la dedicación de tiempo completo a la formación científica como una prioridad en relación con otras decisiones personales y c) la puesta en juego de sus valores, creencias, actitudes, emociones, metas y, objetivos en relación con ciertas alternativas, información, conocimiento y experiencia que poseían para orientar ciertos cursos de acción con resultados favorables.

Cuarto

Aunque para fines analíticos en este capítulo me esté refiriendo en particular a la licenciatura, en los tres casos esta continuidad en formación científica de la licenciatura al primer posdoctorado sucedió en un contexto nacional donde se entretajeron componentes de diferentes magnitudes relacionados con problemas locales, y algunos en articulación con acontecimientos internacionales, pero todos ellos vinculados y con efectos en el devenir de sus trayectorias.

En ese periodo se relacionaron: a) la expansión de la Educación Superior (Rollin Kent, 1986; Gil Antón, 2002; Brunner, 2007) como “una respuesta ligada a la crisis abierta por el movimiento estudiantil de 1968” (Rollin Kent, 1986:1), b) la descentralización de la UNAM (Arámburo, 2012; Aretxaga, 2008; UNAM 2007a; Didou y Remedi, 2008) en relación con las políticas nacionales de descentralización y como parte de sus estrategias de fortalecimiento de su carácter nacional y su presencia en la red global de conocimiento científico y, c) en el ámbito científico, el desarrollo de nuevas perspectivas en la ciencia a partir de cambios de paradigmas en la construcción de instrumentación para las prácticas experimentales como el secuenciamiento automatizado de ácido desoxirribonucleico (ADN) y genes, los procesos de manipulación genética, el surgimiento de campos emergentes, por ejemplo, la Biotecnología y una investigación cada vez más molecular, entre otros (UNAM, 2003; Calva 2009; Viniegra-González, 2009). Así en la década de los ochenta del siglo XX deja de realizarse la secuenciación de ADN de manera tradicional para

desarrollarse de manera automatizada a través de la creación de un software específico, esta situación modificaría las prácticas de investigación de modo radical en términos de aparatos, equipos, tiempos, formas de organización y trabajo de la actividad experimental, d) la modificación en las agendas y prioridades de la investigación científica nacional marcada en buena medida por la dimensión de internacionalización de los científicos mexicanos (Brunner, 2007; Aretxaga, 2008; Didou y Gerard, 2010) y, e) una crisis económica en los años ochenta, que de acuerdo con Gil Antón:

Se refiere al declive abrupto -a partir de 1982- de los ingresos salariales y de los fondos institucionales, [...] en íntima relación con una crisis general [...] que inicia una transformación profunda del modelo de desarrollo del país. [...] No se trató de un ajuste temporal a las políticas de desarrollo económico y gasto social, sino del comienzo de un cambio en la lógica de fondo de cuestiones tan importantes como el papel del Estado en la economía, el juego del mercado en la coordinación del desarrollo y el sentido del gasto social con base en los impuestos recaudados (2002: 112).

En esta continuidad en formación científica de entre nueve y 11 años ya referida, fue posible distinguir desde la licenciatura una articulación de procesos entre los cuales destacan: 1) un proceso de socialización temprano -aproximadamente a partir de los dieciocho años- que de acuerdo con Lomnitz, “tiene lugar a través de su integración a una o varias familias de investigadores, las cuales son cohesivas, tienen una ideología propia [...] [y] es intenso y cercano” (1991: 138), 2) la constitución de una significación del “quehacer científico” y del “ser científica” y, 3) un proceso de formación científica riguroso en escuelas pioneras y sólidas en su campo .

1.1 Espacios materiales y simbólicos donde iniciaron su formación científica

Las doctoras Bravo de la Parra y Lizano Soberón construyeron su formación en instituciones de la UNAM; la doctora Clapp Jiménez es egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-I), sin embargo, desde el tercer año se incorporó al Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) de la UNAM donde pasaría el mayor tiempo durante la licenciatura. Las tres realizaron su formación científica inicial durante los últimos años de la década de los setenta e inicios de los años ochenta del siglo XX como puede observarse a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Espacios materiales y simbólicos donde iniciaron su formación científica

Caso 1 Microbiología Molecular Bravo de la Parra Adscripción actual Instituto de Biotecnología (IBt) UNAM	Caso 2 Astronomía Lizano Soberón Adscripción actual Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) UNAM	Caso 3 Neuroendocrinología Molecular Clapp Jiménez Adscripción actual Instituto de Neurobiología (INb) UNAM
Licenciatura Investigación Biomédica Básica 1981-1985 Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB). UNAM Antecedente del Instituto de Biotecnología	Licenciatura Física 1976-1981 Facultad de Ciencias. UNAM	Licenciatura Biología 1977-1981 Universidad Autónoma Metropolitana UAM-I Se forma en laboratorios del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) UNAM en el Departamento de Fisiología
Campo en Bacterias	Campo de la Hidrodinámica	Campo de la Prolactina

Fuente: Entrevistas (IBt-UNAM; CRyA-UNAM; INb-UNAM; 2011) y Plan de Estudios de la Licenciatura en Física 1976-1981, Dirección General de Administración Escolar (DGAE-UNAM, 2011).

Su formación articuló elementos institucionales, científicos y de contexto comunes, no obstante el diferente campo disciplinario en que se iniciaron y el distinto nivel de consolidación que cada una de las disciplinas tenía para este momento.

De las circunstancias que marcaron el inicio de su formación científica la doctora Bravo comenta:

Quería estudiar química, antes medicina, mi inclinación sí era para el área científica y estando en la preparatoria me enteré que existía esa carrera, investigación biomédica básica, y me llamó mucho la atención, ¿Cómo? ¿Qué significa eso? ¿Qué hacen? ¿Dónde están? Fui a unas pláticas que daba el doctor Negrete donde presentaba la carrera y el proceso de selección bastante difícil, la realidad me interesó, en ese momento me pareció muy difícil, muy interesante. Conocí el Instituto de Investigaciones Biomédicas, pude ver los laboratorios y dije voy a tratar de aplicar aquí, prefiero estar aquí que irme a química. Apliqué en esa generación y quedé aceptada, no me arrepiento, es una carrera genial, que los investigadores le dan muchísima, muchísima atención a los estudiantes, fui privilegiada de haber sido aceptada, de tener profesores tan buenos, de haber iniciado en la investigación desde esa edad, a los dieciocho años, me pareció muy motivante, trabajando en el laboratorio, haciendo experimentos, es un trabajo en equipo, de muchas personas, todo lo que tú haces le importa a otras personas y a trabajar. A mí me había gustado mucho lo que había escuchado del trabajo con bacterias desde entonces y escogí irme con el doctor Basterrachea, él era un genetista buenísimo que trabajaba con bacterias (IBt-UNAM).

Por su parte, la doctora Lizano señala:

La realidad es que empecé a estudiar sin saber bien qué significaba ser un físico y cuando estuve en la carrera tenía la intención de hacer algo aplicado y me metí a muchísimas materias optativas, muchas más de las que correspondían al programa, estudié desde optativas en Geofísica, optativas en Astronomía, mi intención era hacer algo aplicado, en Materiales o Ingeniería o en Geofísica, podría decir, que en esta búsqueda, encontré la Astronomía, pensaba en la Astronomía como si fuera algo muy bonito, pero muy lejano (CRyA-UNAM).

Al respecto de las condiciones de inicio de su formación científica la doctora Clapp refiere:

Fue la primera generación de la UAM-Iztapalapa en la Licenciatura en Biología y ahí tuvimos acceso a muy buenos profesores de la UNAM, los laboratorios en la UAM-I estaban muy limitados, entonces desde muy pronto nos metimos a trabajar en laboratorios de la UNAM y entré al campo de trabajo de la Prolactina desde la licenciatura en el laboratorio del doctor Flavio Mena¹⁴ (INb-UNAM, 2011a).

En los tres casos, su formación científica respondió a: a) problemas detectados previamente por los investigadores que requerían ser atacados y precisaban la búsqueda de soluciones posibles, b) estos problemas ya venían siendo interrogados por los científicos, y c) según sus magnitudes para cada caso disciplinario, eran problemas que ya se encontraban siendo estudiados vía la experimentación y se abría la posibilidad de que a través de un riguroso trabajo de investigación, ellas pudieran

¹⁴ El doctor Flavio Manuel Mena Jara es egresado de la Facultad de Medicina (1956-1962), Doctorado en Fisiología por la UNAM (1975). Ha sido investigador en el Instituto de Estudios Médicos y Biológicos, hoy IIB y en el Centro de Neurobiología de la UNAM, hoy INb en el campus UNAM en Querétaro, del cual fue director fundador. Su línea de investigación es en Fisiología Neuroendocrina la cual se ha desarrollado en dos vertientes: a) la regulación de la secreción de Prolactina por regiones de la adenohipófisis y los mecanismos autonómicos de regulación y control del aparato motor de la glándula mamaria durante la evacuación láctea y, b) la regulación que ejerce el sistema nervioso simpático sobre la evacuación láctea. Ha sido Presidente de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, investigador invitado de la Universidad de Berkeley, Tennessee, en la Unidad de Neurobiología del Instituto Nacional Francés de la Salud y de la Investigación Biomédica en París, Francia (1974). Miembro de comisiones evaluadoras en la UNAM y de comités editoriales de diversas publicaciones internacionales. Actualmente pertenece al Consejo Consultivo de Ciencias (CCC) de la Presidencia de la República. Ha sido distinguido con el Premio de la Academia de Investigación Científica, el Premio Universidad Nacional en Ciencias Naturales y el Premio Nacional de Ciencias y Artes (1996). Actualmente, es investigador Emérito de la UNAM y del SNI. Hoy el doctor Mena Jara es reconocido como uno de los neuroendocrinólogos más importantes del país. (Instituto de Neurobiología, 2011b; Universia, 2009; Robles de la Rosa, 2011; Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, 2011).

formarse e intervenir y continuar profundizando. En este sentido, por ejemplo, la doctora Clapp menciona:

En el laboratorio de Flavio Mena trabajábamos con esta hormona, que es una hormona muy llamativa porque tiene muchas acciones, tiene una enorme diversidad de efectos. Conforme pasaron los años algunos de esos efectos fueron atrayendo la atención de especialistas de otros campos porque tiene que ver con muchos trastornos autoinmunes muy importantes, mi trabajo aquí, que era sobre lactancia, había encontrado en el grupo de Flavio Mena, que la Prolactina no era una sola proteína sino que era una familia de proteínas que cambiaba bioquímicamente ciertos aspectos, la Prolactina se modificaba enzimáticamente hacia distintas estructuras químicas. La propuesta de esos años era que cada una de esas modificaciones pequeñas que les hacían las enzimas a las moléculas de Prolactina se traducían en un efecto biológico diferente (INb-UNAM, 2011).

Los relatos de las tres científicas hicieron posible reconstruir circunstancias presentes en el inicio de su formación, las cuales permitieron una aproximación a las tareas, prácticas, conocimientos y dinámicas en que se encontraron involucradas, cómo fueron construyendo una participación en el laboratorio o en un área de investigación iniciando por una participación periférica legítima a ciertos escenarios jerárquicos con trayectorias diversas entrelazadas (Remedi y Ramírez, 2011).

Estos relatos ofrecen un acercamiento a la representación que existía en ese momento y en esos escenarios de formación científica como a las representaciones construidas por ellas de prácticas en contexto visualizadas en planificaciones, rutinas y actividades que dan cuenta de ese entramado, en la que se integran también, las miradas personales de múltiples sujetos como síntesis integradoras (Litwin, 1997).

Caso por caso, dada la especificidad de su campo, se presenta a continuación una descripción de las condiciones que reconstruyen de su formación científica inicial.

2. Un nicho de investigación para la producción de conocimiento científico de frontera en Microbiología Molecular

Para la doctora Bravo, tener acceso a la licenciatura en Investigación Biomédica Básica en 1981 en el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) de la UNAM, significó la inscripción de formación científica en un espacio material y simbólico creado ex profeso para organizar en México la producción

de conocimiento científico en dicha ingeniería. Esta fue la primera licenciatura en investigación del país y nació en el área de Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud en 1974 (UNAM, 2007a); se impartió en el CIIGB, que “empezó a funcionar, dentro de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. En 1985 se trasladó a sus actuales instalaciones en Cuernavaca, Morelos” (UNAM, 2007a: 28; Didou y Remedi, 2008: 117).

La calidad de este programa fue destacada por la doctora Bravo, quien comentó:

Ese programa que nos dieron fue muy personalizado, entras a un grupo pero eran diez, el primer año una carrera muy fuerte, los investigadores te dan clases y llevas clases de grupo todo el tiempo, la física, química, matemáticas, estadística. Los investigadores exigen muchísimo que cumplas con cargas de trabajo muy fuertes y sí tuve que estudiar muchísimo, hubo materias que me costaron mucho trabajo como físico-química, luego el siguiente año escoges a un profesor, entras a un laboratorio y empiezas a aprender a trabajar directamente con ese investigador a ver ¿Cómo piensa?; él te propone un proyecto de investigación, por supuesto no sabes hacer nada, necesitas alguien que te empiece a enseñar y a ayudar ¿Cómo trabajar con bacterias? ¿Cómo trabajar con DNA?, todos los experimentos alguien te tiene que ayudar un poco. Poco a poco vas aprendiendo a trabajar sola y a hacer experimentos, tenemos máquinas, seguir un protocolo, poniendo las cosas en un orden, calentando y enfriando, en un orden todo, al final de cuentas sales con un experimento, con un resultado que puedes leer y que te va a decir, ¿Cuál es el sentido del experimento?, entender el ¿Cómo proponer experimentos?, eso lo vas a aprender directamente con el investigador, hablando mucho con él, sí tienes un contacto con el investigador, muy, muy intenso (IBt-UNAM).

Según Bolívar Zapata (2011), la actividad científica en el IBt se concibió: a) organizada en células académicas, b) para que estuvieran dirigidas por investigadores maduros previo proceso de selección, para desempeñarse como líderes de investigación, c) en espacios ideados bajo un cuidadoso análisis donde pudieran compartir infraestructura, d) para estimular y propiciar la colaboración y el intercambio académico, e) para producir investigación de primer nivel, e) para ser evaluada y avalada por pares académicos a nivel internacional, y f) para crear una cultura de generación de conocimiento y publicación a nivel internacional. A este respecto, el mismo Bolívar Zapata escribió:

Los grupos teníamos un común denominador que eran los ácidos nucleicos, en particular el ácido desoxirribonucleico (ADN) y las proteínas, [...] Así, la labor de investigación se organizó en realidad con el propósito de contar en el CIIGB con las capacidades para aislar, purificar, caracterizar, manipular y modificar el material genético de cualquier organismo, incluyendo la síntesis química de ADN. Lo mismo en el nivel de las proteínas: tener la capacidad de identificar, aislar y caracterizar proteínas de cualquier organismo, de cualquier célula, en cualquier momento de su etapa de desarrollo o de su crecimiento. Los ácidos nucleicos y las proteínas se convirtieron así en la columna vertebral de la investigación. Otro de los elementos importantes incorporado como parte de la misión del centro fue [...] que se esperaba como primer requisito que los grupos de investigación tanto básica como aplicada [...] hicieran investigación de primer nivel. Que estos esfuerzos contribuyeran al avance del conocimiento y que los resultados fueran evaluados y avalados por pares académicos a nivel internacional y que ello permitiera su publicación en revistas de prestigio y circulación internacional. En otras palabras, crear en el CIIGB la cultura de la generación del conocimiento y su publicación en revistas de circulación internacional, coadyuvando así a reforzar la presencia de la UNAM, en la red global del conocimiento científico (2011: 16).

Integrarse a un espacio como este requirió, como señala Lomnitz, de “características particulares y formas de ser, las cuales influyen también en asumir determinados valores” (1991: 155).

Así, de acuerdo a la narrativa surgida a través de la entrevista, la doctora Bravo inició su formación motivada por el asombro y fascinación ante esta propuesta de la licenciatura, su contenido y una admiración e identificación inmediata con un cuadro conformado por investigadores destacados. Al respecto, la doctora Bravo menciona:

El proceso de selección era bastante duro, había que hacer exámenes de Matemáticas, Lógica, Biología, y después de eso quedaban seleccionados unos y esos tenían un proceso de selección de un mes, en donde tenías que ir, a mí me tocaba ir en las tardes, estar ahí toda la tarde. En la tarde tenías entrevistas con los investigadores, nos proponían problemas para que diéramos nuestras opiniones y después de esa selección, quedaron diez estudiantes que son los que entrarían a la licenciatura, éramos ochenta los que estábamos participando para seleccionar diez, uno sí sentía que había mucha competencia, era muy intenso, pero a mí me gustó, me acuerdo muy bien de presentaciones de investigadores como el doctor Larralde, que nos habló de la epidemiología del cisticerco y las investigaciones que estaban haciendo, era impactante, porque en realidad son cosas que no te imaginas, que puedan hacer este tipo de cosas o lo importante que

puede ser una enfermedad en nuestro país y las cosas que están haciendo para solucionarla, dije, tengo que estar aquí (IBt-UNAM).

Lo que observó y escuchó desde el curso propedéutico para su ingreso a la licenciatura, la orientó tempranamente por la elección de investigadores que resultaron significativos como modelos ideales de científicos, en particular los doctores Fernando Basterrachea,¹⁵ Jaime Mora y Alicia González. Como lo expresó la doctora Bravo fue:

Personas que me han marcado, los profesores que tuve, Alicia González, el doctor Basterrachea, el doctor Jaime Mora, esos tres, fueron modelos que me hicieron superarme y que me hicieron crecer muchísimo en mis épocas, inclusive ahora, la primera persona que escogí fue la doctora Alicia González y la escogí porque era una mujer joven y la veía que estaba siempre en el laboratorio, nos dio clases, nos dio Genética, muy entusiasta, me gustó su carácter y además que estaba trabajando en el laboratorio, como sabía que el trabajo iba a ser en laboratorio, quería a alguien que estuviera más circulando por el laboratorio y que lo viera o la viera haciendo experimentos y aprender. Alicia fue mi primera profesora y me enseñó a trabajar muchísimo, ella conmigo en la mesa a cuatro manos, trabajamos muchísimo y me enseñó muy bien a ¿Cómo pensar como científica? ¿Cómo organizarme?, los tiempos, lo que tenía que hacer, paso a paso, iba poniendo palomitas y apuntaba, como un mapa perfecto de ¿Cómo iba a ser un experimento? y por muy complejo que lo hiciera o muchos tiempos que tenía que tomar, era muy fácil guiarme, me enseñó a hacer esa planeación a volverme organizada, a empezar un experimento, a ver ¿Qué necesitas?, a arrancar el cronómetro, empezar a trabajar y hacer todo lo que tenía que hacer y ya estaba todo listo, porque lo había preparado bien, si no tenías esa organización, te puedes perder de ¿Cuál es el siguiente paso?, ya se te pasó todos los tiempos y puedes arruinar un experimento y muchísimo material (IBt-UNAM).

Su decisión de formarse en el CIIGB y su posterior elección por dos investigadores consolidados, Fernando Basterrachea¹⁶ y Jaime Mora, marcaron el

¹⁵ El doctor Basterrachea -fallecido el 14 de febrero del 2010-, formó parte del primer cuadro de líderes en investigación que iniciaron el CIIGB, el doctor Jaime Mora participó en el planteamiento de la primera licenciatura en investigación y la doctora Alicia González fue una de las primeras investigadoras formadas por el doctor Basterrachea que a poco tiempo se consolidó como una de las estudiantes destacadas y más tarde como parte de su equipo y colaboradora en proyectos de investigación (Bolívar Zapata, 2011; Sociedad Mexicana de Bioquímica, 2010).

¹⁶ Fernando Basterrachea fue reconocido por su labor pionera en Genética Molecular Microbiana y haber iniciado una de las líneas de investigación más fructífera en Genética Molecular en México, el estudio sobre la recombinación del *ADN* y los *plásmidos F de Escherichia Coli*. Su trayectoria lo sitúa como líder de investigación en su campo; formado en el extranjero en discusiones de frontera primero, en la Universidad de Wisconsin realizando estudios de Maestría (1961) y más tarde por realizar una estancia posdoctoral en la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos (1966). La trayectoria del doctor

inicio de su trayectoria y la entrada al campo de conocimiento en Bacterias a través de la enseñanza y observación directa y cercana de prácticas expertas con conocimiento científico en Genética Molecular Microbiana, Bioquímica, Biología Molecular y Ciencias Genómicas.

Esta interacción y su posterior formación durante la licenciatura estuvieron influenciadas por las siguientes condiciones:

- a) El encuentro con una generación de científicos mexicanos formados principalmente durante la década de los sesentas y setentas como los doctores Fernando Basterrachea, Rodolfo Quintero, Francisco Bolívar y Alberto Darzón.
- b) La interacción con quienes sostenían ya un trabajo continuo en un tema de investigación específico como la recombinación del ADN, la fijación biológica de nitrógeno en la Biología Molecular de Plantas, el desarrollo de herramientas moleculares para la clonación y expresión de material genético en *Escherichia Coli*, y la indagación respecto de los genes que codificaban para las toxinas de alacranes, por citar algunos.
- c) Construyendo líneas de investigación en una dedicación plena a la investigación científica, -mecanismos moleculares del nitrógeno, la recombinación del ADN y los plásmidos F de *Escherichia Coli*, Biología Molecular y la Fisiología del *espermatozoide*, síntesis química de fragmentos de material genético por ejemplo.
- d) Colaborando ininterrumpidamente en nichos de investigación como el Cinvestav, IIB, Instituto de Fisiología Celular, entre otros.
- e) Constituyendo su solidez académica a través de su propio aprendizaje en el extranjero -Universidad de California en Berkeley, Universidad de Wisconsin, Universidad de San Francisco- como refiere el Dr. Jaime Mora,¹⁷ “en espacios donde

Basterrachea como investigador en diferentes áreas de la Genética Molecular lo llevó a trabajar en la licenciatura en Investigación Biomédica Básica cuando ya había transitado por: la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del IPN (1959), la Universidad de Wisconsin (EUA) (1961), el Cinvestav del IPN (1964), la Universidad de California en Berkeley (EUA) (1966), la Sociedad Mexicana de Bioquímica -Presidente- (1971-1973), el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB)-UNAM (1978), el Departamento de Biología Molecular del IIB-UNAM (1980) el cual reestructuró, la Sociedad Mexicana de Microbiología -Presidente- (1980-1982) y el Instituto de Fisiología Celular de la UNAM (1980-1982) (Sociedad Mexicana de Bioquímica, 2010). Se lo define por haber establecido una escuela vigorosa en Genética Molecular, caracterizada por el rigor académico y la búsqueda de preguntas trascendentes que transmitió con entrega por la investigación y tuvo la visión que le permitió identificar problemas trascendentes en su campo y la paciencia y entusiasmo para encausar los talentos de los jóvenes a su cargo (Sociedad Mexicana de Bioquímica, 2010; Bolívar Zapata, 2011).

¹⁷ El doctor Jaime Mora es un científico reconocido por haber investigado en diversos sistemas biológicos y áreas. Ha transitado por la Bioquímica, la Biología Molecular y las Ciencias Genómicas, siendo pionero por su trabajo en Bioquímica y Ciencia Genómica Funcional en México. Su mayor contribución se le atribuye al descubrimiento de los Mecanismos Moleculares del Nitrógeno (UNAM, 2003). Le tocó vivir los inicios de la investigación en Bioquímica y Biociencias Moleculares, como él mismo refiere, y con su

existía una responsabilidad de resolver los problemas que se planteaban, se discutía con una lógica impecable, una información muy bien asimilada para salir de las reuniones con una visión diferente del problema” (UNAM, 2003: 481).

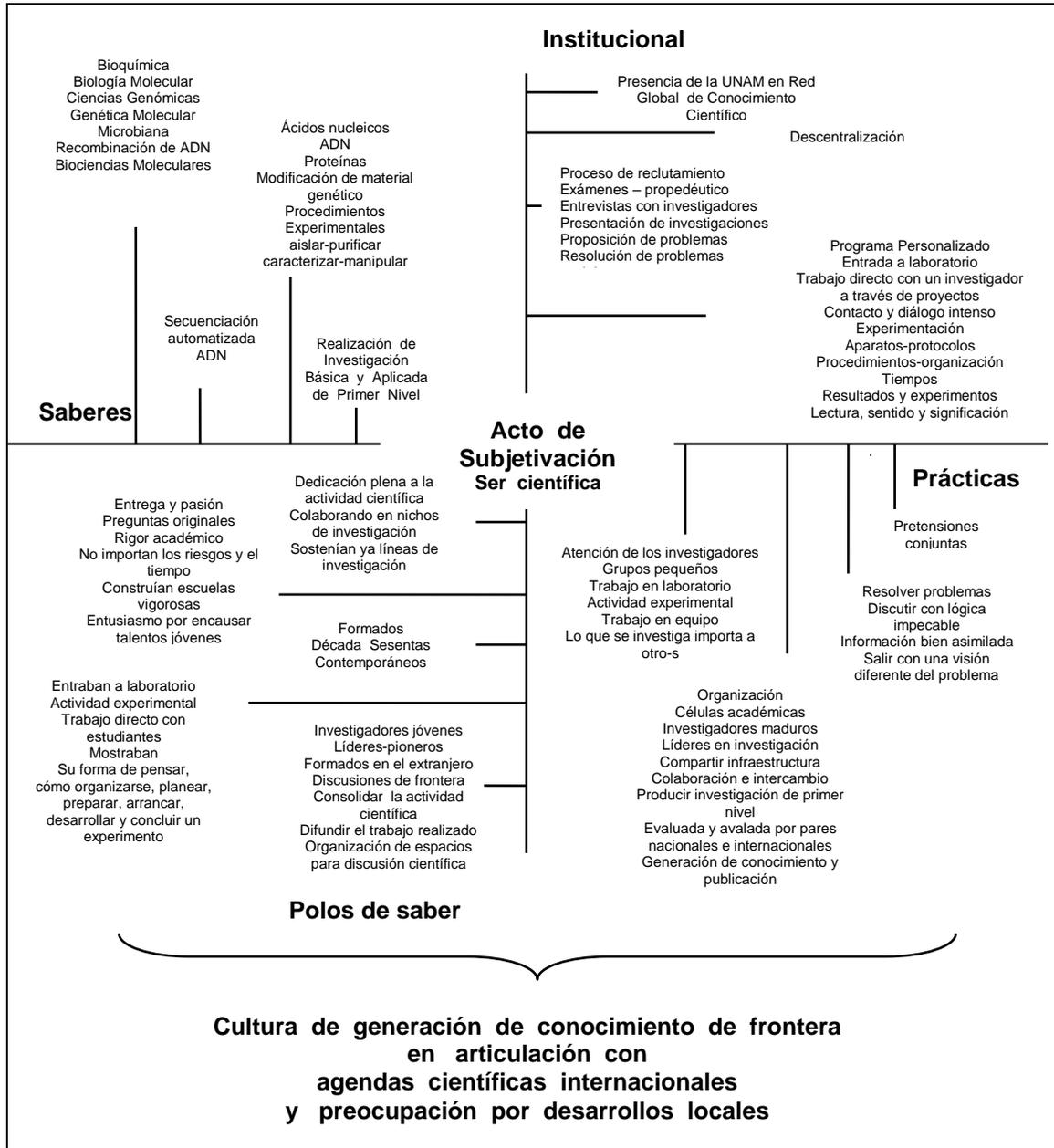
La licenciatura en este caso, fue un espacio material y simbólico que marcó la oportunidad de apropiarse de un capital científico producto de un cruce de trayectorias entrelazadas de lo institucional, prácticas, saberes y científicos posicionados como polos de saber, como puede analizarse a partir del Esquema 1.

Lo anterior implicó, por una parte, “la construcción de conocimiento situado, que se realiza a través de esfuerzos de colaboración, asociados a propósitos que se comparten por medio de diálogos y desafíos planteados desde las diferencias entre los [sujetos]” (Litwin, 1997: 80), por otra parte, a través de la articulación de los vínculos construidos entre los sujetos, la producción científica de los investigadores y los procesos de formación (Remedi y Ramírez, 2011); los cuales se ligan al deseo de la científica en formación, para convocarla a un papel activo. El testimonio del doctor Jaime Mora respecto a la doctora Bravo como estudiante es representativo como síntesis de lo anterior:

En los primeros años de trabajo del Centro [se refiere al CIIGB], seguía todavía llevando proyectos sobre el hongo *N. crassa* y, posteriormente, empecé a trabajar en la simbiosis entre *R. etli* y el frijol. Aprovechando el conocimiento que teníamos sobre el metabolismo del nitrógeno, demostramos cómo se asimilaba el amonio y también cómo se distribuía; este trabajo lo hizo una estudiante que era una mezcla de entre una estrella y una centella; su capacidad para manejar un problema y para llevarlo a cabo era algo fuera de lo común, lo que había que hacer era no estorbarle; se trata de Alejandra Bravo (UNAM, 2003: 490).

trabajo formó los cimientos de lo que sería el Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno (CIFN), además de participar a finales de los setentas en la gestación del proyecto académico de la UNAM que resultó inicio del Polo de Desarrollo en Investigación Científica en Cuernavaca (UNAM, 2003). Su trayectoria en investigación por más de cinco décadas tuvo como referentes de inicio al doctor Ruy Pérez Tamayo en la Facultad de Medicina (1951), al Dr. Guillermo Soberón durante el Posgrado siendo uno de los primeros graduados del Doctorado en Ciencias, especialidad en Bioquímica de la Facultad de Química (1968). Más tarde fue nombrado director del Instituto de Investigaciones Biomédicas (1960) (UNAM, 2003). Su formación científica también se desarrolló en el extranjero en la Universidad de California en Berkeley a través de una estancia Posdoctoral en el Departamento de Bioquímica. Se le reconoce por su entrega y pasión para abordar preguntas originales sin importar los riesgos, el tiempo y el esfuerzo necesario para resolverlos (UNAM, 2003).

Esquema 1. Cruce de trayectorias entrelazadas soporte de significaciones



Elaboración propia (2012)

3. El encuentro con la Astronomía: una disciplina con tradición científica en investigación en México

En el caso de la doctora Lizano Soberón, su formación científica inicial no se realizó en un instituto o centro de investigación, ella se formó en la Facultad de Ciencias¹⁸ de la UNAM en la licenciatura en Física a finales de los setentas (1976-1981), sin embargo formarse en esta Facultad implicó una formación científica en una institución que:

Prácticamente desde sus inicios, fue reconocida como [...] de enorme trascendencia para el país, en virtud de su papel clave en la [formación] de científicos mexicanos [...] [teniendo] como tareas fundamentales la formación de científicos, el fomento a la investigación -tanto básica como aplicada- de alto nivel en cada una de sus áreas, así como la de divulgar con mayor amplitud los posibles resultados de los proyectos de investigación. Estas tareas [estarían] encaminadas a elevar de manera sustancial la cultura científica del país, dentro de un marco estrictamente apegado a los principios de libertad de investigación [...] Tradicionalmente la investigación es uno de los pilares del quehacer cotidiano de los docentes y estudiantes de la carrera, [por ello] resulta imposible concebir la enseñanza separada de la investigación [...] porque para formar a un físico como tal ésta es imprescindible (UNAM, 2007b: 101 y 111).

Por otra parte, su formación científica inicial implicó también el encuentro por lo menos con dos circunstancias que han mantenido cierta continuidad por algunas décadas en la licenciatura en Física en la UNAM, primero, cursar en los primeros semestres como materia optativa Astronomía, y segundo, la interacción con académicos que realizaban investigación en el Instituto de Astronomía (IA) (UNAM, 2007a; 2011; Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica-INAOE, 2008).

Según Aretxaga:

En los cincuenta comienza un incipiente crecimiento de la comunidad astronómica nacional. Los pocos astrónomos del momento empiezan a impartir cursos optativos en la carrera de física y dirigen tesis de licenciatura de estudiantes interesados que, una vez motivados para trabajar en el área, se los envía al extranjero para obtener maestrías y doctorados en instituciones líderes del área. La mayoría de estos estudiantes una vez graduados, volvieron al país para engrosar principalmente la planta del Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM (2008:3).

¹⁸ La Facultad de Ciencias de la UNAM “fue formalmente establecida como entidad autónoma el 19 de diciembre de 1938. [...] nació gracias a la iniciativa de mexicanos [distinguidos] como Antonio Caso, Isaac Ochoterena, Ricardo Monges López y Alfredo Baños, entonces responsables de la Facultad de Filosofía y Estudios Superiores, del Instituto de Biología, de la Escuela Nacional de Matemáticas y Ciencias Físicas, y del Instituto de Ciencias Físico-Matemáticas, respectivamente” (UNAM, 2007b:101)

Retomo lo citado por la doctora Lizano cuando narra:

La realidad es que empecé a estudiar sin saber bien qué significaba ser un físico y cuando estuve en la carrera tenía la intención de hacer algo aplicado y me metí a muchísimas materias optativas, muchas más de las que correspondían al programa, estudié optativas en Geofísica, optativas en Astronomía, mi intención era hacer algo aplicado, en Materiales o Ingeniería o en Geofísica, podría decir, que en esta búsqueda, encontré la Astronomía, pensaba en la Astronomía como si fuera algo bonito, pero muy lejano (CRYA-UNAM).

Estas circunstancias durante la licenciatura dieron origen a un primer encuentro con la disciplina y con docentes dedicados a la investigación científica en alguna de las áreas de la Astronomía trabajadas en ese momento en el país. Este encuentro adquirió otro significado a partir de otras tres circunstancias:

- 1) El hallazgo con un conocimiento específico que articulaba la física y las matemáticas -ecuaciones de la magnitud de la Hidrodinámica.
- 2) El estudio de algunos procesos físicos por la interacción con un destacado investigador nacional, el doctor Jorge Cantó Illá.
- 3) La temprana labor de ayudante por varios años con uno de los más reconocidos investigadores del Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM, el doctor Manuel Peimbert Sierra¹⁹.

La doctora Lizano relata de aquel momento lo siguiente:

Descubrí un maestro que me enseñó lo que eran las ecuaciones de

¹⁹ El doctor Manuel Peimbert Sierra realizó sus estudios profesionales en la Facultad de Ciencias en la UNAM, estudios de maestría y doctorado en el Departamento de Astronomía de la Universidad de California en Berkeley, EUA, de 1963 a 1967. Sus principales áreas de investigación son las propiedades físicas del medio interestelar, la evolución de la composición química de las galaxias, la materia interestelar y la de las nebulosas ionizadas, la composición química y evolución de las galaxias y la abundancia pregaláctica o primordial de helio. Sus artículos han recibido más de 10 000 mil citas en la bibliografía especializada internacional. Es un astrónomo que ha alcanzado las más altas distinciones académicas en su campo profesional y el reconocimiento unánime como representante de la ciencia mexicana de punta en el siglo XX. Le han sido otorgadas numerosas distinciones académicas y premios: miembro extranjero de la Academia de Ciencias de los EUA (1987), vicepresidente de la Unión Astronómica Internacional (1982-1988), miembro asociado de la Sociedad Astronómica Real de Inglaterra (1989). Desde 1996 es miembro de la Academia de Ciencias de América Latina, Consejero Emérito de la Revista Mexicana de Física (2001), miembro de la American Philosophical Society (2002). Asimismo ha sido galardonado con el Premio de Ciencias de la Academia de la Investigación Científica (1971), la medalla Guillaume Budé del College de Francia (1974), el Premio Nacional de Ciencias y Artes en el Área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales (1981), el premio Universidad Nacional de Ciencias Exactas (1988), la Medalla Academia de la Sociedad Mexicana de Física (1991), la Medalla Benito Juárez de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (1995) y la Medalla de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo (TWAS, 1996) (Colegio Nacional, 2007).

la magnitud de la Hidrodinámica y realmente a mí lo que me gustaba era esa combinación de Matemáticas y Física, y en mi búsqueda no había encontrado algo muy satisfactorio en el campo de la Física, cuando conocí a ese maestro, me pareció que esas ecuaciones eran bellísimas, pues dije voy a hacer eso. Lo que hago es estudiar los procesos físicos que ocurren especialmente cuando nacen las estrellas y ver cómo estos procesos físicos de gas, de choques, de campo magnético se reflejan en la emisión que después obtenemos de los objetos. Llegué ahí digamos al azar, porque tenía un maestro que se llama Jorge Cantó²⁰, que por cierto se formó en el Politécnico y después hizo el doctorado en Manchester, pues él fue, el que me mostró que esto podía ser un campo de trabajo muy apasionante (CRyA-UNAM).

Este relato de la doctora Lizano permite identificar cómo se articulan en su caso un conocimiento específico, la presencia de dos investigadores formados en física e investigadores en Astronomía del IA y las capacidades orientadas por la tradición y objetivos de la formación científica en Física al considerar que:

El Físico desarrolla los conocimientos acerca del comportamiento de la materia mediante la experimentación. Para explicar los fenómenos observados elabora teorías basadas en modelos matemáticos. Esta manera de trabajar de los físicos los divide en dos grandes campos: los físicos experimentales y los físicos teóricos. [...] Por su parte, los físicos teóricos elaboran teorías apoyados en las matemáticas para explicar los fenómenos observados en la naturaleza; con estas teorías es posible predecir fenómenos que son comprobados de manera experimental (UNAM, 2007b: 105).

Así, entre la intención por hacer algo aplicado, la búsqueda por algo satisfactorio y apasionante, el hallazgo de un conocimiento específico vivido como

²⁰ El doctor Jorge Cantó realizó su formación científica inicial en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN. Al término, se incorporó al IA de la UNAM, para desarrollar su tesis de licenciatura estudiando problemas de ionización colisional por electrones, con el fin de determinar la estructura de ionización de las ondas de choque. Después de publicar siete artículos más en los que describe la estructura y evolución de las ondas de choque, el doctor Cantó realizó su doctorado en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Manchester. En esa institución creó el modelo de enfoque de viento estelar que explica el hecho de que las estrellas recién formadas eyectan material supersónico en forma de chorros. Con su trabajo doctoral logró adelantarse diez años a su tiempo según la novedosa tecnología que se utilizaba en la Astronomía a mediados de los ochenta. Es el astrofísico teórico mexicano que más repercusión ha tenido en la astronomía internacional y se encuentra entre los autores mexicanos más productivos y citados en el área de ciencias exactas en México (Ramos, 2011).

Ha sido reconocido por la AMC al otorgarle el premio de la Academia 1988, el IPN en 1994 le otorgó la distinción al Mérito Politécnico "Lázaro Cárdenas", que es la máxima presea que entrega este instituto. Es Premio Universidad Nacional (1998) en el área de investigación en ciencias exactas, en el año de 2003, la Presidencia de la República le distinguió con el Premio Nacional de Ciencias y Artes y en 2008 el Instituto de Física con la "Medalla Marcos Moshinsky" en Física Teórica (IA-UNAM, 2011).

gratificante y la relación con investigadores de prestigio que producían admiración y se percibían como un ideal, se inicia el desarrollo especulativo de identificaciones y una orientación por un conocimiento específico (Hamui Sutton, 2010a); éstos determinarían la elección por una disciplina, un área de investigación y un quehacer científico que, sin saberlo, sentaría las bases de su trayectoria académica.

La formación en las ecuaciones de la magnitud de la Hidrodinámica se constituyó en un conocimiento fundamental que condujo al desarrollo de habilidades y se convirtió en un recurso imprescindible para el estudio de algunos procesos físicos; los cuales se orientaron al trabajo teórico en Astronomía utilizando tanto técnicas analíticas como computacionales para investigar problemas relacionados con el nacimiento de las estrellas. Al respecto la doctora Lizano explica:

En Astronomía hay dos formas de trabajar o uno hace observaciones y va a los telescopios y obtiene datos y los procesa, o hace la parte teórica y usa las leyes de la física para interpretar estas observaciones, para predecir ¿Qué va a pasar en distintos objetos celestes? Uno usa, manipula estas ecuaciones, hace modelos y trata de entender por qué se comportan las cosas de cierta manera, uno con las ecuaciones que tiene trata de predecir resultados y analizar el espacio de parámetros para ver si algo se comporta de cierta manera, si uno lo tiene que descartar porque se contrapone con las observaciones que uno tiene y ese es el tipo de trabajo que hago. Encontré que podía hacer esta parte teórica de la Astronomía que era una parte muy bonita y que me gustaba mucho, y que realmente no había encontrado algo así que me apasionara, llegué a ser astrónoma no por la parte del cielo bellissimo que siempre me lo ha parecido sino por la parte de la Física y las Matemáticas (CRyA-UNAM).

Para este caso, es relevante considerar que cuando la investigadora se integró a esta familia de científicos, a este universo cultural de la Astronomía, existían por lo menos dos hechos reconocidos por algunas fuentes (Bartolucci, 2000; UNAM, 2003; Aretxaga, 2008) por una parte, la astronomía mexicana ya tenía resonancia a nivel internacional y por otra, también existía para ese momento reconocimiento internacional de la investigación y aportes desarrollados por algunos astrónomos mexicanos como los doctores Guillermo Haro, Manuel Peimbert, Arcadio Poveda, Luis Felipe Rodríguez y Jorge Cantó (UNAM, 2003).

El Subsistema de Investigación Científica de la UNAM afirma que la Astronomía en México tiene una larga tradición, sin embargo, el comienzo de la astronomía

moderna, entendida como el estudio predictivo e interpretativo de los mecanismos de funcionamiento de los astros, data de los años cuarenta con el proyecto del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonazintla, Puebla en 1942 (Aretxaga, 2008) sin embargo, los antecedentes del IA se remontan a 1877 (UNAM, 2007a), es decir, que para los inicios de los ochenta del siglo XX en que la doctora Lizano decidió formarse en esta disciplina, por lo menos habían transcurrido respecto a la concepción de astronomía moderna 40 años y respecto a sus antecedentes institucionalizados, 103 años.

También es reconocido por algunas fuentes (UNAM, 2007; Aretxaga, 2008; Bartolucci, 2000) que la astronomía en nuestro país ha desarrollado avances notables en cada década, lo cual permite advertir la consolidación de la disciplina: en los cincuenta, el crecimiento de la comunidad astronómica nacional por doctores formados fundamentalmente en el extranjero; en la década de los sesenta y setenta, la consolidación de centros de investigación establecidos fuera de la ciudad de México; en los ochentas se nutren las instituciones con la llegada de doctores formados en el extranjero; para la década de los noventa suceden varios acontecimientos relevantes, primero, México se comprometió a invertir en infraestructura observacional de gran envergadura y el desarrollo de proyectos en instrumentaciones avanzadas -el Gran Telescopio Milimétrico y el Programa Internacional de Astrofísica Avanzada-, segundo, el proceso de descentralización de la astronomía y tercero, la atracción de investigadores extranjeros que pudieran integrarse a la comunidad astronómica nacional para fortalecer la formación de recursos y la investigación de frontera (Aretxaga, 2008).

De acuerdo con Aretxaga, a partir de la década del 2000, las unidades de investigación con que se contaba en ese momento se convirtieron en Centros de Investigación y a media década, es decir, en 2005, la Astronomía en México era catalogada por Conacyt como la ciencia con mayor impacto y productividad del país, así como por su producción a nivel mundial (Aretxaga, 2008; UNAM, 2003; UNAM, 2007a, CRyA, 2011).

La doctora Lizano aporta con su relato mayor detalle al respecto y apunta:

Sí, nos han dicho mucho que la Astronomía en México es la ciencia más citada, incluso más que las ciencias biológicas, lo cual es sorprendente, pero es como una forma de trabajar en México, hay estudios a nivel internacional donde la Astronomía Mexicana es casi

tan citada aquí como si uno estuviera trabajando en Estados Unidos, es de alto impacto y de mucha citación, porque la gente está entrenada no para divulgar sus resultados aquí en México sino divulgarlos en el resto del mundo y los problemas que se atacan no son problemas locales, los problemas que atacan ciencias básicas como la Astronomía tienen relevancia en todo el mundo (CRyA-UNAM).

Cuando la doctora Lizano concluyó la licenciatura en Física, por una parte, ya se había gestado en ella un proceso de formación científica que se dirigió a una de las disciplinas con más años de tradición en investigación en el país, por otra parte, se orientó hacia una de las áreas practicadas ya por la comunidad científica astronómica nacional, el área de Formación Estelar, donde existía la confluencia de científicos de prestigio, y por último, como señala Lomnitz (1991) se perfilaba su integración a una familia de investigadores con una ideología propia, en un contacto intenso y cercano en la cual, como refiere Kreimer (2003), se constituía una configuración de identificación entre maestros y discípulos que en retrospectiva construían una forma de practicar el trabajo científico en Astronomía en México.

4. Todo era -el- trabajo: la implicación en una institución de tradición y prestigio

En el caso de la doctora Clapp, la llegada al Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB)²¹ de la UNAM, en particular al Departamento de Fisiología, pasa por la sucesión y relación de algunas condiciones previas fundamentales: primero, la Biología como algo que llamaba la atención pero que como profesión en gran parte se desconocía, segundo, definido por ella, los buenos maestros en Fisiología de la UAM-I durante el primer año de la carrera, en tercer lugar, la limitada infraestructura de los laboratorios de la UAM-I para un proyecto de licenciatura en Biología que arrancaba con la primera generación y, por último, el vínculo entre académicos del IIB los doctores Pablo Pacheco y Flavio Mena con el primer director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-I, invitado a participar justamente en la creación de dicha

²¹ “El IIB se estableció en 1941 como Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos en la antigua Escuela de Medicina de la UNAM, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. En 1949 se transformó en el Instituto de Estudios Médicos y Biológicos (IEMB) y cinco años más tarde se trasladó a Ciudad Universitaria. En 1967 adoptó el nombre de Instituto de Investigaciones Biomédicas” (UNAM, 2007). Es importante también considerar, que de acuerdo con Lomnitz “se creó para dar cabida a un grupo de exiliados españoles que eran un grupo de biólogos especialistas del sistema nervioso quienes se integraron con un grupo de investigadores mexicanos [...] iniciando tres departamentos: Neuroanatomía, Citología y Fisiología (2008: 152).

universidad en 1974, el doctor Carlos Beyer Flores, quien también fuera investigador del citado instituto a finales de la década de los cincuenta y principios de la década de los sesentas (Varela, 2008). Fueron ellos los que hicieron posible la entrada de esta investigadora, entonces matriculada en la UAM-I, al IIB de la UNAM.

Con respecto a la disposición de estos acontecimientos como resultado de una licenciatura que iniciaba, la doctora Clapp afirma:

La Biología siempre me gustó pero nadie en mi familia es científico y en realidad sabía que era algo que me llamaba la atención. No había tanta información de documentales y libros como hay ahora que está muy accesible, en ese momento no había tanto, pero sí, siempre me llamaba la atención la Biología, los seres vivos, sobre la naturaleza, las funciones del organismo, sabía que algo por ahí era, eso fue sin pensarlo demasiado y después, fueron los buenos maestros que tuve de Fisiología en la Universidad Autónoma Metropolitana. Y posteriormente la decisión de ¿En qué laboratorio incorporarnos?, fue un poco condicionado, por un lado por los maestros y por otro lado, por las actividades con las que nos encontramos en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (INb-UNAM).

Previo al inicio del tercer año de la licenciatura fue necesario tomar decisiones que marcarían su formación científica y el inicio de su trayectoria académica en este nicho de investigación con tradición y prestigio, en el cual tuvo origen la producción de conocimiento científico que hoy la posiciona como un polo de saber en Neuroendocrinología Molecular. El testimonio siguiente ilustra las circunstancias en que la doctora Clapp toma la decisión de adscripción a un laboratorio y relata:

Estuvimos viendo varios laboratorios, pero el laboratorio del doctor Mena siempre ha sido muy productivo y sabíamos que si trabajábamos ahí íbamos a hacer un trabajo muy serio, por eso es que entramos y sí, sabíamos, veíamos el éxito que tenía el laboratorio donde estábamos, sabíamos que era a base de mucho esfuerzo, aprender a trabajar, era muy riguroso ese laboratorio. En el segundo año de la licenciatura, de hecho tuvimos las facilidades para prácticamente asistir nada más a presentarnos a exámenes en materias de la licenciatura [en la UAM-I] y nos formamos muy pronto en los laboratorios, entré al campo de trabajo que es de la Prolactina desde la licenciatura en el laboratorio del doctor Flavio Mena y ahí trabajé sobre los efectos de la Prolactina en la lactancia (INb-UNAM).

Para mediados de la década de los setenta, un par de años antes del ingreso de esta científica al Instituto de Investigaciones Biomédicas, éste, según Lomnitz, “era ya considerado como uno de los institutos más importantes, productivos y dinámicos de la UNAM, [...] en el cual 85 por ciento de los trabajos eran publicados en revistas científicas de reconocimiento internacional [...] [y] los investigadores en general, eran personalidades científicas sólidas con una clara visión de sus problemas, que expresaban con mucha fuerza y precisión” (2008: 150). Era un instituto de investigación que contaba con el apoyo del rector, otras autoridades universitarias y la capacidad de gestión de su director, lo cual se traducía “en un aumento continuo del presupuesto dedicado a la investigación, la aprobación e implantación de planes de desarrollo incluyendo la construcción de áreas, la autorización de nuevas plazas de investigadores y la adquisición de costosos equipos” (2008: 152); además de considerar como una de las acciones básicas que debía cumplir el director era “mantener el nivel de productividad científica”.

Respecto a la formación de recursos humanos en el IIB Lomnitz cita:

Al ser aceptado por un tutor como miembro de su grupo el futuro investigador se sometía a las voluntades del mismo, que incluían una fuerte relación de lealtad y afecto hacia el tutor. Esta relación ha sido vital durante todo el proceso de aprendizaje y aún después siendo determinante en gran medida para la carrera del investigador. Tal relación puede adquirir características semejantes al parentesco. Así existen en el instituto, grupos de segunda y tercera generación que descienden de “progenitores” científicos comunes y que actualmente continúan con sus propios alumnos en una misma tradición metodológica y formativa. Esto significa que el instituto ha venido creando su propia tradición científica y sus propias escuelas (2008: 158).

En este sentido la doctora Clapp admite:

Se nos enseñó a trabajar con mucho rigor y después todo fue sencillo, porque con la experiencia se va uno metiendo en el campo de la investigación y va haciendo uno preguntas y definiendo los intereses académicos, pero sí, la verdad estoy convencida que este es un trabajo apasionante y soy feliz de haberlo hecho, me costó mucho al principio llevar a cabo todo el trabajo, pero al final pudimos, porque ya habíamos aprendido la labor [alude en plural, porque se refiere a ella y al doctor Gonzalo Martínez de la Escalera, compañero de profesión y esposo] (INB-UNAM).

Así, la integración a un espacio material y simbólico que tenía como función fundamental realizar investigación y mantener el nivel de productividad, implicaba “patrones y dinámicas que se observan en la práctica experta” (Knorr Cetina, 2005: 12) en lo cotidiano, en el cual la investigación se construía a partir del esfuerzo, la seriedad, la productividad expresada en la publicación de revistas científicas de reconocimiento internacional y la rigurosidad para alcanzar una clara visión de los problemas en un aprendizaje y relación directa y cercana con los investigadores; esto en el proceso de formación tuvo como efectos: la definición de los intereses científicos de la investigadora, la derivación de la actividad profesional de la Biología a la investigación científica y la entrada a un universo cultural, la Neuroendocrinología.

El relato de la doctora refiere la comprometida situación en ese momento:

Tenía problemas con mi profesión, porque además esto de la Biología es un tema muy amplio, abarca muchos campos y las opciones profesionales no están claramente definidas. ¿Qué vas a hacer con tanta información? ¿A qué se deriva la actividad de Biología? Afortunadamente conté con maestros que eran investigadores que nos introdujeron a lo que es generar información científica en Biología. Así mi vocación fue determinada por buenos maestros, que me iniciaron en la investigación y me apasionaron por el quehacer científico. Esta actividad es indispensable no solo para el avance de la ciencia, sino para formar personas críticas es muy importante (INb-UNAM).

La presencia de investigadores mexicanos primeros en explorar la Neuroendocrinología Experimental, formados tanto en el país como en el extranjero, con prácticas en uno de los institutos donde el trabajo era de la mayor formalidad, influyó de manera decisiva como ejemplos rigurosos de investigación y permitieron la participación de la futura investigadora en los experimentos que se llevaban a cabo. En este sentido la doctora Clapp sostiene:

Sí, tengo muy presente al doctor Carlos Beyer²² que fue el director de la facultad de Ciencias Biológicas en la Universidad Autónoma

²² El doctor Carlos Beyer Flores estudió la licenciatura, maestría y doctorado obteniendo dichos grados en 1961 y 1970 en Biología en la Facultad de Ciencias en la UNAM y a principios de los años sesentas realizó el posdoctorado en Neuroendocrinología en el Brain Research Institute, de la Universidad de California Estados Unidos. De esta manera se convirtió en uno de los primeros científicos en México en hacer Neuroendocrinología. Es pionero a nivel mundial en el campo del papel que el metabolismo de andrógenos, estrógenos y progesterona tiene sobre la conducta sexual masculina y femenina. También ha explorado con detalle los efectos de varios derivados naturales y sintéticos de la progesterona. Sus investigaciones se han centrado en dos líneas principales: la neuroendocrinología de la lactancia y la

Metropolitana, al doctor Pablo Pacheco, Carlos Beyer y Pablo Pacheco nos abrieron los laboratorios de la UNAM pero Pablo Pacheco²³ fue además un excelente amigo, nos ayudaba muchísimo y Flavio Mena, un apasionado del trabajo (INb-UNAM).

Implicada en una institución de tradición y prestigio en la cual uno de los objetivos era mantener el nivel de productividad científica y en un laboratorio donde el trabajo que se realizaba era de la mayor formalidad, de difícil comprensión y donde “todo era el trabajo”, con maestros cuyos resultados de investigación constituyeron lo que en retrospectiva se puede considerar como el principio en nuestro país de la Neuroendocrinología Experimental (Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, 2011), esta investigadora, no obstante de estar matriculada en la UAM-I asumió la pertenencia a las prácticas y al universo cultural, donde “la producción de conocimiento resultaba de la relación de los maestros y los alumnos”, como señala el doctor Flavio Mena Jara (CCC, 2011: 3).

ovulación, por un lado, y la regulación neurohormonal de las conductas reproductivas, sexual y maternal en los mamíferos, por otro. También ha sido uno de los líderes en el estudio de la significación funcional del metabolismo de las hormonas esteroides en el cerebro.

Ha colaborado en varias instituciones educativas y de salud en el país, donde ha dejado profunda huella no sólo por sus investigaciones sino también por su capacidad de organización, de formación de cuadros académicos y del papel que tienen las Ciencias Biomédicas como un motor del conocimiento en el área de la salud. Numerosas instituciones han reconocido su experiencia en el campo de la Biología de la Reproducción al invitarlo como asesor o consultor de sus programas, entre estas instituciones figuran: la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y el Comité de Reproducción Humana de la Cámara de Representantes en Washington. Fue Presidente para Latinoamérica de la Fundación Ford, en la cual apoyó proyectos de investigación en el campo de la Biología de la Reproducción. En ese tiempo se financiaron proyectos en países como Argentina, Colombia, Venezuela y Chile; el apoyo que recibieron estos grupos de investigadores durante los periodos de intolerancia política fue fundamental para que el desarrollo de la investigación continuara.

El doctor Beyer ha recibido los premios de la Academia de la Investigación Científica, el Premio Nacional “Salvador Zubirán” de la Sociedad Mexicana de Endocrinología y Nutrición, es Doctor Honoris Causa por la UAM y por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), fuera del país ganó la Cátedra Ibeldrol, en España. También ha sido distinguido con la Cátedra “Carlos Beyer” en la UAM, recientemente el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF) ha instituido el Premio “Carlos Beyer” dentro de los Premios Ciudad Capital: Heberto Castillo Martínez y recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes 2007 en la categoría de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales (Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, 2011; Varela Loyola, 2008; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2004; Mena Jara, 2008).

²³ El doctor Pablo Pacheco Cabrera es médico cirujano y doctor en Ciencias Biomédicas (Fisiología) por la Facultad de Medicina de la UNAM. Su primera estancia posdoctoral la realizó en la Universidad de Harvard en Estados Unidos y posteriormente realizó cuatro estancias posdoctorales más en la Universidad de Mc Gill, Canadá, la Universidad de Rutgers y la Universidad de Yale ambas en Estados Unidos, y en la Universidad de Alicante, España.

Sus principales aportaciones se deben a su trabajo en las áreas de investigación en: Fisiología de la Médula Espinal, Microcirculación Cerebral y Biología de la Reproducción; en las cuales, se ha involucrado en explorar aspectos relacionados con la plasticidad a través del estudio de circuitos neuronales relacionados con los músculos estriados de la región pélvica que están implicados en procesos reproductivos. Ha sido fundador de los siguientes programas: la Maestría en Reproducción Animal y el Centro de Investigaciones Fisiológicas en la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), la Maestría y el Doctorado en Neuroetología y el Instituto de Neuroetología en la Universidad Veracruzana. Por su productividad y la calidad de su investigación científica ha recibido distinciones por el SNI, el Conacyt y la UNAM (IIB, 2011).

Y justamente en esta dirección, en el tercer año de la licenciatura, recién ingresada a IIB comenzaría a participar en artículos, en coautoría con su maestro y líder del laboratorio, el doctor Flavio Mena, para presentar simultáneamente, sus primeras ponencias en los Congresos Nacionales de Ciencias Fisiológicas, como puede verse en la Tabla 1 que sintetiza su intensa y continua producción durante la licenciatura.

**Tabla 1. Productividad durante la licenciatura
Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular**

<p>Caso 3 Neuroendocrinología Molecular</p> <p><i>Adscripción actual</i> Instituto de Neurobiología (INb) UNAM</p>	<p>Licenciatura Biología Universidad Autónoma Metropolitana UAM-I 1977 - 1981</p> <p>Campo de la <i>Prolactina</i></p> <p>Formación Inicial en laboratorios del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) UNAM Departamento de Fisiología</p>
--	--

Artículos en co-autoría con sus maestros

Año	Título	Revista	Autores
1978	A rise in intra-mammary pressure follows electrical stimulation of mammary nerve in anesthetized rats	Endocrinology	Mena, Pacheco, Aguayo, Clapp, Grosvenor
1981	Effects of acute increase in suckling frequency upon food intake and milk secretion in the rabbit	Proc. Soc. Exp. Biol. Med. N.Y.	Mena, Martínez de la Escalera, Clapp, Aguayo, Anguiano, Grosvenor

Ponencias presentadas en Congresos

Año	Trabajo Presentado	Congreso	País
1978	Efecto de la succión mamaria sobre el contenido de prolactina adenohipofisaria y efecto de la 2-alfa-Br-ergocriptina sobre la secreción láctea en el conejo	XXI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1979	Resultados preliminares sobre el estudio in vivo e in vitro de la síntesis, depleción-transformación y liberación de prolactina por la hipófisis de la rata lactante	XXII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1979	Efecto de la administración de prolactina y de 2-Br- ergocriptina CB-154 sobre la secreción láctea en el conejo a fines de la lactancia	XXII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1979	Actividad sensorial del nervio mamario en la rata lactante	XXII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1979	Efectos galactostáticos y galactolíticos de la succión en el conejo	XXII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1980	Latency, magnitude and duration of prolactin PRL upon milk secretion in early lactating rabbits; evidence of a galactolytic influence of suckling	International Union of Physiological Sciences	Hungría
1980	Efecto de la prolactina sobre la acción galactolítica de la succión al final de la lactancia en la coneja	XXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1980	Efecto de la hormona estimulante de la tirotrófina TRH sobre la secreción in vitro de prolactina por la hipófisis de la rata lactante	XXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1980	Estudio in vitro sobre el mecanismo de inhibición hipotalámica de la secreción de prolactina por la hipófisis de la rata lactante	XXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1980	In vivo and in vitro morphofuncional correlates of somatotropic Sm pituitary tumors	XX Reunión Anual de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología	México
1980	In vitro study of GH and PRL secretion by pituitary tumors from acromegalics	XX Reunión Anual de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología	México
1981	Secreción selectiva in vivo e in vitro de prolactina PRL "madura", retención de PRL "inmadura" y degradación lisosomal de PRL "vieja" lactante	XXIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1981	Secreción refleja de catecolaminas inducida por estimulación eléctrica de un nervio mamario en la rata lactante anestesiada	XXIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México
1981	Análisis del mecanismo de depleción, transformación-repleción de prolactina por la hipófisis de la rata lactante	XXIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas	México

Fuente: Entrevista (INb-UNAM) y CVU-Conacyt (2011)

Siendo estudiante, ya se encontraba realizando actividades que para los científicos influyen en su ascenso y se convierten en una característica de su participación en el campo científico: presentar sus ideas a audiencias de pares, contar con información interna y valiosa, y estar en el circuito de conferencias de su campo (García Guevara y Caballero, 2007).

Vía el vínculo entre colegas investigadores, científicos maduros y líderes en investigación como los doctores Carlos Beyer en la UAM-I y Flavio Mena y Pablo Pacheco en el IIB de la UNAM, quienes compartían formación y fines comunes, estuvieron en posibilidad por su posición alcanzada en ese momento de priorizar el proceso de formación científica y abrieron las puertas de un nicho de investigación en uno de los departamentos que dieron origen al IIB para implicar a la futura investigadora en un campo de conocimiento en investigación básica de primer nivel.

El relato de la doctora Clapp sirve a la intención de abundar en las circunstancias que hicieron posible el inicio de su información científica en la UNAM estando matriculada en la UAM-I, lo que tuvo un efecto decisivo para su trayectoria y productividad científica:

En la licenciatura, tuve una buena universidad [refiriéndose a la UAM-I], que entendió muy bien nuestro problema y nos facilitó todo para formarnos como científicos a pesar de que ahí no se tenían todas las oportunidades. Si bien nuestra formación científica tuvo lugar predominantemente en la UNAM, en un laboratorio de primer nivel, la orientación inicial y la libertad que nos otorgó la UAM, de no hacernos cumplir con un horario fue decisivo. No lo hubiéramos podido hacer de otra manera, y sí, muy jóvenes nos metimos a un laboratorio y nos especializamos en la neuroendocrinología reproductiva, de manera que al cabo de la licenciatura ya teníamos una concepción más clara de nuestro futuro profesional (INb-UNAM).

La licenciatura como el inicio de esta continuidad en formación científica entre nueve y 11 años, se constituyó en los tres casos en: a) espacios materiales y simbólicos con una cultura de generación de conocimiento y su publicación, impulsados por una voluntad política para el fomento a la investigación, la libertad de ejercicio en esta práctica y encaminados a consolidar la actividad científica de sus campos y elevar de manera sustancial la cultura científica del país, b) su formación científica se construyó en una cotidianidad donde la producción de conocimiento resultaba de la relación de los maestros y los alumnos, entre patrones y dinámicas

establecidas por prácticas expertas en investigación científica, en tradiciones metodológicas, y c) a partir de la articulación de tres componentes fundamentales: los vínculos establecidos, la producción científica del investigador y los procesos de formación.

CAPÍTULO 3 CONTINUIDAD EN FORMACIÓN CIENTÍFICA

1. Introducción: entre México y el extranjero

Este capítulo es un análisis de las condiciones singulares del proceso de formación acontecido en el posgrado y la primera estancia posdoctoral, como recorrido final de la primera configuración que, como he señalado, se caracterizó por una continuidad en formación científica. El análisis se sitúa en el posgrado, cuya orientación se gestó desde la licenciatura, y en el posdoctorado, como la búsqueda por especializarse en un lugar de excelencia en continuidad a los intereses de investigación científica originados en los años anteriores.

En el caso de la doctora Bravo -Microbiología Molecular- y la doctora Clapp -Neuroendocrinología Molecular-, los estudios de posgrado se realizaron en México, en tradiciones científicas locales, y en el caso de la doctora Lizano en Astronomía, en los Estados Unidos, por no existir en ese momento en el país un programa de posgrado en la disciplina. Las tres científicas salieron al extranjero para su primera estancia posdoctoral, en una movilidad diferenciada, primero, por los motivos que orientaron el posdoctorado, segundo, por los campos disciplinarios de adscripción y en tercer lugar, por las redes establecidas por sus profesores.

El objetivo de este capítulo es dar a conocer los recursos científicos, humanos e institucionales presentes en su formación científica, las condiciones que se articularon y dieron soporte a este momento de su trayectoria y se tradujeron en una marca para su forma de “hacer ciencia” y definió su agenda futura de investigación científica.

2. Tres lecturas del posgrado: el énfasis en el doctorado

Es importante señalar, primero algunas singularidades en los tres casos. Los dos que realizaron el posgrado en México, sostienen una continuidad ininterrumpida desde la licenciatura y durante el posgrado en los mismos nichos de investigación, con el mismo líder y grupo de investigación y en el mismo campo de investigación científica; uno de ellos -Microbiología Molecular-, desarrolló el posgrado en un campo emergente en la década de los ochenta -Biotecnología- en un instituto de investigación que para ese momento, era de reciente creación -IBt-, mientras el otro -Neuroendocrinología Molecular-, se llevó a cabo en el Departamento de Fisiología del IIB, Departamento e Instituto con amplio reconocimiento y tradición dentro de la comunidad científica

nacional. En el caso de la doctora Lizano, el posgrado en Astronomía lo realizó en el extranjero, en los Estados Unidos, en una de las universidades mejor posicionadas en el sistema de educación superior de ese país²⁴. Los espacios materiales y simbólicos de su formación científica pueden observarse en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Espacios materiales y simbólicos de formación científica en el Posgrado

Caso 1 Microbiología Molecular Bravo de la Parra Instituto de Biotecnología (IBt) UNAM	Caso 2 Astronomía Lizano Soberón Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) UNAM	Caso 3 Neuroendocrinología Molecular Clapp Jiménez Instituto de Neurobiología (INb) UNAM
Maestría 1986 Doctorado 1989 Investigación Biomédica Básica Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIG) UNAM Antecedente del Instituto de Biotecnología Campo en Bacterias	Maestría 1984 Doctorado 1988 Astronomía Universidad de California Berkeley Departamento de Astronomía Campo Formación Estelar	Maestría 1983 Doctorado 1984 Ciencias Fisiológicas Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) UNAM Departamento de Fisiología Campo de la Prolactina

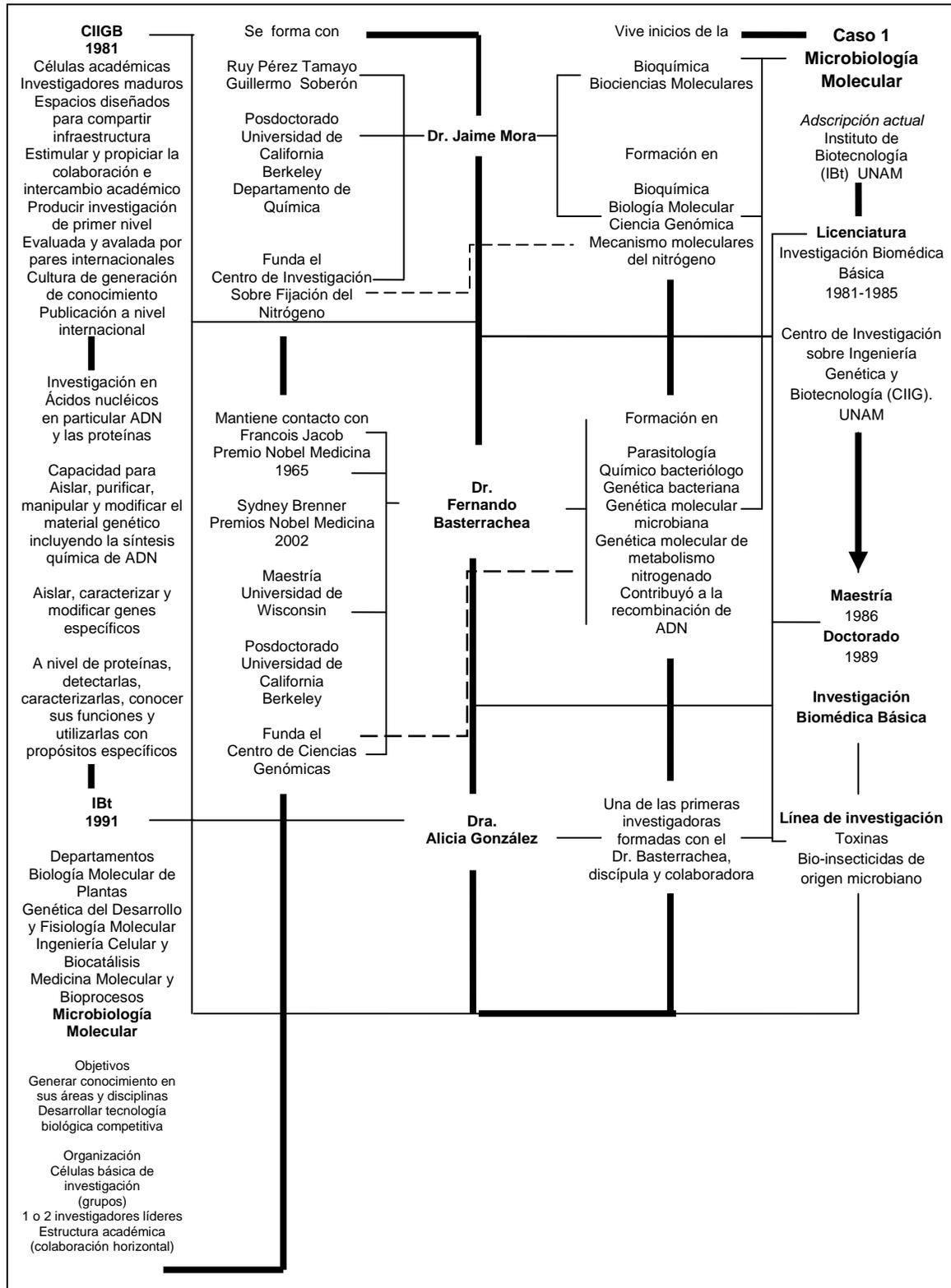
Fuente: Entrevistas (IBt-UNAM; CRyA-UNAM; INb-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

En los tres casos, la orientación del posgrado surgió desde la licenciatura, como ejemplo de ello, puede analizarse el Esquema 2 que muestra en uno de los casos -Microbiología Molecular- algunos de los componentes entretnejidos y presentes en el contexto académico para dar continuidad a su formación científica.

A partir de los relatos de las investigadoras, puede advertirse cómo la elección del posgrado fue resultado del vínculo establecido con los investigadores, el objeto de investigación, las instituciones de adscripción y una práctica científica, que en conjunto conformaron un ambiente para su formación al cual sentían ya pertenencia, identificación y formaba parte de una prospectiva imaginada como una posibilidad profesional y de vida.

²⁴ La Universidad de California en Berkeley (2011) con sus 48 programas de doctorado, está posicionada en los primeros lugares de los 212 programas de posgrado de los Estados Unidos analizados por The National Research Council y es reconocida por jugar un rol fundamental en las revoluciones científicas y tecnológicas en diversos campos disciplinarios por las aportaciones de sus investigadores y estudiantes. Subrayo que en la reconstrucción de las trayectorias de estas tres científicas mexicanas, dos de ellas realizan parte de su formación científica en esta universidad en el caso en Astronomía realiza el posgrado y en el caso en Neuroendocrinología Molecular su primera estancia posdoctoral, además, varios de los investigadores mexicanos reconocidos como distinguidos y con quienes se formaron, también realizaron estudios de posgrado o estancias posdoctorales en alguno de los departamentos de Berkeley; como es el caso de los doctores Fernando Basterrachea, Jaime Mora y Manuel Peimbert.

Esquema 2. Formación científica inicial y orientación del Posgrado. El caso en Microbiología Molecular



Fuentes: Entrevistas (2011), Sociedad Mexicana de Bioquímica (2010), UNAM (2003), Bolívar Zapata (2011). Elaboración propia (2012).

En los tres casos llegaron al posgrado con referentes importantes de prácticas, conocimiento científico de su campo y en una dedicación plena a la actividad científica.

Otro elemento en común, es el peso otorgado al doctorado como un espacio y tiempo de producción de conocimiento dirigido a la comunidad internacional, en el cual lograron colocarse en investigación de frontera, desarrollar un entrenamiento que se tradujo en autonomía, seguridad, libertad y crítica para participar en la producción de los centros de investigación donde se formaron. Más adelante, por esta ocasión, presento primero los dos casos que realizaron su formación científica en el posgrado en México, y posteriormente, el efectuado en el extranjero.

2.1 Pensar como científico

Para el caso de la doctora Bravo de la Parra -Microbiología Molecular-, el posgrado implicó un tiempo aproximado de cuatro años continuos de formación científica entre prácticas desarrolladas en: a) un campo emergente recién surgido en la década de los ochenta -Biotecnología-, b) en un centro de investigación que tenía como objetivo generar conocimiento en sus áreas y disciplinas -IBt- (Bolívar Zapata, 2011), c) en una relación intensa y cercana con un grupo de reconocidos investigadores del más alto nivel en la comunidad científica nacional, pioneros en su área y fundadores de este centro como los doctores Fernando Basterrachea, Alicia González, Jaime Mora, Rodolfo Quintero y Francisco Bolívar y, d) permaneció por ocho años desde la licenciatura hasta el doctorado, en una formación sistemática en estrategias experimentales, teniendo como columna vertebral del trabajo en investigación: los ácidos nucleicos en particular el ADN y las proteínas (Bolívar Zapata, 2011).

Desde la percepción de la doctora Bravo, el proceso de formación científica lo refiere como una secuencia gradual, en la cual el doctorado se convirtió en la cúspide de habilidades, capacidades y actitudes para construir una forma de hacer ciencia e investigación con autonomía. Al respecto la doctora señala:

Fueron momentos especiales de mi vida, los disfruté, me gustaba el trabajo y sí le dediqué tiempo, hice muy rápido todo. En cuanto terminé la licenciatura, inmediatamente me inscribí a la maestría y al doctorado. La licenciatura es aprender a trabajar en el laboratorio a ser organizado, a planear tus tiempos para llevar a cabo un experimento; en la maestría, sí tienes que salir con una mente más científica, volverse críticos y eso es solamente a base de

entrenamiento, de estar cuestionando, de leer un artículo y no porque esté publicado es ley, ni está bien hecho, tienes que tener siempre esa mente crítica de a ver, ¿Por qué? ¿Cómo lo hicieron? ¿Cómo salió? ¿Cuál fue el resultado? déjame comparar y entonces sí le creo. El objetivo de doctorado es proponer ideas, ese es el objetivo para estar realmente formado y hacer investigación por cuenta propia, porque se está capacitado y con el entrenamiento que se tuvo no sólo a ser crítico, sino a proponer ideas y estrategias de ¿Cómo lo vas a resolver? Hay que leer, proponer mejor ¿Cómo vas a hacer?, se va a abrir un área nueva de investigación, vamos a estudiar ¿Qué se ha hecho en el mundo sobre esa área?, para entonces poder proponer ¿Qué vamos a hacer? (IBt-UNAM).

Su valoración del posgrado también permitió identificar como otro elemento fundamental de su formación científica la experimentación. Práctica que sólo era posible de aprender a partir de la permanencia en el laboratorio y desde su perspectiva era el lugar para crear, manipular, repetir ciclos, seleccionar, forzar un efecto, provocar interacciones, hacer modificaciones y generar nuevas consecuencias para producir algo nuevo. La actividad experimental en este periodo, para su campo disciplinario así como para su trayectoria, tuvo un lugar relevante para hacer ciencia e investigación y lo considera un elemento fundamental para lograr un hallazgo científico y producir conocimiento.

Capacidades, como señala el doctor Bolívar Zapata (2011), para aislar, purificar, manipular y modificar el material genético incluyendo la síntesis química de ADN; aislar, caracterizar y modificar genes específicos y a nivel de proteínas, detectarlas, caracterizarlas, conocer sus funciones y utilizarlas con propósitos específicos (Bolívar Zapata, 2011) fueron fundamentales como un capital científico para: poder participar con autonomía, desarrollar sus ideas y propuestas, participar en futuros espacios de alto nivel en Ingeniería Genética, construir su propia línea de investigación y lograr el paso de la investigación básica a sus aplicaciones. El siguiente relato, permite una idea del lugar que tienen las estrategias experimentales. Al respecto explica:

A veces la diferencia no se ve ¿Cómo lo puedo explicar de otra manera? y ¿Qué tendría que hacer para comprobarlo? ¿Buscar interacciones? ¿Qué tipo de contacto puede haber? proteína-proteína, lípido-proteína, entonces la hipótesis es, hay una interacción proteína-proteína específica del insecto, del mosquito con la toxina que quiero y la voy a buscar, hago mi extracto de proteínas, las purifico, las separo y ahora veo si hay interacciones

entre ellas. Hay diferentes maneras de hacerlas, puedo marcar la proteína con una cosa fluorescente o con otro reactivo que me da otro tipo de color o que me dé luz, hay muchas estrategias, eso, lo tienes que aprender estando aquí [refiriéndose al laboratorio] ¿Qué estrategias puedes ocupar? ¿Cómo lo voy a analizar? ¿Cómo voy a ver si se pegaron?, hay muchas maneras de verlos pegados y uno precipitar o hay muchas maneras de separar las cosas y tienes que aprender los diferentes tipos de experimentos que puedes planear, los tipos de cosas que puedes hacer. Tienes que saber ¿Cuáles son las estrategias experimentales que puedes ocupar? y por eso mismo leer para ver ¿Qué se ha hecho con otros sistemas?, cada vez están inventando nuevas estrategias experimentales, por eso la ciencia ha ido avanzando tanto, cada vez hay maneras de hacer experimentos, máquinas maravillosas que nos ayudan muchísimo a hacer cosas, mucho más rápido que lo que se podía hacer antes y ahora se puede hacer mejor. Todo está muy automatizado, puedes proponer mejores experimentos, para tener la respuesta a la pregunta que tú quieres y ¿Qué pasa si mejoro esta interacción o la empeoro o si la puedo modificar?, puedo hacer mutantes aquí [se refiere a la proteína en el mosquito], puedo hacer mutantes acá [alude a la toxina], ir manipulando las cosas, no solamente conocer sino manipular. Un científico a la hora de manipular va conociendo más y a la hora de hacerlo es como de repente aparecen las cosas que sirven, porque lo hago por saber, mi interés neto, primario, es conocer, saber más, ningún científico tiene que tener otro interés, saber es suficientemente importante como para poder invertir el dinero en saber más, ahora solamente sabiendo más es como se va a poder proponer nuevas ideas (IBt-UNAM).

A la representación que fue construyendo del posgrado se integraron tres elementos más, enfatizados en su relato como parte de su formación científica. Por una parte, el entrenamiento que puede formar a un científico, referencia desde la cual considera que “un científico se hace”, por otra, la investigación como una actividad demandante, con exigencia, estricta y que requiere esencialmente continuidad y constancia y, por último, el tiempo como un elemento fundamental en relación con la producción científica. Desde su perspectiva, la formación científica está asociada a ciertas cualidades como continuidad, coordinación, eficiencia del tiempo, organización, dedicación y por supuesto, fundamentalmente a un entrenamiento riguroso y de primera línea, en este sentido la doctora Bravo cita:

Pensar como científico, eso lo tienes que aprender, nadie nace con eso, todo es un entrenamiento y cualquier persona puede ser un buen científico, no tengo ninguna mente privilegiada, fue el entrenamiento que tuve y ganas. La fuerza interior cuenta muchísimo para hacer cualquier cosa en la vida. Y es que si dejas la

investigación, si te separas, si dejas de trabajar en esto y te separas seis meses, un año, cuando quieres volver, te cuesta muchísimo trabajo leer todo lo que pasó en ese año, volverte a poner al tanto, así como produzco cosas, muchísimas gentes, te la pasas leyendo, tienes que querer saber más y estar dispuesto a leer muchísimo, a estudiar siempre, combinar bien los tiempos, hay que coordinarse bien, hay que ajustar los tiempos, si tengo que terminar algo y tengo fecha límite, lo tengo que terminar, trato de organizarme y ser muy efectiva en mi trabajo. Tengo muchas cosas que escribir, muchas cosas que leer. Siempre mi tiempo lo tengo ocupado. Cuando te dedicas a algo, hay que tratar de ser lo más eficiente (IBt-UNAM).

Sin olvidar que para esta investigadora existió una secuencia ininterrumpida de ocho años de formación científica, desde la licenciatura hasta el doctorado, en el mismo nicho de investigación, con el mismo grupo de investigadores y en una misma cultura de producción de conocimiento. Ella refiere algunos elementos que resultaron significativos durante este periodo como: a) una fuerte disposición a leer, estudiar y escribir, b) una organización, coordinación, continuidad y productividad en la investigación, estableciendo prioridades con claridad bajo un sentido de eficiencia y eficacia del tiempo y el trabajo, c) una formación para aprender a interrogar al fenómeno -¿Qué hace? ¿Cómo funciona? ¿Cuáles son las diferencias? ¿Por qué ocurre de esa forma?- mostrando curiosidad orientada por un deseo de saber y aprender más, con la finalidad de entenderlo mejor a partir del intercambio y la colaboración con otros, para pensarlo de nuevas maneras, d) desarrollar una actividad experimental con exigencia, reconociendo que lo que se estudia es de relevancia e impacto y es necesario avanzar porque se participa en una carrera donde existe competitividad. En esta tarea fundamental, la comprobación tuvo un lugar esencial, la cual precisó de un manejo con solvencia de los aparatos disponibles y el uso de estrategias experimentales para realizar manipulaciones, producir modificaciones, mutaciones, reproducciones o comparaciones para encontrar la diferencia que permita explicar las cosas de otra manera dados los datos y, e) un entrenamiento que se tradujo en autonomía, seguridad, libertad y crítica para lograr la finalidad última: producir conocimiento.

Es en el doctorado, entre 1988 y 1989, donde comenzó a tener presencia y a ser evidente su productividad de manera ininterrumpida; en este periodo inició publicando y firmando sus dos primeros artículos en revistas de circulación internacional como *Journal of Bacteriology*, dos capítulos en colaboración con un destacado investigador del IBt, el doctor Jaime Mora Celis y en 1988 presentó tres

trabajos en eventos internacionales aún inscritos en la línea de investigación del doctorado -6th. International Symposium on Nitrogen Fixation, IV International Symposium on Molecular Genetics of Plantmicrobe Interaction-. Estas publicaciones articularon ya la producción de conocimiento en Genética Molecular, Bacterias e Interacciones de éstas en plantas, situación que resultaría de vital importancia para a) apuntalar su trabajo en el posdoctorado, b) integrarse a una nueva área de investigación en el IBt y, c) establecer una mancuerna con el doctor Mario Soberón que potenciaría su trabajo desde entonces. Para 1989, año en que concluyó el doctorado, ingresó al SNI como candidato, inició actividades de docencia con un curso avanzado de Biotecnología Moderna en el IBt y se colocó laboralmente en el mismo Instituto, -fuera de la ciudad de México, en el polo de desarrollo científico en Cuernavaca, Morelos, de la UNAM-, como investigador asociado de tiempo completo (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011). La doctora Bravo comenta:

Cuando terminé el doctorado, había laboratorios vacíos aquí, rápido me dieron, ¿me entiendes?, fue todo muy rápido, muy fácil para mí, no tuve que luchar mucho por conseguir la posición que tuve (IBt-UNAM).

Este breve relato ejemplifica y sintetiza la situación vivida por la UNAM en investigación científica en esos años, inscrita en el marco de políticas nacionales. Un proceso de descentralización que abría espacios en el interior del país, implicaba oportunidades de contratación y desde la formación de sus propios cuadros, integraba a jóvenes investigadores formados en la cultura del campo disciplinario, los cuales compartían intereses de investigación y las formas de practicar el trabajo científico. Jóvenes investigadores, prometedores, formados por las generaciones pioneras, con referente de conocimiento de frontera que no tan sólo podrían reproducir el capital científico, sino que serían capaces de contribuir con aportaciones propias y contribuir también a lograr los objetivos institucionales visualizados en ese momento: consolidar la actividad científica en el campo disciplinario correspondiente en el país, fortalecer el carácter nacional de la UNAM a partir de su trabajo en el interior del país y aportar a la presencia de la UNAM en la red global de conocimiento científico.

El siguiente caso, comparte ciertos rasgos con el expuesto, no obstante de situarse en otro campo disciplinario y existir una breve diferencia de años, como puede leerse a continuación.

2.2 No podíamos quitarle tiempo al laboratorio: la mejor calidad y en el menor tiempo posible

Para la doctora Clapp, no obstante de haber estado matriculada en la UAM-I en la licenciatura en Biología, en realidad su formación científica se construyó, tuvo raíz y se orientó a la investigación científica, en el Departamento de Fisiología del IIB de la UNAM, uno de los departamentos con los que se inició este instituto, y de tradición en el desarrollo de la Fisiología en México, el cual ha dado origen a centros e instituciones de investigación en el interior del país como el Instituto de Neurobiología, en Juriquilla, Querétaro, en 1993 (UNAM, 2007a; Lomnitz, 1991). A este respecto la doctora Clapp cita:

Al finalizar la licenciatura ya sabíamos hacer algo, ya podíamos ejercer la profesión como tal, después seguí haciendo una maestría y un doctorado ya dentro de los programas de la UNAM. En la maestría en el laboratorio, eran muy estrictos, no podíamos quitarle tiempo al laboratorio, todo lo de la maestría era mal visto en el laboratorio, teníamos que hacerlo a deshoras. Tenía que tomar unas clases eso sí, pero todo lo que era estudiar, no lo podíamos hacer en el laboratorio (INb-UNAM).

Desde este primer relato referido al posgrado, recién concluida la licenciatura, la doctora ya se refiere a la investigación científica “como ejercer la profesión” y deja ver una representación del laboratorio como un “estricto espacio de producción”.

Por cinco años continuos aproximadamente, su formación científica se desarrolló en el mismo Departamento y con el mismo tutor, ejemplo de una investigación rigurosa y de pasión por su trabajo. Durante ese periodo, la formación en el laboratorio y el tiempo de experimentación fueron fundamentales. La doctora Clapp señala:

Veíamos el éxito que tenía el laboratorio donde estábamos, sabíamos que los logros eran a base de mucho esfuerzo, se nos enseñó a trabajar con mucho rigor, era de tiempo completo, incluyendo fines de semana y por supuesto nuestro tutor, el doctor Flavio Mena, fue un ejemplo de intensidad y pasión por la investigación y el trabajo que nos enseñó a hacerlo muy bien [enfatisa con su tono de voz] (INb-UNAM).

El nivel de productividad del laboratorio, rasgo que caracterizó también desde su origen al Departamento de Fisiología del IIB, marcó lo que desde la valoración de la investigadora fue un trabajo muy duro de experimentación, realizando un sinnúmero de tareas de manera simultánea: asistencia a seminarios, colaboración en publicaciones como artículos y capítulos de libros, preparación de ponencias; estructurando todo ese trabajo en proyectos concretos, además, con una demanda de realizarlo con la mejor calidad y en el menor tiempo posible, obstáculos superados por el apoyo de sus profesores y por supuesto, sin descontar la dinámica de trabajo alcanzada durante la licenciatura expresada en una robusta producción -dos artículos en revistas internacionales y catorce conferencias en Congresos Nacionales de Ciencias Fisiológicas- así como, su decisión y capacidad de trabajo para enfrentarlos. La doctora Clapp afirma:

La formación más importante en la investigación científica es en un laboratorio, el tiempo de los experimentos. El secreto del éxito está en el tesón, el esforzarse a completar las cosas, todo al mismo tiempo, es muy formativo, mi concentración, mi interés principal era en la investigación, ahora también, habría que decir que las estructuras de posgrado, también estaban mucho encaminadas al trabajo del laboratorio en proyectos concretos para defenderlos como tesis. El doctor Pablo Pacheco fue un excelente amigo, que nos orientó para centrar prioridades en momentos confusos (INb-UNAM).

Es decir, el posgrado implicó una producción en diferentes niveles, forma de practicar el trabajo científico que, sin saberlo en ese momento, apropió y se convirtió en un rasgo en la construcción de su trayectoria, se proyectó en su liderazgo del laboratorio y en el proceso de formación de recursos de alta calidad.

Bajo las condiciones anteriores, la maestría fue un tiempo en su trayectoria que aprovecharía para realizar un intenso trabajo que le permitió obtener el grado, ingresar de inmediato al doctorado y contar con el suficiente material para iniciar a construir la tesis doctoral. Ya durante el doctorado, reconoció haber realizado un trabajo igual de intensivo, duro y de tiempo completo, haciendo énfasis en el desarrollo de la capacidad para concretar el arduo trabajo del laboratorio y los tiempos de experimentación en proyectos concretos, ponderando en su relato cómo los procedimientos y las técnicas sólo eran susceptibles de ser aprendidos en los laboratorios y destacando invariablemente la investigación como el interés principal. En este sentido refiere:

En el doctorado ya tenía material, el doctorado lo hice en un año porque ya teníamos mucho trabajo, tenía básicamente el trabajo de tesis, cumplí con los créditos necesarios y pude recibirme, estuvo muy bien. Y aprendimos a trabajar con Flavio Mena, no importa quienes participen, lo importante es que el trabajo sea el mejor, la mejor calidad y en el menor tiempo posible, todos los que faciliten eso bienvenidos; que tiene muchos autores está perfecto para nosotros, trabajamos en equipo, la clave es ser generosos con el trabajo y con las ideas, nadie es dueño del tema, nadie, digo incluso puede uno decir es mi idea, no, porque seguramente se te ocurrió porque la leíste en algún trabajo o surgió motivada por la discusión, las cosas son un estar en el ambiente (INb-UNAM).

Para obtener el grado de doctorado sólo precisó de un año. Es importante también destacar otros aspectos: en primer lugar, la considerable productividad alcanzada durante la licenciatura encontró una continuidad sostenida durante el posgrado, participando en la producción de cuatro artículos publicados en revistas internacionales -*Journal of Endocrinology*-, dos capítulos de libros -uno editado por Conacyt y el otro por una editorial extranjera Academic Press- y once ponencias presentadas en congresos -nueve en Congresos Nacionales en Ciencias Fisiológicas y dos en Congresos Internacionales de Prolactina-; en segundo lugar, los equipos en que participó consideraron investigadores nacionales, extranjeros y estudiantes del mismo posgrado, teniendo como primera firma al líder del grupo, su tutor de la maestría y el doctorado; en tercer lugar, las producciones muestran la clara definición de la línea de investigación que orientó sus producciones desde la licenciatura -Acción fisiológica de la Prolactina, Mecanismos de secreción de la Prolactina, Efectos diferenciales de esta hormona, Regulación y control de la dinámica intracelular, Efectos a corto plazo de algunas proteínas de Prolactina regulados por la adenohipófisis- y por último, a través de estas publicaciones comenzó a tener presencia en la comunidad internacional como parte de un equipo de trabajo y como investigadora de un campo en un tema específico. También es importante agregar que durante este periodo consolidó su posición laboral como investigador asociado de tiempo completo en el INb-UNAM (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

2.3 Un problema que pudiera estudiar

Desde la narrativa expuesta en las entrevistas y la reconstrucción de la trayectoria, para la doctora Lizano llegar al Departamento de Astronomía en la Universidad de

California en Berkeley a realizar el posgrado es resultado de algunas condiciones que se articularon para hacerlo posible: a) poder acceder a un programa de becas por la UNAM que existía en ese momento para estudiantes mexicanos que se formaban en el extranjero (Didou y Gérard, 2010), b) la valiosa orientación e influencia de dos destacados investigadores en Astronomía formados en ese mismo departamento los doctores Manuel Peimbert y Silvia Torres (Entrevistas, 2011), c) una condición inherente a la disciplina, los investigadores salían a formarse en el extranjero por no existir en el país un programa de posgrado (Aretxaga, 2008), d) la aceptación, posterior a un proceso de solicitud y admisión, en una de las universidades mejor posicionadas en los Estados Unidos (Altbach, 2001) y, e) una situación personal también favorable para poder desarrollar estudios en el extranjero -apoyo familiar, soltera, sin hijos, dedicación plena al estudio- (Entrevista, 2011). A lo anterior, se integraría desde la perspectiva de la investigadora una condición más, bases sólidas en la formación en Física adquirida en la Facultad de Ciencias en la UNAM durante su formación en la licenciatura (Entrevistas, 2011).

El relato de la doctora Lizano sintetiza estas circunstancias cuando indica:

Lo que sucede es que cuando terminaba mi licenciatura, por 1981, no existía en México un posgrado en Astronomía, la comunidad astronómica que era pequeña, toda se había formado en el extranjero, había obtenido su doctorado y después había regresado a México a trabajar, sabía que si quería ser astrónoma tenía que salir al extranjero y asesorada por los investigadores del Instituto de Astronomía, entre ellos el doctor Manuel Peimbert. Cuando le dije voy a hacer Astronomía él me asesoró muy bien y solicité a varias universidades y me aceptaron, solicité a Berkeley, Yale y Arizona, me aceptaron en las tres, pero claro Berkeley sabía que era muy buena, en realidad las otras también, pero por la influencia de Manuel y Silvia Torres, que eran maestros míos, elegí, pero no había alternativa, uno tenía que hacer el doctorado fuera, ir allá y regresar. Primero tuve que conseguir una beca y eran tiempos difíciles, salí en 1982 en medio de una crisis de tantas que ha habido y sin esa beca no hubiera podido seguir, fue una beca de la UNAM, que en esa época todavía tenía becas al extranjero (CRyA-UNAM).

Didou y Gérard (2010) explican:

Los años setenta, aprovechando la masificación de la matrícula y la ampliación del sistema nacional de ciencia y tecnología, México se abrió a los países extranjeros para reclutar y formar a un mayor

número de académicos y científicos. Invertió fuertemente, a través del programa de becas al extranjero del CONACYT, en la formación de nacionales que en el futuro se dedicarían a la ciencia y la tecnología. [...] Los mexicanos, por su parte, se beneficiaron de programas generosos, aunque caracterizados por altibajos en las cifras de becas disponibles para el extranjero, así como de los apoyos a la movilidad internacional brindados [...] por los programas de los Estados Unidos a la formación de líderes latinoamericanos con fines de estabilización continental y constitución de alianzas privilegiadas (2010: 112).

Estando en Berkeley, los primeros retos reconocidos al iniciar el posgrado fueron los siguientes: un ritmo de trabajo intenso, la comprensión del desarrollo de ecuaciones diferenciales en el campo de la Hidrodinámica aplicados a la Astronomía en otro idioma, el aprendizaje del lenguaje astronómico y el lenguaje específico de aquellos campos de la Física implicados en la Astronomía. De la maestría, en particular del primer año, existe una representación de un momento difícil por los cursos “muy” intensivos, de estudio exhaustivo y dedicación plena, para poder estar al tanto de los distintos fenómenos y procesos astronómicos que se discutían en ese lugar y en ese momento. De esto, la doctora Lizano explica:

Llegar a Estados Unidos fue nada más adaptarse a un ambiente nuevo, hablaba el idioma así que, no tuve problema fuerte en esa dirección, pero sí sentía un ritmo de trabajo intenso, sobre todo porque venía de Física, la Astronomía es un lenguaje nuevo, es una aplicación de la Física y tuve que aprender todo ese lenguaje, así intensivamente como en un año, para entender de qué estaba hablando, fue cuestión de trabajar duro, estudiar. Lo que quizá me costó trabajo es que en cada campo de la Física en que uno entra, donde se inicia, tiene que conocer el lenguaje y como desconocía cómo era el lenguaje astronómico tuve que dedicarme con materias que eran muy astronómicas que tenían que ver con los objetos, ¿Cuáles eran? ¿Cómo se comportaban? Absorbía esa información por primera vez y eso fue un poco difícil aprender el lenguaje astronómico, me fue bien y estudiaba mucho, nunca estudié tanto como cuando llegué a Berkeley, fue como un año completo de cursos muy intensivos. Tenía buenas bases, estudié la licenciatura en la Facultad de Ciencias, pero había que entrarle a un ritmo de trabajo muy intenso y bueno, se acostumbra uno a hacerlo y me costó un poco el lenguaje astronómico pero lo aprendí y como al año ya tenía los cursos básicos. Al año de estar allá, presenté el examen preliminar, que normalmente se puede presentar hasta el final del segundo año, lo presenté al inicio, para dedicarme más a la investigación y de ahí en adelante, ya estuve trabajando con mi asesor (CRyA-UNAM).

Su relato destaca el papel de la maestría como el tiempo de su formación científica para introducirse a nuevos lenguajes y alcanzar la articulación de las técnicas de la Hidrodinámica y direccionarlas hacia la investigación científica en Astronomía; muestra su disposición, esfuerzo y capacidad para concluirlo con anticipación a lo establecido en el programa de posgrado, con la deliberada intención de construir las condiciones para la dedicación plena a la investigación. Al respecto señala:

Pronto pude localizar a mi asesor, conocí al Dr. Frank Shu²⁵ y le dije, a mi me gustó mucho la Hidrodinámica, si hay algo, algún problema que pudiera estudiar con estas técnicas me gustaría mucho y posteriormente él me dijo bueno, en el área de Formación Estelar hay muchos problemas abiertos que requieren atacarlos con la magnitud de la Hidrodinámica, ¿Qué te parece? y estaba dispuesta a decir que sí a todo y así fue como empecé a estudiar la Formación Estelar aplicando estas técnicas de magnitud Hidrodinámica (CRyA-UNAM).

El posgrado orientó su formación científica por un trabajo teórico en Astronomía en un tema de frontera, este momento le exigió el aprendizaje del lenguaje en la Astronomía en el área de Formación Estelar, aprender del fenómeno observacional y la aplicación de las técnicas y ecuaciones diferenciales a esta área para la resolución de problemas.

Esto marcó el inicio para problematizar un tema que le implicó formarse en una práctica científica en que habría de construir un tejido entre el fenómeno observacional, la aplicación de las leyes de la Física, la comprensión de los fenómenos astronómicos, la aplicación de las ecuaciones de la Hidrodinámica, la tarea de establecer una relación

²⁵ El doctor Frank H. Shu se formó en Física, en 1963 en el Massachusetts Institute of Technology y realizó el posdoctorado en Astronomía en la Universidad de Harvard. Ha sido distinguido miembro del Departamento de Astronomía en Berkeley y profesor distinguido en Física en 2006 así como reconocido como maestro por sus excepcionales habilidades. Se le reconoce como pionero en el trabajo teórico en distintos campos de la Astrofísica, incluyendo el origen de los meteoritos, la evolución temprana de estrellas y la estructura de galaxias en espiral. Uno de sus trabajos más citados se publicó en 1977, describiendo el colapso de núcleos de nubes moleculares de una gran densidad; este modelo fue la base para muchos trabajos posteriores en la formación de estrellas y sistemas planetarios. También ha desarrollado cálculos en la estructura de discos alrededor de estrellas jóvenes y vientos que estas estrellas y sus discos generan. Muchos de sus trabajos han sido en colaboración con sus estudiantes graduados y posdoctorantes, quienes han tenido exitosas carreras académicas.

El doctor Shu es Profesor Emérito por Berkeley, Presidente de la Sociedad Astronómica Americana (AAS) (1994-1996); ha recibido también las siguientes distinciones: The Helen B. Warner Prize for Astronomy (1977), Member of the National Academy of Sciences in the United States (1987), Academician of the Academia Sinica in Taiwan (1990), Fellow of the American Academy of Arts and Sciences (1992), The Dannie Heineman Prize for Astrophysics (2000), Member of the American Philosophical Society (2003), The Centennial Medal from the Graduate School of Arts and Sciences at Harvard University, The Shaw Prize (2009) en reconocimiento a sus destacadas contribuciones en Astronomía Teórica, por citar algunas (Universidad de California, 2011).

entre el dato recogido de la observación y la construcción de un modelo para explicar un fenómeno y estar en posibilidades de predecir algo nuevo. En este sentido la doctora Lizano afirma:

Curiosamente la Formación Estelar cuando llegué a Berkeley en 1982 no era un campo desarrollado, poca gente lo estudiaba y es muy curioso esto, porque las estrellas son los bloques fundamentales que construyen el universo que nosotros vemos, construyen las galaxias y la gente ya veía las estrellas adultas como el sol con el desarrollo de la radioastronomía y la astronomía infrarroja, así fue posible descubrir cómo en el interior de las grandes nubes moleculares que existen en la galaxia, nubes enormes de gas y polvo, es donde nacen las estrellas, había que meterse ahí adentro y empezaron a obtener información sobre procesos internos en estas nubes moleculares. A mí me tocó ese proceso donde entender ¿Cómo nacen las estrellas como el sol?, estrellas que se llaman pequeñas, pero me tocó entrar cuando era joven el campo de la Formación Estelar, asesorada por el doctor Frank Shu y trabajando en ecuaciones de Hidrodinámica con campo magnético que se llama Magnetohidrodinámica, para saber ¿Cómo eran los procesos que ocurrían en la nube? ¿Cómo se formaban pequeños núcleos de polvo que luego se colapsan para formar en el interior la estrella? (CRyA-UNAM).

La doctora Lizano hace énfasis en el doctorado como el momento que marcó su formación científica porque: inició su trabajo en el área de Formación Estelar, apropió estándares de formación de nivel internacional, tuvo un entrenamiento de primer nivel, aprendió a estudiar y trabajar problemas acompañada de investigadores de prestigio en una relación intensa y cercana, estableció colaboraciones internacionales y realizó un hallazgo científico que la posicionó en la comunidad astronómica internacional a partir de un proyecto multinacional que hizo posible la construcción de su tesis doctoral.

El siguiente relato sintetiza y permite advertir los nexos y la cercanía con los investigadores en la construcción de este proyecto:

La línea la inicié desde la época del doctorado y por lo tanto la tesis de doctorado en la Universidad de California. Pasé mis exámenes muy pronto de manera que me dedicaba a hacer investigación y discutía con mi asesor, fue una época muy buena y tuve la suerte de tratar con una persona muy buena. Desde que empecé mi trabajo, decíamos deben existir esos vientos neutros de las estrellas jóvenes y dijimos a nuestros colegas observacionales que si se podían buscar, detectar y así fue. Sabíamos que aquí, en México, Luis

Felipe Rodríguez había tratado de detectar estos vientos y no los había encontrado con radio, había tratado de observarlos en radio y nosotros decíamos pero ahí tienen que estar, tienen que existir, fuimos a buscar, mi asesor y yo, ¿Vamos a ver quién los puede observar? vimos ¿Cómo hacían las observaciones?, eran observaciones muy cortas tratando de ver muchos objetos. Decíamos no, vamos calculando la cuestión, pero tiene uno que estar en el objeto muchas horas o teniendo muchos fotones para que se pueda detectar algo, algo que sea tan intenso que se detecte rápido. Vimos a otro investigador de Berkeley, observador de radio que se llama Carl Hailes y le platicamos nuestra idea de que deberían ser detectables estos vientos y él dijo sí, si se pueden detectar con el telescopio de Arecibo en Puerto Rico, si quieren metemos una propuesta. Le escribimos a Luis y le dije, queremos intentarlo con Arecibo ¿Quieres ayudarnos? y él dijo que sí que además él iba a intentar detectarlos con un telescopio en Japón en Nobeyama, total que nos juntamos para hacer este experimento y ahí estaban, fue la primera vez que se detectaron los vientos y sí puedo decir, que atrás de este experimento en particular estaban estos teóricos que decían ahí tienen que estar y ahí estaban. Fui con Carl Hailes a Puerto Rico, a Japón fue Luis Rodríguez, se juntaron los datos y nos pusimos a trabajar (CRyA-UNAM).

En su trayectoria, el doctorado se constituyó en un momento en el cual se dio la confluencia de circunstancias fecundas e inéditas. En primer lugar, investigación de frontera. La doctora Lizano se inició en un problema que se había explorado sin resultados, existían algunas hipótesis entre ellas la expuesta por su asesor era considerada de avanzada, a la vez un desconocimiento por la comunidad internacional, por lo cual, el problema resultaba interesante y relevante para el campo y por otra parte, surgía en un área emergente de la Astronomía en la Universidad de California en Berkeley. Ella refiere:

Era una incógnita, ¿Cómo es posible que una estrella crezca si está eyectando al exterior, al universo?, está perdiendo masa, muchísima masa, ¿Cómo crece si está expulsando todo ese material?, es algo que nos tocó estudiar a nosotros y que en esa época no se entendía, tiene que ver con el hecho de que ese [material] se lo lleva el viento y si no hay viento, la estrella no crece, pero eso es algo que ahora es parte de lo que la gente sabe y en ese momento de ser estudiante, no se entendía ¿Por qué?, se tenía que investigar, se tuvo que tratar de entender, la gente no lo aceptó fácilmente. Me acuerdo alguna vez que mi asesor había ido a un congreso y había regresado muy enojado porque había ido a hablar [acerca de] cómo ocurría el proceso de que la estrella ganaba masa y al mismo tiempo perdía y la organizadora muy poco cortés había dicho que eso era absurdo, como una estrella gana y pierde masa, y ahora es un

hecho incontroversial (CRyA-UNAM).

En segundo lugar, un proyecto de investigación multinacional competitivo. Esto implicó recoger y articular el análisis del trabajo experimental previo con respecto al problema, el conocimiento de las investigaciones anteriores, el cálculo sobre los datos que aportaban, una hipótesis de avanzada y la concertación con otros colegas, lo cual generó una propuesta para desarrollar este proyecto. Situación no menos relevante para su formación en el doctorado, considerando que para realizar una propuesta de esta naturaleza, de entrada, se somete a una evaluación por un comité experto para ganar el derecho a tiempo de observación que es altamente costoso. La doctora Lizano explica:

El mecanismo para hacer observaciones es que la gente dice, quiero estudiar tal objeto celeste y tengo que justificar ante el telescopio donde quiero observar, tengo que justificar ante un comité que este proyecto es relevante y ¿Por qué motivos? ¿Qué quiero encontrar? Si la propuesta de observación es buena, se otorga el tiempo de observación y la gente va y observa con ese telescopio, regresa con los datos, los analiza y puede publicar los resultados. Ya el proceso de adquirir tiempo en sí, es un proceso competitivo a nivel internacional, los telescopios son muy caros, cuestan caro y aparte mantenerlos cuesta caro, México no los tiene y eso equivale a millones de dólares (CRyA-UNAM).

En tercer lugar, se acompañó en este proyecto de investigadores maduros con reconocimiento internacional y experiencia en la participación de proyectos multinacionales. Desde la perspectiva de la doctora Lizano su asesor, el doctor Frank Shu, tuvo un lugar relevante en su formación científica y en este proyecto que fue fundamental en su trayectoria, coincidieron en intereses y fue un investigador que mostró apertura y búsqueda a la colaboración de un equipo de científicos de primer nivel: Carl Hilles, destacado investigador observacional del Departamento de Astronomía de la Universidad de California y Luis Felipe Rodríguez,²⁶ astrónomo

²⁶ “Luis Felipe Rodríguez Jorge obtuvo en 1973 la licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM y en 1978, el doctorado en Astronomía en la Universidad de Harvard. Es el iniciador en nuestro país de la radioastronomía, importante rama de la astronomía que surge a nivel mundial en la década de los treinta, y en nuestro país en 1979, con el regreso del doctor Rodríguez Jorge de su doctorado. [...] Sus estudios han contribuido a explicar los fenómenos que aparecen durante la juventud de las estrellas, y a consolidar la idea de que éstas se forman rodeadas de discos protoplanetarios de gas y polvo cósmico. [...] En el campo de la formación estelar también fue codescubridor de los llamados flujos bipolares moleculares, hallazgo que llevó a una revisión radical del paradigma de la formación estelar, que anteriormente sólo contemplaba acreción hacia la estrella, para incluir también expulsión de gas hacia el medio circundante. Igualmente, ha hecho aportaciones al estudio de fuentes muy energéticas en la Vía

mexicano, iniciador en nuestro país de la radioastronomía que ha realizado investigación principalmente sobre el nacimiento y juventud de las estrellas. Científico que había explorado antes este problema sin resultados favorables.

En cuarto lugar, esta dedicación plena a la investigación durante el doctorado se realizó en lugares altamente competitivos en el plano internacional en investigación científica y con instrumentación astronómica de primer nivel. Por una parte, la Universidad de California en Berkeley que de acuerdo con Altbach (2001), está fundamentalmente orientada y dedicada a la investigación, es una de las universidades que absorbe tanto fondos gubernamentales como de fundaciones privadas y produce una gran cantidad de trabajos; de acuerdo con su investigación, en años previos a 2001, alcanzó un presupuesto de más de 100 millones de dólares que requería de un sofisticado aparato administrativo. De acuerdo con el autor, su estructura por departamentos favorece la toma de decisiones democráticas y afirma:

El ethos del sistema académico universitario enfatiza la investigación y las publicaciones; sus profesores tienden a dominar las redes de conocimiento nacionales e internacionales con un nivel de remuneración alto. Los profesores que se abocan a la investigación son los que tienen más prestigio y salarios más altos. Pueden obtener fondos externos para sus trabajos y tienen carreras más “cosmopolitas”, ya que participan de encuentros nacionales e internacionales (2001: 39).

Láctea, como el descubrimiento de la primera fuente superlumínica de nuestra galaxia y el establecimiento del concepto de microcuásar. Los resultados astronómicos del doctor Rodríguez han aparecido de manera prominente, no sólo en las mejores revistas sino en diversas ocasiones, en la prensa y los medios especializados de divulgación, tanto nacionales como internacionales. Estos trabajos han recibido 12, 320 citas en la literatura universal [...] y es el único investigador de la UNAM que aparece en la lista de Científicos Altamente Citados del Institute for Scientific Information.

Fue director del IA de la UNAM de 1980 a 1986. Con él se inició la labor de consolidación del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir. Además, propició el uso del cómputo de alta capacidad como herramienta esencial de la investigación astronómica e impulsó la formulación del primer programa de posgrado de Astronomía en México. Fue fundador y primer director del Centro de Radioastronomía y Astrofísica [...] Ha formado parte de los comités organizadores de 39 congresos nacionales e internacionales. Fue presidente de la División de Radioastronomía de la Unión Astronómica Internacional para el periodo 2003-2006, el primer iberoamericano en ocupar este puesto y Presidente de la Sociedad Mexicana de Física 2009-2010.

Ha recibido diversas distinciones, entre las que se pueden citar el Premio “Robert J. Trumpler” de la Sociedad Astronómica del Pacífico -que se otorga a la mejor tesis doctoral del año en Norteamérica-, el Premio “Bruno Rossi” de la Sociedad Astronómica Americana -considerado como el mayor reconocimiento en el campo de la astrofísica de altas energías- y el Premio de Física de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo, así como el Premio de la Academia de la Investigación Científica (ahora Academia Mexicana de Ciencias), el Premio UNAM, [...] y el Premio Nacional de Ciencias de nuestro país (1993). En el año 2000 ingresó a El Colegio Nacional [...] En el año 2008 fue electo Miembro Extranjero de la Academia de Ciencias de los EUA y el 2010 le fue otorgado el doctorado honoris causa por la UNAM” (UNAM, 2011: 19-22). Es también investigador emérito de la UNAM (2011) y del SNI (UNAM, 2011b: 19-23).

Por otra parte, el Observatorio de Arecibo en Puerto Rico²⁷, cuenta con una capacidad única en el mundo en términos de las investigaciones de las capas altas de la atmósfera debido al radio telescopio más grande del mundo y un potente interferómetro -que consiste en un arreglo de antenas utilizadas primordialmente para medir vientos neutrales-. Arecibo es reconocido en la astronomía internacional como uno de los Centros Nacionales de Investigación más importantes en el área de Radioastronomía, Astronomía Planetaria y de Estudios Atmosféricos. Es importante destacar, que el tiempo de observación en este centro es concedido basado en las investigaciones más prometedoras, aprobadas por un panel de evaluadores independientes que revisan las propuestas (NAIC, 2012).

Finalmente, la consideración en esta investigación del Radio Observatorio de Nobeyama (NRO), proyecto del National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) que opera con potentes telescopios y tiene uno de los telescopios de radio más grandes del mundo, el cual permite a los astrónomos recoger las ondas de radio de manera eficiente hacia todas las direcciones del cielo. Se reconoce a nivel mundial por su capacidad para producir imágenes de alta resolución espacial (NAOJ, 2012). Sobre estos recursos humanos y de instrumentación astronómica de frontera, la doctora Lizano reconoce lo siguiente:

Los centros que uno elige son muy importantes, eso define el tipo de trabajo, define incluso el impacto del trabajo. Fui a Berkeley que es una escuela de primer nivel, trabajé con una persona que me atrevería a decir que es uno de los mejores astrofísicos del mundo y tuve acceso a un entrenamiento de la mejor calidad, tuve suerte de ir allá, sí es muy importante ir a las mejores universidades (CRyA-UNAM).

Por último, como una circunstancia más de este proyecto del doctorado, la investigadora subraya la trascendencia de un entrenamiento de primer nivel en su formación científica y puntualiza:

Cuando uno se entrena, se entrena en un medio muy bueno, se entrena junto con un investigador que está al tanto de los problemas más importantes, que tiene ideas nuevas de cómo atacarlos y uno

²⁷ Es parte del National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC), operado por la Universidad de Cornell, en acuerdo cooperativo con la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) que es una agencia federal independiente, cuyo objetivo es promover el progreso de la ciencia y la ingeniería en los Estados Unidos y conjuntamente con la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (NASA), provee apoyo adicional.

se inicia así. Como lo veo, es que en la investigación uno aprende poniéndole las manos, metiéndole las manos a las cosas, en mi caso en particular, lo que tuve que aprender a manejar fue las ecuaciones de la magnitud de la Hidrodinámica. Uno tiene que aprender ¿Cómo manipularlas? ¿Qué significan? ¿Qué términos se tienen que despreciar? ¿Cuáles términos se tienen que conservar? y eso, realmente se aprende sobre cada problema, cada problema nuevo que uno se plantea es un aprendizaje, con mi asesor cuando empecé a estudiar, con mis colegas cuando empecé a trabajar, con distintos problemas que nos metimos a estudiar, ¿Qué términos de las ecuaciones eran importantes? No hay una carrera recta, ni siquiera un libro, uno aprende mucho leyendo los trabajos de investigación de otras personas, siguiendo las ecuaciones que plantearon, ¿Qué términos despreciaron? ¿Cuáles términos eran importantes? y viendo si las ecuaciones que uno tiene se pueden reducir en caso particular a las que ya se publicaron y es cuándo así, se descubre a veces que hay gente que no tiene las suposiciones correctas (CRyA-UNAM).

En este caso, el estudio de la trayectoria y los datos articulados a sus relatos permitieron reconocer cómo el posgrado en el extranjero, en particular el doctorado, para esa época e incluso en la actualidad abre horizonte y condiciones diferenciadas de alcance en los procesos de socialización y formación científica, en términos de acceso a prácticas, experimentación, instrumentación astronómica e investigadores, de primer nivel.

Durante el posgrado en Berkeley, la doctora Lizano define su área de investigación en Astronomía, -Formación Estelar-, e inicia un proceso de producción científica ya inscrito en una discusión de frontera en la comunidad internacional en problemas especializados acerca de Nubes moleculares, Formación de estrellas, Vientos, Formación de estrellas de baja masa, que tuvieron efectos en su formación científica, la orientación del posdoctorado, su situación laboral y en su posicionamiento en sistemas institucionalizados de evaluación en investigación en México, así como en su reconocimiento en la comunidad científica nacional e internacional.

La intensa producción durante el posgrado, diez artículos en revistas internacionales de prestigio como *Astrophysical Journal*, *Astrophysical Journal Letters* y *Memorias de Congresos* entre 1987 y 1988 y tres conferencias de carácter internacional entre 1986 y 1987 en Star Formation Center Workshop, V Reunión Latinoamericana de Astronomía y Astrofísica y NATOASI, School on Physical Processes in Interstellar Clouds, le permitieron lograr su adscripción al SNI en una situación particular, pues no ingresó como candidato sino directo como Nivel I,

particularmente por las publicaciones presentadas, además de ser distinguida como Premio de Investigación (1986) por la misma Universidad de California y laboralmente tener la seguridad de regresar a México al Instituto de Astronomía como investigador asociado de tiempo completo (Entrevistas, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

Didou y Gérard afirman que “durante el lapso de formación doctoral, los futuros investigadores que estudiaron en Estados Unidos, estarían mejor socializados en las prácticas de publicación científica [...] publican más y más tempranamente, incluido sobre todo en revistas internacionalmente reconocidas de su disciplina y en general, indexadas” (2010: 123); además, de que estas prácticas los habilitan en la “adecuación de su productividad científica a los criterios nacionales” (2010: 123), a la vez, que “su afiliación a ciertas escuelas de pensamiento constituyen muchas veces un criterio de distinción” (2010: 123) como sucedió en este caso.

En los tres casos le atribuyen peso al doctorado como un momento significativo en su formación científica para poder colocarse en investigación de frontera, relacionarse con la comunidad internacional y tener participación en proyectos de investigadores maduros.

Coinciden en destacar el doctorado como la posibilidad de hacer investigación a través del estudio a profundidad del fenómeno en cuestión, con la exigencia de contar con material suficiente y de calidad para proponer una hipótesis y un desarrollo experimental consistente, enfrentar nuevas técnicas e instrumentación y estar en posibilidad de proponer nuevas ideas, buscar soluciones diferentes, mantenerse al día de las nuevas observaciones y resultados, en un trabajo de tiempo completo y dedicación plena y continua, como condiciones esenciales para tomar en sus manos el problema.

3. El Posdoctorado una marca para el futuro: tres itinerarios en el extranjero

Las tres científicas mexicanas salieron del lugar donde realizaron su posgrado para llevar a cabo su primera estancia posdoctoral en el extranjero. En dos de los casos, Astronomía y Neuroendocrinología Molecular, la movilidad se orientó por los vínculos de los investigadores con quienes trabajaron en el posgrado y en el caso en Microbiología Molecular sucedió a instancias de la propuesta de un líder fundador.

Su movilidad para realizar esta primera estancia posdoctoral obedeció a la búsqueda de espacios de formación reconocidos por la calidad de sus recursos y

capitales disciplinarios, sus dinámicas científicas e institucionales y para adquirir las perspectivas teórico – analíticas (Didou y Gérard, 2010), prácticas de experimentación con instrumentación de frontera, desarrollados en campos específicos y especializados de conocimiento. En estas decisiones se entretajan las figuras tutelares, escuelas de pensamiento, capitales científicos (Didou y Gérard, 2010), expectativas y deseos de las científicas, así como sus condiciones personales para integrarse a espacios de socialización y procesos de transmisión científica de excelencia. En el Cuadro 3 pueden situarse los espacios de formación de la primera estancia posdoctoral.

Al realizar su posdoctorado en el extranjero, las tres investigadoras aseguraron “la adquisición de capitales y saberes extranjeros, particularmente la formación y el diploma por una parte y, por la otra, la inscripción en redes extranjeras” (Didou y Gérard, 2010:85). Su movilidad a esos espacios materiales y simbólicos estuvo estrechamente vinculada con “los saberes instituidos en los países de recepción y con los saberes específicos que estos transmitían” (Didou y Gérard, 2010: 108).

Cuadro 3. Espacios materiales y simbólicos de formación científica en la Primera Estancia Posdoctoral

<p>Caso 1 Microbiología Molecular Bravo de la Parra Instituto de Biotecnología (IBt) UNAM</p>	<p>Caso 2 Astronomía Lizano Soberón Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) UNAM</p>	<p>Caso 3 Neuroendocrinología Molecular Clapp Jiménez Instituto de Neurobiología (INb) UNAM</p>
<p>1990 - 1991 Compañía Biotecnológica Plant Genetic Systems Bélgica</p>	<p>1990 - 1991 Observatorio Astrofísico de Arcetri Florencia, Italia</p>	<p>1985 - 1988 Universidad de California Berkeley División de Anatomía y Fisiología</p>
<p>Campo en Bacterias</p>	<p>Campo Formación Estelar</p>	<p>Campo de la Prolactina</p>

Fuente: Entrevistas (IBt-UNAM; CRyA-UNAM; INb-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

3.1 Polos de saberes específicos: especializarse en un lugar de excelencia

Los relatos de las científicas comparten la apreciación de que la elección del posdoctorado estuvo determinado fundamentalmente por la búsqueda de un sitio de excelencia a nivel internacional, en el cual adquirieron y experimentaron nuevas formas de practicar el trabajo científico en su campo disciplinario, nuevas metodologías, formas de precisar y profundizar acerca de los problemas de investigación definidos en los años previos de formación científica y abrir horizonte, apoyándose en hallazgos y

capitales científicos de grupos de reconocimiento internacional. Llegaron a estos sitios con el soporte de un itinerario de investigación y con recursos en formación científica de ocho o nueve años como mínimo en nichos de investigación y por el apoyo de becas solicitadas.

Por sus relatos, puede advertirse que fueron recibidas en espacios científicos en los cuales los objetivos de los programas de investigación estaban claramente definidos, con una trayectoria como pioneros en un quehacer científico especializado y con una cultura científica de alta producción en publicaciones, participación en redes de investigación científica y constitución de áreas de investigación científica de frontera.

Otro elemento común en los tres casos es la agenda de investigación definida por los capitales científicos de los polos de saberes de recepción. Así, en el posdoctorado concretaron conocimientos relevantes a su campo disciplinario, se determinó y confirmó su agenda futura de investigación científica, se dio la apertura a la comunidad científica internacional y se posicionaron en una cultura de generación de conocimiento de frontera en articulación con agendas científicas internacionales y no sólo eso, reconocen en el posdoctorado una experiencia en formación científica que tuvo efectos significativos en el orden personal.

3.1.1 A instancias de un líder fundador

En el caso en Microbiología Molecular, la orientación de la primera estancia posdoctoral estuvo definida por la propuesta de uno de los líderes fundadores del IBT, el doctor Rodolfo Quintero, quien mostró visión y prospectiva así como disposición y apoyo, con la única condición explícita de que se realizara en uno de los mejores lugares que trabajara sobre la bacteria *Bacillus Thuringiensis*. La doctora Bravo aceptó el reto, inició con un trabajo de indagación, por un lado, acerca de la perspectiva teórico analítica sobre esta bacteria y por otro, poniendo en juego el capital científico construido en el campo en bacterias en México durante la licenciatura y el posgrado, de este inicio la doctora relata lo siguiente:

Cuando empecé a trabajar, entré aquí en la UNAM. Quien me contrató fue el doctor Rodolfo Quintero, y él fue el que tuvo la inteligencia de proponerme trabajar con *Bacillus Thuringiensis*, él me dijo hay esta bacteria que mata insectos y me gustaría que tú

trabajaras con ella, ve ¿Qué puedes hacer?, él propone vamos a escribir un proyecto a Conacyt, dime ¿Qué quieres hacer para que lo escribamos? y te ayudo. Y a leer, a buscar de esa bacteria en literatura, empecé a leer y a buscar, y de estar viendo literatura me di cuenta que estaba este grupo en Bélgica, donde ellos tenían todo, los artículos que más me gustaban eran de ellos, tenían anticuerpos, muchísimas toxinas y estaban haciendo un trabajo molecular muy interesante. Me dijo, te tienes que ir con el mejor grupo si no, no, les escribí y nos fuimos a Bélgica a trabajar un año [se refiere a ella y a su colega y esposo el doctor Mario Soberón], me metí a trabajar con esa bacteria en un grupo que publicaba, publicaban muchísimo, esa compañía se llama Plant Genetic Systems, tenía mucho control de los investigadores, tienen que hacer investigación en algo puntual, el dinero es para hacer algo especial, la investigación en una compañía es muy restrictiva (IBt-UNAM).

Previo a la concreción de la estancia posdoctoral, la doctora Bravo descubrió, a través de su trabajo de experimentación siguiendo las indicaciones del doctor Rodolfo Quintero, un rasgo que marcó un parte aguas en el trabajo con bacterias e hizo inminente la necesidad de consolidar la estancia en el extranjero, y lo explica de esta manera:

Había trabajado con bacterias gram negativas son como dos familias de bacterias muy diferentes, todo lo que sabía hacer a nivel experimental, no lo podía hacer aquí con esas nuevas bacterias [se refiere trabajar *Bacillus Thuringiensis* una bacteria gram positiva], porque las bacterias gram positivas tienen una pared mucho más dura, no la podía romper con nada, todo lo que sé hacer decía no puedo, me está costando muchísimo trabajo y aquí en el instituto no había nadie más que trabajara con esa bacteria, en México no había nadie más que trabajara con esa bacteria. Muchas de las estrategias experimentales que tenía y que podía manipular muy bien, en este tipo de bacterias no me servían para la nueva bacteria y les escribí, me fui un año, me metí a trabajar con esa bacteria, era un grupo que publicaba, porque entonces las compañías publicaban mucho y estaban haciendo un muy buen trabajo (IBt-UNAM).

De esta forma la doctora llegó a Plant Genetic Systems, que fue la primera compañía, en 1985, en desarrollar la ingeniería genética en las plantas con tolerancia a insectos mediante la expresión de genes que codifican las proteínas insecticidas de *Bacillus Thuringiensis* (Bt). La empresa fue fundada en 1982 por Marc Van Montagu y Jeff Schell quienes trabajaron como investigadores en la Universidad de Gante en Bélgica, fueron los primeros en montar un sistema práctico para la ingeniería genética de plantas. La compañía fue conocida por su trabajo en el desarrollo de insectos

resistentes a las plantas transgénicas y reconocida por su posición de liderazgo global en el mercado de insecticidas (Instituto de Biotecnología de las Plantas para Países en Desarrollo, Universidad de Gante, 2011).

Así, la doctora se formó en uno de los espacios pioneros en el trabajo con bacterias gram positivas, considerado uno de los primeros círculos virtuosos que conjuntó el tránsito de la investigación básica a la aplicada y de la generación de una empresa derivada del trabajo en una universidad.

De su regreso a México la doctora Bravo afirma:

Cuando regresé de un año de estar fuera, ya también era otra persona. Llegué con una seguridad en mí misma y había aprendido muchísimas cosas (IBt-UNAM).

3.1.2 Buscas el mejor sitio, el mejor entrenamiento

En el caso de la doctora Lizano al realizar su posgrado en Estados Unidos con el doctor Frank Shu, coincidió con investigadores de otras partes de Estados Unidos y del mundo, como ya refería antes citado por Altbach (2001), estos espacios de formación científica como Berkeley, tienen un carácter cosmopolita por sus científicos, que tienden a dominar en las redes nacionales e internacionales y establecen vínculos con investigadores e instituciones de frontera en diferentes partes del mundo, lo cual fue un referente para orientar el posdoctorado. La doctora Lizano ya definida su formación científica en Astronomía en el área de Formación Estelar en discusiones de frontera, se especializaba en un campo de problemas que no eran de carácter local por lo cual, su búsqueda del posdoctorado se orientó hacia un lugar al tanto de los problemas que estaban pasando en el área para lograr el mejor entrenamiento, nuevas colaboraciones y formas de trabajo.

El relato de la doctora expresa su representación de la visión del posdoctorado en aquel momento:

Sí, hice una estancia en Florencia, en el Observatorio de Arcetri, porque estaban enterados de los problemas que pasaban en el campo. Llegas a una comunidad distinta con nuevas formas de trabajo, nuevas colaboraciones, con todo el tiempo para hacer investigación. Buscas el mejor sitio, el mejor entrenamiento y ha sido muy importante porque uno después de hacer su doctorado, claro, tiene problemas que uno sabe que aprendió a resolver, está muy

enterado de las cosas que están pasando en el campo, pero llega a una comunidad distinta, donde conoce otro tipo de trabajo que se está haciendo y en un posdoctorado, uno todavía tiene mucho tiempo libre para hacer investigación, por eso son muy importantes, se conocen nuevas formas de trabajar, se establecen nuevas colaboraciones, uno hace otro tipo de proyectos y normalmente se hacen por uno o dos años, hice un año y regresé a México, en esa época que fui a Florencia, no había tanta tradición de hacer estancias posdoctorales (CRyA-UNAM).

La doctora Lizano destaca y confirma la posibilidad del posdoctorado como un espacio y tiempo de formación científica en nuevas formas de hacer investigación, participar en nuevos proyectos, establecer colaboraciones entre pares, integrándose a redes que inciden en la calidad de la producción científica. Con dedicación plena a la investigación y en este caso en un ambiente de libertad por encontrarse en un medio académico, su narrativa permite mostrar las relaciones, identificaciones y filiaciones que se jugaron en esta experiencia:

Cuando uno es posdoctorante nada más se dedica a desarrollar su investigación, [son] épocas de gran libertad académica y de incluso, quizá en mi caso particular, de gran libertad personal, porque no tenía una familia entonces, sino que cuando regresé a México ya me casé y tuve hijos. Estaba muy contenta trabajando, tenía total libertad de viajar, de trabajar. Por ejemplo, tengo también otro colega de la época cuando fui al posdoctorado con el que trabajé posteriormente, quizá eso fue al inicio de cuando era joven, él también era observador, con él hice proyectos más en Arcibo, Carlo Giovanar, una gente muy, muy bien formada, es observador, pero tenía la teoría clarísima, trabajé con un ex alumno suyo [se refiere al doctor Frank Shu] también del Observatorio de Arcetri, era una cosa muy bonita, porque a los dos nos interesaba la teoría de la misma forma, los problemas resueltos lo más elegantemente posible y este colega se llama Daniel Legali, con él he seguido trabajando y es un placer trabajar con un teórico excelente, siempre que lo veo aprendo algo nuevo, actualmente trabajo con otro ex estudiante de Frank que se llama Fred Adams, de mi época de estudiante, que nos volvimos a juntar hace como un par de años para discutir problemas y todos tenemos esta formación de estudiar las ecuaciones, de hacerlas más sencillas, de no hacer unas grandes simulaciones numéricas, sino tratar de ver unas soluciones semianalíticas que nos den idea como más global de ¿Cuál es el problema que uno tiene entre manos? (CRyA-UNAM).

El Departamento de Física y Astronomía del Observatorio de Arcetri como parte de la Universidad de Firenze, es reconocido por sus actividades de enseñanza e

investigación en campos de Astrofísica y Astronomía. La actividad científica del Departamento es reconocida por su trabajo que se expande por diferentes áreas de estudio, desde Física Solar hasta Física Estelar a Medio Interestelar, así como de Astrofísica Extragaláctica, Astrofísica de Plasmas y Diagnóstico Espectroscópico a Tecnología de Instrumentación Espacial, teniendo participación en prestigiosos proyectos espaciales (Universitá di Firenze, 2011).

La importancia que la doctora Lizano le otorga al posdoctorado se expresa en el plano de las colaboraciones iniciadas en esa época, las cuales se sostienen y se integran en nuevas configuraciones de pequeños equipos de investigadores que comparten intereses científicos en discusiones de frontera.

Por otra parte, coincide con la doctora Bravo, no obstante la diferencia del campo disciplinario y la naturaleza del espacio del posdoctorado en su trascendencia en el plano personal, y en este sentido, afirma:

A mí, tan importante fue [la estancia posdoctoral], que tengo un colaborador que trabajó en Arcetri y que nos vemos regularmente una vez al año con un grupo de trabajo, muchas veces por correo electrónico hemos hecho trabajo juntos y por ejemplo en junio me voy a reunir con un grupo en Michigan y es parte de este grupo de trabajo que nació en esa época. El posdoctorado le da a uno madurez científica, nada más se dedica a aprender y a desarrollar su investigación (CRyA-UNAM).

Desde la perspectiva de la doctora Lizano, en esta continuidad en formación científica, existe un elemento fundamental que se refiere a la articulación de dos componentes, “los lugares donde se formó” y “los sujetos con quienes interactuó”.

3.1.3 Los vínculos de un asesor

La doctora Clapp realizó su primera estancia posdoctoral a partir de los contactos establecidos por el doctor Flavio Mena con investigadores extranjeros, quienes asistían a reuniones científicas organizadas por él en México. En el posdoctorado la doctora dió continuidad al tema de investigación que venía trabajando desde la licenciatura en un ambiente de libertad y en el cual se relacionó con científicos que tenían una trayectoria de investigación por décadas en el campo, realizando revisiones exhaustivas. En su relato detalla las particularidades del momento y afirma:

Flavio era muy serio con su investigación y tenía muy buenos contactos en el extranjero, hizo una reunión científica en México y ahí conocimos a varios investigadores del campo y fue con ellos que nos fuimos a hacer el posdoctorado en San Francisco, ya que nos habíamos casado [se refiere al doctor Gonzalo Martínez de la Escalera, compañero de estudios y esposo]. Lo hice en Berkeley, teníamos una buena producción, salí a hacer el posdoctorado a la Universidad de California seguí trabajando sobre la línea de investigación y sobre la Prolactina ya fuera de la lactancia. Fue ahí donde realmente desarrollé un nuevo proyecto ligado siempre a la Prolactina que es el que seguimos desarrollando ahora. El laboratorio donde me fui a especializar era realmente un sitio de excelencia para la Prolactina, había un grupo que tenía un seminario sobre Prolactina todos los viernes desde hacía más de diez años y traían expertos de todo el mundo para dar ese seminario, había mucho interés en ese momento (INb-UNAM).

Llegar a Berkeley a realizar su posdoctorado la implicó en una nueva forma de hacer el trabajo científico bajo otros referentes culturales, pues a la libertad para realizar las prácticas experimentales se articulaban las colaboraciones entre pequeños grupos de otros nichos de investigación, incluso, la posibilidad de poder cambiar su proyecto. En resumen, de poder probar sin muchas presiones, como ella refiere, circunstancias que ofrecían un contraste con su formación científica en México, donde la investigación era producto del rigor, seriedad, esfuerzo, incluso sacrificio. De las condiciones de ese momento explica:

Ya en el posdoctorado, cuando uno se siente más libre para trabajar, pues fue cuando realmente lo empecé a disfrutar más, sobre todo por el apoyo y la independencia para hacer y experimentar sin muchas presiones, al menos no las tuve, quizá por la suerte de que los experimentos salieron bien muy pronto, quizá ya estaba preparada para trabajar. Sí, el laboratorio, el posdoctorado fue muy importante, la interacción con el grupo de California y San Francisco, el laboratorio del doctor Richard Weiner con quienes descubrimos esos efectos antiangiogénicos inhibidores de vasos sanguíneos y luego, algunas interacciones que hicimos con laboratorios importantes de Francia como el del doctor Paul Kelly que nos facilitó algunos enfoques de Biología Molecular. El trabajo principal fue en el posdoctorado, la persona con la que estuve en Berkeley, el doctor Charles S. Nicoll, escribió una revisión donde incluyó más de 300 acciones de Prolactina, la hipótesis era “vamos a buscar formas moleculares con efectos distintos que expliquen la diversidad funcional de la hormona”, tuvimos la enorme fortuna en el laboratorio en Berkeley de encontrar que una de esas modificaciones que sufre la Prolactina es que se corta en fragmentos más pequeños, que aislamos y empezamos a

caracterizar biológicamente. Para dicha caracterización, hice una colaboración con el grupo del doctor Weiner de San Francisco y encontramos que estos fragmentos de Prolactina tenían un efecto nuevo, que es el de inhibir la formación de vasos sanguíneos. Recientemente hemos encontrado que estos péptidos son una familia y los bautizamos como vasoinhibinas (INb-UNAM).

La doctora Clapp realizó un posdoctorado con una duración por tres años, en el cual los resultados favorables llegaron producto de un trabajo continuo y sistemático acompañado también de algunos momentos poco afortunados que precisaron de insistencia y desarrollar varios intentos; a este respecto, cita cómo los principios apropiados en su formación científica con el doctor Flavio Mena sostuvieron su empeño y carácter para sacar adelante sus hipótesis y en su reconstrucción señala:

Estando en Berkeley, me acuerdo de un aspecto importante que le aprendí al doctor Flavio Mena. En Estados Unidos son muy pragmáticos [refiriéndose al laboratorio donde se encontraba], si después de hacer los experimentos no sale lo esperado, es común que se de un giro o que se cambie de proyecto. Al respecto, en el laboratorio del doctor Mena, no se abandonaban las temáticas, simplemente se daba por hecho que había que entenderlas mejor. Con ese entrenamiento previo, seguí las investigaciones intentando varias veces hacerlas funcionar o entender mejor sus complicaciones y eso fue muy bueno, porque abrió una nueva línea de estudio que continuamos explorando hasta la fecha (INb-UNAM).

El posdoctorado fue la oportunidad para construir conocimiento científico apoyándose en hallazgos de grupos de reconocimiento internacional, en formas de experimentación previas de grupos científicos consolidados, en interacciones con científicos e instituciones con infraestructura para producir investigación de frontera, esto fue fundamental en los tres casos para la concreción de aportaciones a su campo disciplinario. En esta experiencia establecieron interacciones con grupos, laboratorios, científicos e instituciones que también en su caso abrieron horizonte para las colaboraciones y coautorías a nivel internacional.

La primera estancia posdoctoral les implicó la construcción de conocimiento teniendo como soporte la interacción basada en la discusión de nuevas perspectivas teórico analíticas y nuevos dispositivos de instrumentación y experimentación según su campo disciplinario, sin dejar de reconocer que ya contaban con un itinerario en investigación, en ciertas prácticas experimentales, con cierta producción y una

formación científica sólida que desde su perspectiva les permitió estar preparadas para trabajar en estos escenarios.

El posdoctorado les demandó esfuerzo y persistencia por hallar el desarrollo de las hipótesis sostenidas respecto a su tema de investigación con la pretensión de trascender a su propia estructura de conocimiento, así como a las tesis que circulaban en cada uno de sus campos en esos años y el convencimiento de que no podían proponer nuevas ideas si no tenían fundamentos sólidos basados en prácticas de experimentación consistentes.

3.2 Una agenda de investigación para el futuro

El posdoctorado tuvo impacto no sólo en el plano científico y profesional sino también en el personal: libertad, madurez científica, seguridad, autonomía, abrir horizontes y adquirir una forma de trabajo para jugarse en estándares internacionales; efectos que fueron más allá de los conocimientos científicos; la formación incidió en el plano del sujeto “a nivel de su ser en saber, que es también el de su sentir consigo mismo y con los otros” (Kaës, 1978: 13).

El posdoctorado constituyó en los tres casos un espacio de formación fundamental en tanto fue determinante y confirmó la agenda futura de investigación científica. Para el caso en Microbiología Molecular abrió el trabajo con una familia de bacterias *-Bacillus Thuringiensis-* el cual dio inicio a una línea de investigación inexistente entonces en México, esto planteó la oportunidad de la apertura de un campo que se esperaba explotar en el IBt, instituto que tenía como misión abrir y fortalecer áreas de investigación, cuando la Biotecnología en México se desplegaba (Quintero y González, 2008; Viniegra-González, 2009; Bolívar Zapata, 2011). Además, considerando que la doctora Bravo ya tenía una posición laboral asegurada en dicho instituto, estas condiciones expresaban signos de certidumbre a su proyecto de investigación.

En el caso en Astronomía, la dedicación a problemas de Astrofísica relacionados con la Magnetohidrodinámica en el área de Formación Estelar, posicionó a la doctora Lizano en el grupo de jóvenes científicos formados en el extranjero que regresaban con una perspectiva científica de avanzada en problemas de frontera para fortalecer el Instituto de Astronomía y la comunidad de científicos teóricos en su área (Bartolucci, 2000; Arextaga, 2008). También con una posición laboral garantizada en

este instituto desde su conclusión del doctorado, se integró al arranque de programas que la UNAM concretaba como el proyecto del primer Posgrado en Astronomía (Bartolucci, 2000; Arextaga, 2008) y los proyectos de descentralización y difusión de la actividad astronómica en el interior del país, lo cual ofreció un momento oportuno para atreverse a construir un nicho propio de producción de conocimiento (Bartolucci, 2000; Arextaga, 2008).

En el caso en Neuroendocrinología Molecular, regresó al país con un conocimiento científico que también abrió una línea de investigación inexistente en el país en relación con la Prolactina fuera del campo de la lactancia e inició el trabajo en una familia de proteínas llamadas Vasoinhibinas para investigar sobre sus posibles aplicaciones clínicas. La doctora Clapp regresó al Departamento de Fisiología del IIB, donde contaba ya con una posición laboral segura desde el doctorado, para desplegar su producción científica en su propia línea y contribuir a fortalecer las líneas de investigación del Instituto con sus aportaciones.

En los tres casos, el posdoctorado tuvo relación con: a) los primeros financiamientos, registros y desarrollo de proyectos en ciencia básica en Conacyt, b) una posición laboral al frente de una línea de investigación como líderes de grupo o área, c) las colaboraciones y coautorías que integraron con pares nacionales y extranjeros de primer nivel, d) su presencia en instituciones extranjeras, e) su escalada y posicionamiento en programas de estímulos a la productividad del personal académico, f) los planos de reconocimiento iniciando por la comunidad científica próxima y posteriormente, por instituciones internacionales de prestigio, y g) sus publicaciones y participaciones en congresos hicieron visible el capital científico construido (Entrevistas, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

CAPÍTULO 4 APERTURA Y CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPO: PORTADORAS DE UN SABER

1. Introducción: el regreso a México

Las tres científicas a su regreso a México, después de la primera estancia posdoctoral, se reintegraron a nichos de investigación en relación directa con su formación científica y asegurada una posición laboral, comenzaron la apertura y construcción de un campo de investigación entre seis y nueve años, periodo comprendido entre 1989 y 1998, con una alta productividad científica, asumiendo una gestión como portadoras de un saber legitimado en el extranjero que marcó el inicio de su participación en estrategias de desarrollo científico para el otorgamiento de recursos, abriéndose lugar en la comunidad científica nacional. Este momento de su trayectoria reveló: a) un creciente proceso de producción-reproducción de conocimiento de frontera, b) la construcción de un laboratorio propio para la línea de investigación, en los casos de Microbiología Molecular y Neuroendocrinología Molecular, c) la pertenencia a un grupo o área de investigación, d) su posicionamiento como líderes de grupo y referentes a nivel nacional, e) una destacada productividad científica en la singularidad de su campo disciplinario en coordinación con pares nacionales e internacionales y científicos en formación y, f) su participación en el inicio de centros de investigación en el interior del país.

En este capítulo analizaré las condiciones de sus trayectorias a su regreso del primer posdoctorado en el extranjero; el objetivo es establecer el marco de una segunda configuración, en la cual a partir de tres itinerarios diferenciados por sus aportes científicos en relación con el proceso de institucionalización de su disciplina y campo, lograron un lugar en la comunidad científica nacional e internacional.

El regreso a México, en los tres casos, marcó la apertura de direcciones de investigación en su campo disciplinario en el entretendido de políticas institucionales, políticas de ciencia y tecnología, políticas nacionales, elementos coyunturales y participación en equipos previos. Su reintegración a nichos de investigación sucede en la articulación de situaciones que dicho en forma sintética implicaron: la etapa de mayor crecimiento del Sistema de Investigación Científica (SIC) de la UNAM y el proceso de descentralización del mismo que consideró la creación de polos de

desarrollo científico en el interior del país, su acoplamiento a la dinámica de producción científica de los institutos en que se reintegraron así como a las políticas nacionales sobre investigación científica que se desarrollaban en ese momento y considerando el alcance e impacto de su productividad científica en ese periodo hicieron visibles sus aportaciones, así como las actividades de los laboratorios e institutos donde ejercían su práctica científica, constituyéndose como un polo de saber en construcción en el país y a nivel internacional (UNAM, 2007a; Arámburo, 2012; Didou y Gérard, 2010; Didou y Remedi, 2008).

2. El compromiso de regresar con un saber: el caso en Microbiología Molecular

Al regreso de la doctora Bravo a México se articularon, en su caso, una serie de condiciones de diferente orden que hicieron posible el inicio de su trabajo en circunstancias favorables; a nivel de políticas institucionales refiriéndome a la UNAM, como señalaba anteriormente, sucedía la etapa de mayor crecimiento del Sistema de Investigación Científica (SIC) y se desarrollaba con estabilidad el proceso de descentralización de dicho sistema, esto con relación a las políticas nacionales de descentralización de la educación superior y la ciencia y tecnología; a nivel del CIIGB, articulado a la condición anterior, la comunidad científica de este centro, logró que se tomara en cuenta su propuesta de crecimiento, lo cual implicó su desarrollo en infraestructura y la expansión de su trabajo a otras áreas de investigación científica. Por otra parte, en el plano científico, México seguía la tendencia generada por el mercado potencial de la Biotecnología en relación con los impactos que se esperaban en múltiples sectores industriales.

Lo anterior tendría efectos concretos en la trayectoria de la doctora Bravo, al contar con la posibilidad en esa expansión de tener un espacio físico para la construcción de un laboratorio donde iniciara con su trabajo, su línea de investigación sería bienvenida a los propósitos de expansión del trabajo del CIIGB con expectativas en una producción de conocimiento inexistente en México; aunado a esto, la seguridad de una posición laboral lograda en 1989 como investigador de tiempo completo, insisto, garantizaron condiciones favorables al inicio de su trabajo.

Justamente, de la sucesión de estos acontecimientos, el doctor Bolívar Zapata narra cómo en 1990, el CIIGB creció en infraestructura y esto permitió la incorporación

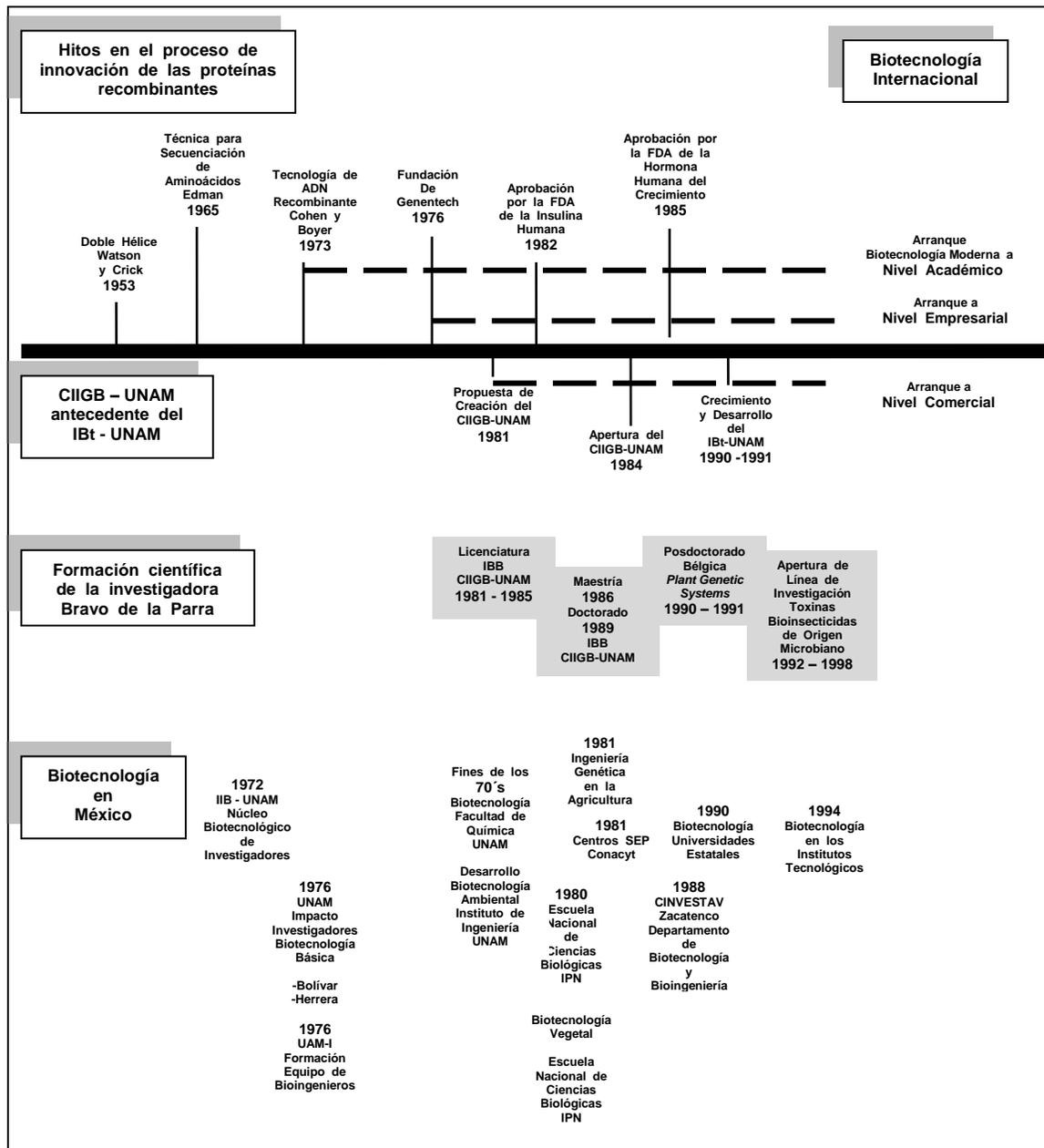
de un nuevo grupo de jóvenes investigadores que abrieron líneas de investigación para fortalecer el centro, al respecto cita:

Logramos que la UNAM hiciera suya la propuesta de crecimiento del Centro. El edificio norte comenzó a construirse a fines de 1990 [...] Esta casi duplicación de la superficie de trabajo permitió integrar a principios de 1991 a casi todos los académicos que estaban trabajando en biología molecular 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 microbiano. Así, el consejo interno del CIIGB planteó el desarrollo de la dependencia abriendo este otro espacio en las áreas de biología molecular de plantas y animales. Fue así como, con las nuevas incorporaciones y el nuevo edificio, se consolidó el esfuerzo de expansión de trabajo del CIIGB al área de organismos superiores (plantas y animales) (2011: 18).

Así, mientras el posdoctorado de la doctora Bravo transcurre en Bélgica entre 1990 y 1991, en el CIIGB se concretaba el proceso de crecimiento en infraestructura. A su regreso, se integra a una institución en expansión que le tiene reservado un lugar para el desarrollo de su trabajo. Por otra parte, en ese momento en México, se desplegaba la investigación en Biotecnología que comenzó a tener impacto en diferentes instituciones de educación superior como puede verse en el Esquema 3, campo de investigación en el cual, el CIIGB tenía como objetivo institucional colocarse como líder a nivel nacional. El doctor Rodolfo Quintero, científico pionero y líder fundador del CIIGB, señala cómo:

A finales de los años 70, en el mundo se empezó a considerar que el cambio tecnológico que provocaría la biotecnología, tendría grandes impactos en múltiples sectores industriales y ofrecía oportunidades de desarrollo y participación muy interesantes para los países en vías de desarrollo. México siguió esta tendencia y a partir de los años 80 inició una amplia gama de actividades relacionadas con la biotecnología, pues se preveía que los productos y procesos biotecnológicos de nueva generación, permitirían al país avanzar en numerosos sectores industriales y sobre todo que podría ser un actor importante en términos de su desarrollo y orientación futura [...] El mercado potencial de la biotecnología, en ese entonces parecía enorme y en México y el resto del mundo se realizaban estudios para tratar de estimarlo (2008: 1).

Esquema 3. Apertura de la línea de investigación en el campo de la Biotecnología



Fuentes: Quintero Ramírez, 2008; Viniegra-González, 2009; Bolívar Zapata, 2011; Entrevista IBt-UNAM, 2011; CVU-Conacyt, 2011.

A su regreso a México, en el contexto de las circunstancias ya citadas, la doctora Bravo inició su trabajo en toxinas bioinsecticidas de origen microbiano comenzando fundamentalmente por la recolección de muestras de suelo, el aislamiento y caracterización de cepas nativas de *Bacillus Thuringiensis*, el análisis inmunocitoquímico de esta bacteria y la evaluación de las proteínas tóxicas producidas por éstas; así, dio inicio una producción de conocimiento local en el estudio de las

perspectivas de la utilización de *Bacillus Thuringiensis* como bioinsecticida en México (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011). En este sentido, la doctora describe:

Cuando regresé de un año de estar fuera había que hacer una colección de bacterias de México, entonces mandamos a gentes a recoger suelo de todo México, para hacer una colección de bacterias mexicanas, ese es mi material de trabajo, ahí sigue mi colección que me dio muchísimos proyectos. Tener esa colección fue de las primeras cosas que hice. Cuando regresé nadie sabía cómo funcionaban [se refiere al *Bacillus Thuringiensis*] y dije a ver, tengo que buscar cómo funcionan, meterme más a saber y a partir de entonces, empecé a diseñar proyectos y a proponer ideas, las que me fueron llevando a más ideas para poder entender cómo funcionan y ahorita si vieras la representación gráfica que tenemos de cómo funcionan, es una cosa bastante compleja, muchos lugares por dónde entrar, muchas maneras de cómo funciona la toxina y las células, cómo responde, es una interacción muy compleja (IBt-UNAM).

En este caso, no se trató de una traslación mecánica o aplicación práctica del conocimiento adquirido en el extranjero; por el contrario, remite a los intensos procesos de introducción de un conocimiento científico como parte de un gradiente de los procesos de institucionalización de una disciplina, los cuales traen consigo complejos procesos de operaciones de traducción, convicción, difusión y no sólo refieren a su desplazamiento geográfico o valor operativo (Ledesma–Mateos, 2009), sino que comprometen:

Fenómenos sociales complejos que involucran la historia particular de las comunidades científicas y de las sociedades donde esto ocurre, [...] su presencia real en el momento de la historia que se aborda, [...] implica la conjunción de múltiples factores en relación con las características de la comunidad que [los] recibe, [...] donde surgirán con particularidades locales [...] y se modifican con elementos propios de los sitios de llegada (2009, 21-22).

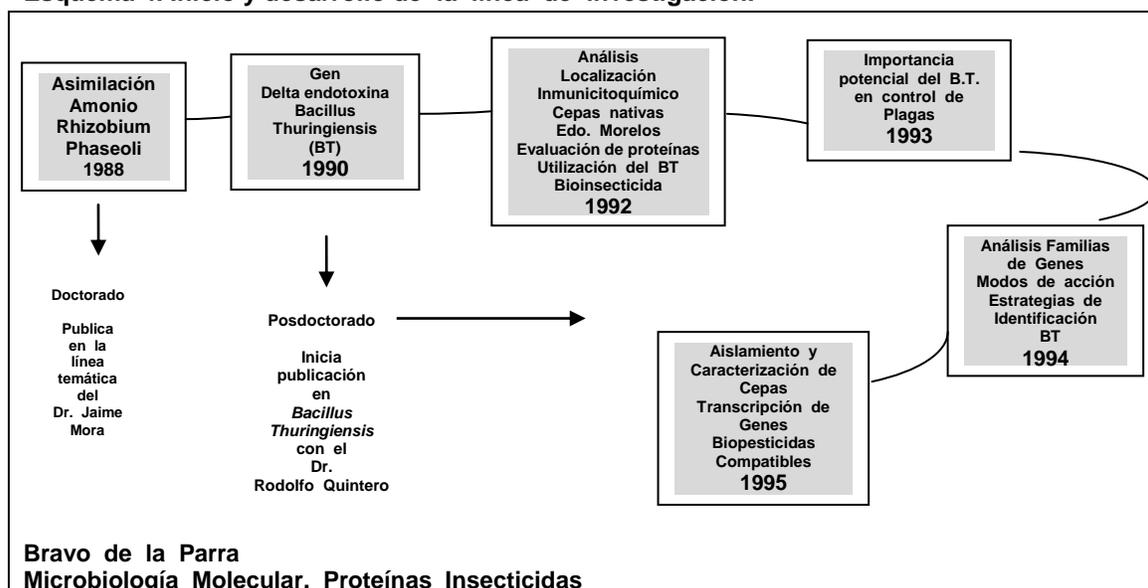
Si bien, iniciar con el proyecto de un laboratorio fue un hecho relevante y alentador aproximadamente a los 29 años de edad de esta científica, no habría que descontextualizarlo de la responsabilidad de la introducción al país de un conocimiento científico en el cual se cifraban expectativas; por otra parte, de los esfuerzos, gestiones e inversión implicado para habilitar un laboratorio con los instrumentos y aparatos imprescindibles, reactivos y sustancias necesarias para las prácticas de

experimentación y también la complejidad para la asignación de los recursos humanos necesarios para la colaboración en las diferentes tareas en la vida cotidiana de un laboratorio, así como de la realización de otras responsabilidades que de manera simultánea adquirió como académica de la UNAM, pues tenía el compromiso de realizar docencia, difusión, publicación, participación en congresos, el ejercicio efectivo en investigación-. De este inicio la doctora Bravo reconstruye y comenta:

Fue un proceso a través de los años y del apoyo de la UNAM, que en un principio me contrató y después me ofrecieron tener un técnico y posteriormente podía tener acceso a una plaza de investigador asociado y así poco a poco fui construyendo (IBt-UNAM).

Este periodo de su trayectoria inició con un fuerte impulso en su productividad científica, expresada fundamentalmente en los artículos registrados en revistas indexadas de reconocimiento internacional, producto de su arduo trabajo de experimentación. Su primer artículo sobre *Bacillus Thuringiensis* se publicó durante su estancia en el posdoctorado y a partir de ahí, se desprendió de la línea de investigación de su maestro, el doctor Jaime Mora, e inició con la construcción de su propia línea de investigación, como puede observarse en el Esquema 4, lo cual, comenzó a hacer visible un campo de investigación que inició a constituirse como un polo de saber en el país.

Esquema 4. Inicio y desarrollo de la línea de investigación.



Fuente: Entrevista (IBt-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

La producción científica a su regreso, se concentró en un intenso trabajo experimental que tuvo como tareas a profundidad: el aislamiento y caracterización de cepas nativas de *Bacillus Thuringiensis* por regiones, la evaluación de proteínas tóxicas producidas, las perspectivas de utilización de esta bacteria como bioinsecticida en ciertas especies de insectos, su importancia potencial en el control de plagas, su análisis genético, el análisis de mutantes, su interacción con células epiteliales de diferentes especies de insectos, la formación de poros producidos por esta bacteria, logrando la caracterización de una colección mexicana de *Bacillus Thuringiensis*. Este intenso trabajo se vio reflejado en 29 artículos publicados que pueden apreciarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Artículos publicados en el inicio de la línea de investigación en *Bacillus Thuringiensis*.

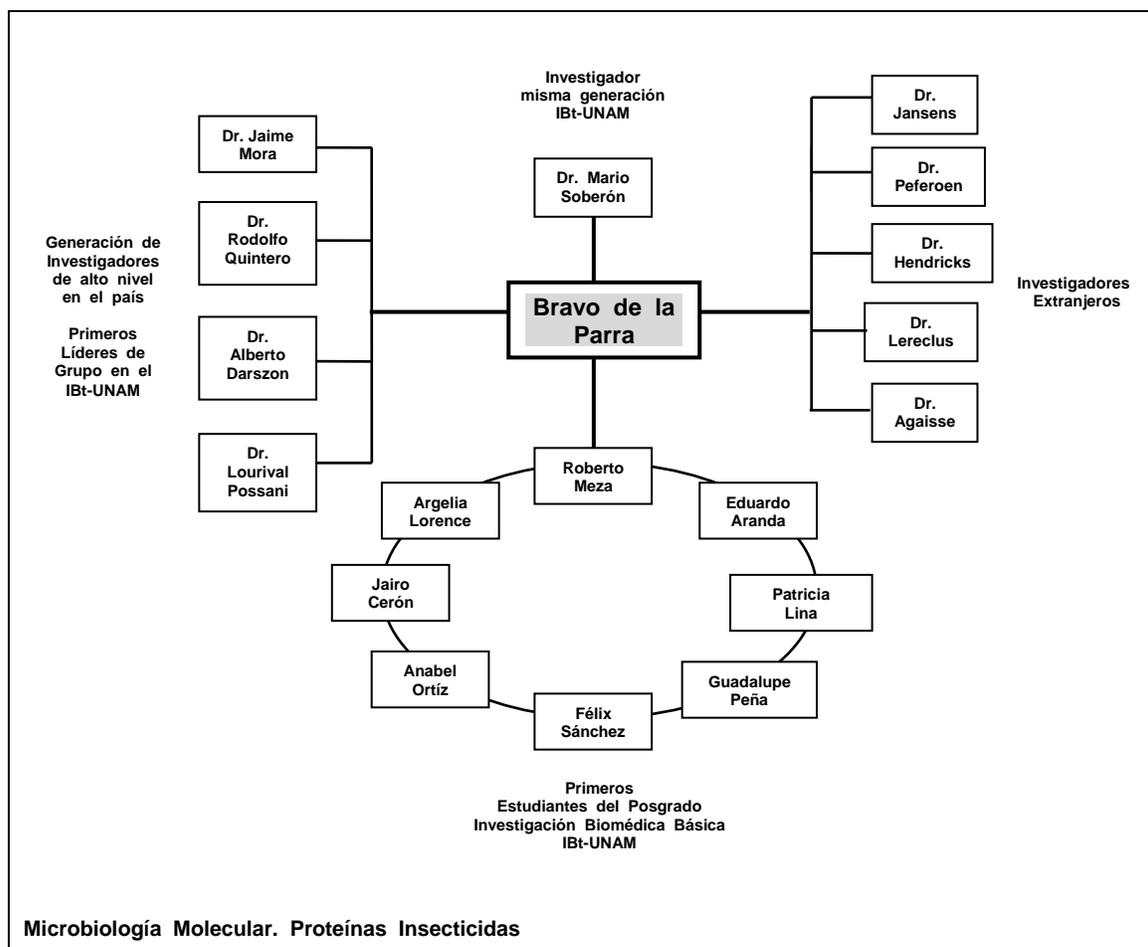
Año	Artículo	Revista	Autores
1990	Identification of plasmids that harbour the delta-endotoxin gene from <i>Bacillus Thuringiensis</i> strains with different toxicity against lepidopteran insects	<i>Toxicon</i>	Bravo, Cerón, Galán, Quintero
1992	Immunocytochemical localization of <i>Bacillus Thuringiensis</i> crystal proteins in toxicated insects	<i>Journal Invertebrate Pathology</i>	Bravo, Jansens, Peferoen
1992	A computer based analysis of sensotoxin family proteins reveals a hydrophobic motif which might be implicated in toxicity	<i>Journal Molecular Microbiology</i>	Pereyra, Bravo, Quintero, Soberón
1992	Perspectivas en la utilización de <i>Bacillus Thuringiensis</i> como bioinsecticida	<i>Biotechnología</i>	Bravo, Lorence, Quintero
1992	Evaluación de proteínas tóxicas producidas por cepas nativas de <i>Bacillus Thuringiensis</i> contra el gusano cogollero del maíz	<i>Universidad, Ciencia y Tecnología</i>	Lina, Aranda, Bravo, Ortíz, Ortíz
1992	Aislamiento y caracterización de cepas de <i>Bacillus Thuringiensis</i> nativas del Estado de Morelos	<i>Universidad, Ciencia y Tecnología</i>	Ortíz, Ortíz, Bravo, Quintero
1992	Immunocytochemical analysis of specific binding of <i>Bacillus Thuringiensis</i> insecticidal crystal proteins to lepidopteran and coleopteran midgut membranes	<i>Journal Invertebrate Pathology</i>	Bravo, Jansens, Hendricks, Peferoen
1993	Importancia y potencial del <i>Bacillus Thuringiensis</i> en el control de plagas	<i>Oficina Regional De la FAO Santiago de Chile</i>	Bravo, Quintero
1993	Efficiency of insecticidal crystal production in a <i>Bacillus Thuringiensis</i> mutant with derepressed expression of the terminal oxidase AA3 during sporulation	<i>Applied Microbiology and Biotechnology</i>	Bravo, Quintero, Díaz, Martínez, Soberón
1994	PCR analysis of the insecticidal crystal family genes from <i>Bacillus Thuringiensis</i>	<i>Applied Microbiology and Biotechnology</i>	Cerón, Covarrubias, Quintero, Ortíz, Ortíz, Aranda, Lina, Bravo
1994	Design of an aqueous two phases system for the purification of ICP from <i>Bacillus Thuringiensis</i>	<i>Process Biochemistry</i>	Guereca, Bravo, Quintero
1995	Screening of <i>Bacillus Thuringiensis</i> strains with novel insecticidal	<i>Biotechnology Of Bacillus Thuringiensis</i>	Bravo, Cerón, Aranda, Lorence, Quintero
1995	Specific PCR reaction primers directed to identify CRY1 and CRYIII genes with in a <i>Bacillus Thuringiensis</i> strain collection	<i>Applied And Environmental Microbiology</i>	Cerón, Ortíz, Quintero, Guereca, Bravo
1995	Deltaendotoxins induce cation channels in spodoptera frugiperda brush border membrane in suspension and in planar lipid bilayers	<i>FEBS Letters</i>	Lorence, Darszon, Díaz, Lievano, Quintero, Bravo
1995	Biopesticides compatible with environmental <i>Bacillus Thuringiensis</i> a unique model	<i>Biocontrol</i>	Bravo, Lorence, Quintero
1996	Pore formation of the <i>Bacillus Thuringiensis</i> CRY1AC toxin in the presence of the trichoplusia ni toxin receptor in planar lipid bilayers	<i>Medical Microbiology and Immunology</i>	Lorence, Sánchez, Darszon, Bravo

1996	Isolation of CRY1AB protein mutants of Bacillus Thuringiensis by highly efficient PCR sitedirected mutagenesis system	<i>FEMS Microbiology Letters</i>	Meza, Nuñez, Sánchez, Bravo
1996	Interactions of Bacillus Thuringiensis Crystal protein with the midgut epithelial cells of spodoptera frugiperda	<i>Journal Invertebrate Pathology</i>	Aranda, Sánchez, Peferoen, Guereca, Bravo
1996	Genetic analysis of CRYIIIA gene expression in Bacillus Thuringiensis	<i>Microbiology</i>	Salamitou, Agaisse, Bravo, Didier Lereclus
1996	Analysis of the expression in sigE and sigK mutants of Bacillus Thuringiensis	<i>Molecular and General Genetics</i>	Bravo, Agaisse, Salamitou, Lereclus
1997	Characterization of a mexican strain collection of Bacillus Thuringiensis strains.	<i>Biotechnology of Bacillus Thuringiensis</i>	Bravo, Sarabia, López, Nuñez
1997	The pore formation activity of Bacillus Thuringiensis CRY1AC toxin on trichoplusia ni membranes depends on the presence of aminopeptidase	<i>FEBS Letters</i>	Lorence, Darszon, Bravo
1997	Susceptibility of four tropical lepidopteran maize pests to Bacillus Thuringiensis CRY1 type insecticidal toxins	<i>Journal of Economic Entomology</i>	Bohorova, Cabrera, Abarca, Quintero, Marciel, Brito, Hoisington, Bravo
1997	Phylogenetic relationships of the Bacillus Thuringiensis delta endotoxin family proteins and their functional domains	<i>Journal of Bacteriology</i>	Bravo
1997	Isolated domain II and III from the Bacillus Thuringiensis CRY1AB deltaendotoxin binds to lepidopteran midgut membranes	<i>FEBS Letters</i>	Flores, Soberón, Sánchez, Bravo
1997	Biotina para marcaje frío de proteínas caso de la delta endotoxina producida por la bacteria Bacillus Thuringiensis	<i>Biología Nueva Era</i>	Aranda, Sánchez, Guereca, Bravo
1998	Análisis de la unión in vitro e in vivo de las dendo toxinas de Bacillus Thuringiensis al epitelio intestinal de diatraea grandiosella	<i>Biología</i>	Aranda, Sánchez, Lina, Peferoen, Bravo
1998	Characterization of CRY genes in a Mexican Bacillus Thuringiensis strain collection	<i>Applied Environm Microbiology</i>	Bravo, Sarabia, López, Ontiveros, Abarca, Ortíz, Ortíz, Lina, Villalobos, Peña, Nuñez, Soberón, Quintero
1998	The 12th World Congress on animal, plant and microbial toxins	<i>Meeting Reports CNS</i>	Bravo, Possani

Fuente: CVU-Conacyt (2011)

Sus publicaciones en este momento de su trayectoria convocaron a científicos de prestigio y líderes fundadores del IBt, consolidados en sus líneas de investigación, que aportaron conocimiento científico especializado a ciertos puntos de estudio en el itinerario de investigación de la doctora Bravo, también a pares extranjeros vinculados al tema; con ellos realizó coautorías en periodos diferidos y comenzó a integrarse una primera generación de científicos en formación bajo su dirección (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011). En esta primera red que inició a nuclear la doctora Bravo y puede observarse en el Esquema 5, es importante considerar la colaboración sostenida con el doctor Mario Soberón investigador de su misma generación con quien comparte desde el inicio su proyecto, lo cual implicó la amplitud del trabajo en laboratorio y potencializó la productividad.

Esquema 5. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en formación



Fuente: Entrevista (IBt-UNAM, 2011), Bolívar Zapata (2011), IBt-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011)

El impacto de su productividad científica en este recorrido comenzó a expresarse en diferentes niveles como puede observarse en la Tabla 3 e inició con planos de reconocimiento por el propio IBt-UNAM y el SIC de la UNAM (PRIDE Nivel C 1993, Nombramiento Líder de Grupo 1993, PRIDE Nivel D 1996), el Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II 1998), la Academia Mexicana de Ciencias (Miembro de la Academia 1996 y Premio de Investigación en el Área de Ciencias Naturales 1998) para proyectarse al extranjero y recibir su primera distinción internacional como Presidente de la División de Bacterias por The Society of Invertebrate Pathology (1998) (CVU-Conacyt, 2011).

Tabla 3. Productividad en su regreso a México

Años	Distinciones	Apoyos CONACYT	Artículos Publicados	Capítulos Publicados	Difusión Divulgación	Docencias	Estancias Investigación	Experiencia Profesional	Congresos	Reseña Congreso
1983						1				
1984		1					Reino Unido			
1985	1								1	
1986							Maestría México			
1987										
1988	1		2	2					3	
1989	2		1			1	Doctorado México	Asoc. B Asoc. C		
1990	1	1	1			1	Primer Posdoctorado Bélgica		2	
1991	1	1			1	1				
1992	SNI I	1	6		3				4	
1993	Líder de Grupo		2			4		Titular A	1	
1994	2	1	2	3		1			2	
1995		1	4	2		2	Segunda Estancia Posdoctoral Francia			
1996	2		5	1		3		Titular B		
1997			6	1	1	2			1	EUA
1998	4 Premio AMC SNI II	1	3		1	9			3	
TOTAL	16	7	32	9	6	25			17	1

Fuente: Entrevista (IBt-UNAM, 2011); IBt-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011)

3. Al regreso hay toda una infraestructura de pares: el caso en Astronomía

En el caso de la doctora Lizano, ella regresó a México después de su primera estancia posdoctoral de un año, en una continuidad de formación científica en el extranjero desde el posgrado. Durante el posdoctorado, realizó estadías fuera de Italia en diferentes centros de investigación en una intensa y diversa actividad científica, visitando en varias ocasiones algunos centros como The Canadian Institute for Theoretical Astrophysics, Canadá; el Centro de Investigaciones en Astronomía de Venezuela y regresando a la Universidad de California, en Estados Unidos (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

Los relatos respecto al momento de su regreso al país, muestran la apropiación de rasgos de la cultura de su universo disciplinario, sus formas de producción, que por la naturaleza de los objetos investigados no tienen un carácter local. Así, la formación durante el posdoctorado consolidó la concepción de que cada investigador debe buscar su propia línea de investigación, se produce conocimiento en colaboración con pares a partir de la discusión, se exponen los resultados a nivel internacional para lo cual los congresos son una vía preferencial, en proyectos competitivos, de alta calidad, en una producción sostenida, con una exigencia, expectativas y presión entre pares entrenados en estándares internacionales. Ella lo refiere de esta manera:

En realidad cada persona debe de buscar su propia línea de investigación y eso es más fácil cuando uno va a otros ambientes y se expone a nuevas ideas; entonces, regresábamos a México cada quien con su área independiente, nueva. La gente ha sido entrenada con estándares internacionales, muchos de los astrónomos que hay ahorita, estudiamos los doctorados fuera de México y trajimos los estándares del extranjero y esos son los que se manejan aquí en la astronomía mexicana. Existe una exigencia alta, una presión de pares para que la gente mantenga un nivel productivo, para que siga presentando sus resultados en congresos internacionales, para que busque que su trabajo sea evaluado por pares a nivel internacional, ahora sí debo decir, que lo que sí es cierto, es que en el ambiente astronómico, la evaluación no se hace a nivel nacional, sino a nivel internacional, eso también influye. La gente que se formó cuando era estudiante, toda venía de fuera, a mí me tocó todavía salir, pero incluso ahora, los resultados siempre se van a presentar ante conferencias internacionales, no es una ciencia que se haga a nivel nacional, los resultados son publicados en las mejores revistas de Astronomía y la gente los utiliza si los cita y eso es en todo el mundo. Sí creo que los estándares son más internacionales y esos siempre han sido altos (CRyA-UNAM).

A su regreso existieron algunas circunstancias que dieron soporte a la continuidad de su trabajo: una situación laboral lograda en 1988 como investigadora titular de tiempo completo, un lugar en el Instituto de Astronomía como miembro del área de Formación Estelar grupo liderado en ese momento por el radioastrónomo Luis Felipe Rodríguez (Entrevistas, 2011; CVU-Conacyt, 2011; Bartolucci, 2000), un grupo de investigadores pioneros y líderes en su campo con quienes ya venía trabajando y mantenía una relación de años atrás como los doctores Manuel Peimbert, Silvia Torres, Jorge Cantó y el mismo Luis Felipe Rodríguez, un Instituto que contaba con la infraestructura para dar soporte a la realización de su trabajo, una comunidad de pares que vivía la astronomía como profesión y pasión en una dedicación plena a la investigación científica y finalmente para ese año 1991, inició un proyecto de fundamental importancia para la comunidad astronómica nacional, la primera generación del Programa de Posgrado en Astronomía incorporado al Programa Nacional de Posgrados de Calidad de Conacyt con la pretensión de formar estudiantes de muy alta calidad (Aretxaga, 2008). De estas condiciones, la doctora Lizano cita:

En mi generación, salimos cuatro o cinco estudiantes y bueno sí, en esa época teníamos la gran tranquilidad cosa que nadie de mis colegas americanos lo tenía y era que si yo vengo aquí [se refiere a Berkeley] hago el doctorado y lo termino, voy a encontrar de regreso

un trabajo en México, los americanos no contaban con esto y actualmente en México tampoco, los muchachos terminan el doctorado y no tienen ninguna certeza de reincorporarse al país, las condiciones han cambiado. Definitivamente he sido muy afortunada de trabajar en la UNAM y en el Instituto de Astronomía, pues te dan los elementos, primero, tiene uno la infraestructura, las facilidades de cómputo cuando inicia, de biblioteca para poder hacer su trabajo con los proyectos de investigación, ya había un posgrado trabajando, de hecho mi primer estudiante fue de ese posgrado, hay toda una infraestructura de pares haciendo astronomía, que les importa hacer astronomía como una profesión, como investigación y esto, se lo debo a la Universidad Nacional, quizá si hubiera ido a otro tipo de institución hubiera tenido una carga docente más fuerte y eso hubiera quitado tiempo de la investigación, reconozco que la docencia es fundamental, pero es cierto que cuando uno está joven, pues necesita tiempo para madurar como investigador. Creo que tuve las mejores condiciones acá en México (CRyA-UNAM).

Dos rasgos marcaron ese periodo de su trayectoria a su regreso a México, por una parte, sobresale una intensa producción de artículos en continuidad desde el posgrado como puede observarse en la Tabla 4, donde existió una consistente participación de su maestro el doctor Frank Shu en coautoría con otros investigadores extranjeros, ex alumnos del doctor y compañeros de formación en el posdoctorado; por otra parte, debido a su trabajo de carácter teórico para la producción de modelos, destaca su estrecha relación con investigadores mexicanos de prestigio como los doctores Jorge Cantó y Luis Felipe Rodríguez Jorge, el primero, destacado astrofísico que comparte formación e intereses científicos y el segundo, observador de primera línea, que aporta elementos científicos de frontera a las discusiones de problemas por su vasta experiencia en el quehacer observacional. Maestros e interlocutores, con quienes mantuvo vínculos y producción, incluso durante sus años de permanencia en el extranjero como se muestra en el capítulo anterior. (Entrevistas, 2011; CVU-Conacyt, 2011). En este sentido la investigadora narra:

Cuando regresé a México al Instituto de Astronomía, ahí me encontré con el doctor Jorge Cantó; un teórico de primera clase, reconocido aquí en México, inmediatamente me puse a trabajar con él y era un placer trabajar con Jorge porque era una claridad en todas las ideas que él tiene, una elegancia en todos los modelos que él hace, entonces hemos colaborado desde que regresé y es un placer trabajar con él, me la pasaba discutiendo mañana y tarde, platicándole lo que hacía, platicándome de lo que él hacía y había que hacer, este tipo de interacción, la verdad es que hace el trabajo de investigación interesante, conjunta experiencias de personas

distintas, en mi caso en particular me gusta mucho trabajar así, sobre todo cuando trabajo con alguien teórico, cuando uno puede hacer todo ese trabajo de plantear las ecuaciones con alguien más, es interesante. Y cuando uno trabaja con alguien que hace observaciones por ejemplo Luis Rodríguez, que es una gente excepcional, tiene una gran capacidad y un gran sentido físico, uno puede llegar y discutir. Él tiene ideas muy buenas, muy brillantes y finalmente uno tiene que regresar y hacer su desarrollo (CRyA-UNAM).

Tabla 4. Artículos publicados en continuidad de la línea de investigación en Formación Estelar

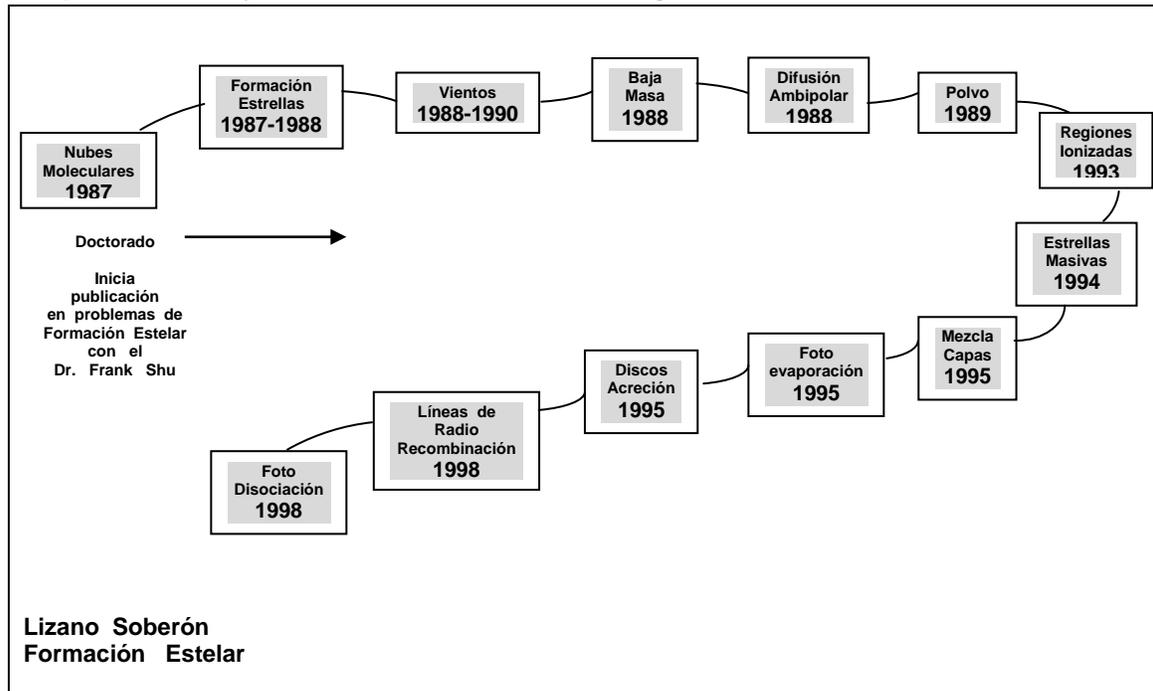
Año	Artículos Publicados	Revista	Autores	Tema
1987	Formation and heating of molecular cloud cores	<i>NATOASI Physical Processes in Interstellar Cloud</i>	Lizano, S., Shu, F.,	Molecular Clouds
1987	Heating of molecular cloud cores	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Shu, Lizano	Molecular Clouds
1987	Star formation in molecular cloud cores	<i>IAU Symposium 115 Star Forming Regions</i>	Shu, Lizano, Adams	Star Formation
1987	Star formation in molecular clouds: observations and theory	<i>Aniversario Revista Astronomía y Astrofísica</i>	Shu, Adams, Lizano	Star Formation
1988	Beginning and end of low mass protostars	<i>NATOASI Formation and Evolution of Low Mass Proto</i>	Shu, Lizano, Adams, Ruden	Star Formation
1988	Mass loss rapidly rotating magnetic protostars	<i>Astrophysical Journal Letters</i>	Shu, Lizano, Ruden, Najita	Winds
1988	Neutral winds that drive bipolar flows in low mass protostars	<i>Astrophysical Journal</i>	Lizano, Heiles, Rodríguez, Koo, Shu, Hasegawa, Hayashi, Mirabel	Winds
1988	Winds from low mass protostars	<i>Stellar Pulsation and Mass Loss</i>	Shu, Lizano, Adams, Ruden	Winds
1988	The evolution of molecular cloud	<i>Astrophysical Letters and Communications</i>	Shu, Lizano	Molecular Clouds
1988	Winds from low mass protostars	<i>Stellar Pulsation AMD Mass Low</i>	Shu, Lizano, Adams, Ruden	Low Mass
1989	Ambipolar diffusion and core formation in molecular clouds in low-mass star formation and pre-main sequence objects	<i>Dordrecht Reidel</i>	Lizano, S.	Ambipolar Diffusion
1989	Molecular cloud cores and bimodal star formation	<i>Astrophysical Journal</i>	Lizano, Shu	Molecular Clouds
1989	The role of dust in star formation	<i>Evolution of Interstellar Dust and Related Topics</i>	Shu, Adams, Lizano	Dust
1989	Magnetic fields and star formation in molecular clouds	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Lizano, S	Star Formation
1990	VLA Observations of high velocity HI associated with herbig-haro objects 711	<i>Astrophysical Journal</i>	Rodríguez, L., Lizano, S., Canto, J., Escalante, V. Mirabel, F.	Winds
1991	Star formation and the nature of bipolar flows	<i>Astrophysical Journal Letters</i>	Shu, Ruden, Lada, Lizano	
1992	Neutral winds from protostars	<i>Astrophysical Journal</i>	Giovanardi, C., Lizano, S., Natta, Evans, Heiles.	Winds
1993	The velocity structure of cometary HII regions G13.87+0.28, G32.80+0.19, and G61.48+0.09 B1	<i>Astrophysical Journal</i>	Garay, Lizano, S., Gomez	HII Regions
1993	The collapse of clouds and the formation and evolution of stars and disks	<i>Protostars And Planets III</i>	Shu, Najita, Galli, Ostriker, Lizano	Star Formation
1994	Critical density for magnetic decoupling preliminary observations	<i>Astrophysical Journal</i>	Massi, Lizano	Molecular Clouds
1994	Magnetocentrifugally driven flows from young stars and disks I. A generalized model	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, Najita, Ostriker, Wilkin, Ruden, Lizano	Winds

1994	Magnetocentrifugally driven flows from young stars and disks II. Formulation of the dynamical problem	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, Najita, Ruden, Lizano	Winds
1994	Photoevaporation of disks around massive stars and application to ultracompact HII regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Hollenbach, Johnstone, Lizano, Shu	Massive Stars
1995	Warm molecular gas associated with cometary HII regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Gómez, Garay, Lizano, S.	HII Regions
1995	Thermal structure of mixing layers in bipolar outflows	<i>Astrophysical Journal</i>	Lizano, S., Giovanardi, C.	Mixing Layers
1995	Photoevaporated globules in HII regions	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Lizano, Canto	Photo evaporation
1995	The temperature distribution of circumstellar disks	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Canto, D'Allesio, Lizano	Accretion Disks
1995	Neutral winds and mixing layers: the case of L1551	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Giovanardi, Lizano	Winds
1996	Photoevaporated flows from HII Regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Lizano, S., Canto, J., Garay, G., Hollenbach, D.	HII Region
1996	A two-wind interaction model for proplyds	<i>Astrophysical Journal</i>	Henney, Wuriel, S.	Photo evaporation
1997	On the relative importance of photoevaporative and hydrodynamic effects in the ablation of self-gravitating globules in compact HII regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Arthur, J., Lizano, S.	Photo evaporation
1998	Compact protoplanetary disks in a binary system in L1551	<i>Nature</i>	Rodríguez, L., D'Allesio, Wilner, D., J. Ho., P.T.P., Torrelles, J. Curiel, S., Gomez, Y., Lizano, S., Pedlar, A., Canto, J., Raga, A.	Accretion Disks
1998	A photodissociated region associated with the compact HII region near GGD-12-15	<i>Astrophysical Journal</i>	Gomez, Y., lebron, M., Rodríguez, L., Garay, G., Lizano, S., Escalante, V., Canto, J.	Photo dissociated Regions
1998	VLA Observations of hydrogen and helium recombination lines from partially and fully ionized gas in G61.48+0.09	<i>Astrophysical Journal</i>	Garay, G., Lizano, S., Gomez, Y., Brown	Radio Recombination Lines
1998	VLA Observations of carbon radio recombination lines toward the HII región complex G61.+0.09	<i>Astrophysical Journal</i>	Garay, G., Gómez, Y., Lizano, S., Brown, R.	Radio Recombination Lines
1998	Accretion disks around Young objects I. The detailed vertical structure	<i>Astrophysical Journal</i>	D'Allesio, Canto, J., Calvet, N., Lizano, S.	Accretion Disks
1998	Does turbulent pressure behave as a logatrope	<i>Astrophysical Journal</i>	Vazquez-Semadeni, Canto, Lizano	Molecular Clouds

Fuente: CVU-Conacyt (2011)

Los capitales científicos construidos en el extranjero los integró en nuevas configuraciones, a las discusiones con sus pares nacionales para situar la disertación de problemas de frontera de fenómenos asociados principalmente a la formación de estrellas e investigando en temas como Discos de acreción alrededor de estrellas jóvenes, Campos magnéticos, Formación de estrellas y nubes moleculares, Formación de estrellas y flujos bipolares para dar continuidad a la producción científica en Astrofísica Teórica que iniciara en 1987, como se indica en el Esquema 6; disertaciones que comenzaron a situarla como un referente a nivel nacional e internacional (Entrevistas 2011; CVU-Conacyt, 2011; Bartolucci, 2000).

Esquema 6. Inicio y desarrollo de la línea de Investigación



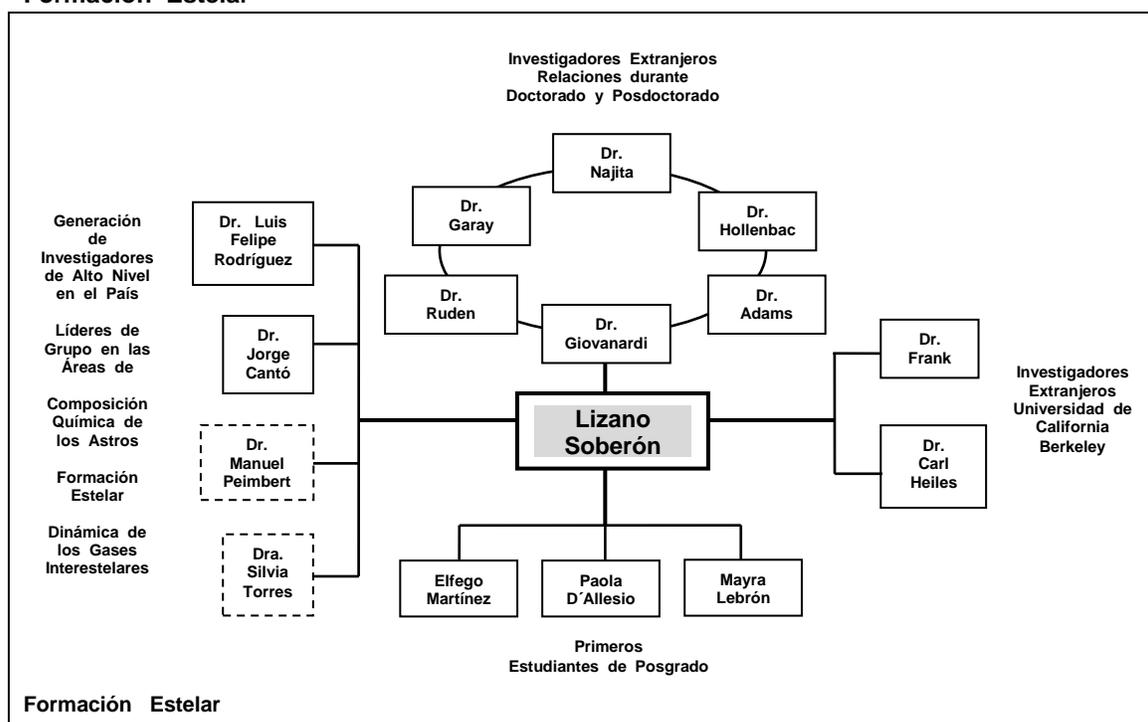
Fuente: Bartolucci, 2000; Entrevistas (CRyA-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011).

En su trabajo sostenido en Formación Estelar, desde su primera publicación en 1987 así como a su regreso al país y en el devenir de su trayectoria, la doctora Lizano reconoce las interacciones que ha tenido en los grupos con quienes ha trabajado como un elemento fundamental en su quehacer científico, las cuales, desde su perspectiva, ponen en juego diferentes experiencias y capitales científicos diversos, intercambios que define como formativos y de aprendizaje a cada nuevo problema estudiado. Su producción científica se caracterizó en este momento de su trayectoria, por coautorías que conjuntaron esfuerzos de investigadores extranjeros de diferentes nacionalidades, pares nacionales y estudiantes de la primera generación del Posgrado en Astronomía como puede observarse en el Esquema 7; al respecto la científica comenta:

Los grupos en que he participado, han definido mi trabajo porque es una manera que la consideraría mucho más interesante de trabajar en colaboración con alguien, en esta lluvia de ideas, de esto no va a funcionar por esto, esto si puede funcionar o vamos a intentarlo, a mí se me ocurre o a la otra persona se le ocurre, esa interacción para mí ha sido fundamental, a mí me gusta más discutirlo. Cuando regresé a México además tuve la suerte de tener colegas que en particular como el doctor Cantó, era muy afín en cuanto a mi área, he trabajado con un colega en Chile [el doctor Guido Garay] y como él es observador, lo que hemos hecho es proponer observaciones

de algunos fenómenos que me interesa buscar y cuando alguien observa tiene que reducir los datos, eso es parte de la observación, una vez lo hice y me pareció que es difícil producir datos, se requiere mucha experiencia entonces él hace esa parte y luego le pido los resultados y veo que significa eso. He trabajado con colegas fuera de México, con el caso de Jorge Cantó es más por videoconferencia, llenamos pizarrones de ecuaciones tratamos de ver si son ciertas; con colegas de Estados Unidos tengo también interacción y nos reunimos, discutimos proyectos o también en Europa tengo otros colegas y luego, cada quien se va a su casa, trata de avanzar y nos mandamos todo por correo electrónico, el correo electrónico es una herramienta fundamental de trabajo, creo que tuve las mejores condiciones para trabajar (CRyA-UNAM).

Esquema 7. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en Formación Estelar



Fuente: Bartolucci, 2000; Entrevistas (CRyA-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

La línea punteada pretende destacar a dos científicos connotados del país, maestros de la doctora Lizano, con un vínculo e influencia en su trayectoria, que se encontraban en el Instituto de Astronomía a su regreso, pero con quienes no publicó.

El esquema anterior pretende mostrar la red de investigadores con quienes conservaba una relación a su regreso y fundamentalmente aquéllos con quienes mantuvo una productividad científica consistente en el ínterin del doctorado a su regreso a México, donde se articulan capitales científicos de investigadores de diferentes nacionalidades, generaciones y áreas de trabajo; maestros y alumnos en

“configuraciones de identificación colectiva”, que en “juegos de relaciones de filiación”, construyeron nuevas “formas de practicar el trabajo científico” (Kreimer, 2003).

Su productividad científica que puede observarse en la Tabla 5 generada desde antes de su regreso a México, particularmente expresada por los resultados publicados en revistas indexadas a través de su trabajo de experimentación con ecuaciones que crea y recrea en equipos de cómputo de primera generación para la construcción de modelos que explican y predicen fenómenos de frontera en su área, le abrieron un lugar en la producción astronómica en el campo de la Formación Estelar.

Tabla 5. Productividad en su regreso a México

Años	Distinciones	Apoyos CONACYT	Artículos Publicados	Capítulos Publicados	Docencias	Estancias Investigación	Experiencia Profesional	Tesis Dirigidas	Congresos
1986	2					Maestría Berkeley			1
1987			4						2
1988	SNI III		6			Doctorado Berkeley	Asociado C		
1989			4			Primer Posdoctorado Arcetri			5
1990			1			2	Asociado C		3
1991	1		1			4	Titular A		
1992			1			1			
1993			2			1		2	2
1994		1	4			1	Titular B		
1995			5			1			
1996	2 Premio AMC	1	2	1				1	
1997			1		1				
1998	1	1	5			2			
Total	7	3	36	1	1	13		3	13

Fuente: Entrevistas (CRyA-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

No obstante los retos que enfrentó al dedicarse a la Astrofísica Teórica como cualquier otro de sus colegas, en un país como México, con dependencia para tiempos de observación en telescopios internacionales o arreglos de antenas de alta definición, en una fuerte competitividad por la muy restringida fracción de tiempo internacional o de tiempo abierto de instalaciones internacionales de radio, una infraestructura astronómica nacional con dificultades para sobreponerse al rezago y a las necesidades de la creciente comunidad astronómica nacional de ese tiempo y mantenerse en la frontera del conocimiento (Aretxaga, 2008; Bartolucci, 2000), la doctora Lizano, logró posicionarse en discusiones de frontera con una producción de conocimiento que ganó el reconocimiento internacional. A través de su narrativa cita:

Uno tiene que mantenerse al día en las cosas que están sucediendo, tiene que saber ¿cuáles son los problemas de frontera que la gente está atacando?, a veces, es un problema que la gente no se ha fijado, pero resulta que es importante, creo que hay que

tratar de hacer el trabajo muy bien hecho y luego estar muy al tanto de ¿Cuáles son las nuevas observaciones? ¿Cuáles son los nuevos resultados?, es difícil en este campo en particular estar muy aislado sin tener información de lo que se observa. Pero si uno, no sabe que ya detectaron estas cosas, si uno no sabe qué magnitudes tiene, pues no se plantearía estas preguntas, hay que estar al tanto de lo que los observatorios están encontrando, muchas veces los modelos mismos. La ciencia en Astronomía evoluciona muy rápidamente y uno podría escribir un libro y los resultados cambiarían muy pronto, los artículos son resultados nuevos, importantes que se pueden aplicar o no a distintas cosas y hay otras observaciones, otros telescopios que encuentran cosas nuevas, otras teorías que avanzan y los cambios se dan muy rápido, siempre que se llega a los resultados finales, esos, un año después han cambiado o hay telescopios más potentes, creo que es eso, lo que hace que el campo se mueva más rápido, se mueva más en artículos que en libros (CRyA-UNAM).

Para fines de los noventa, la doctora Lizano ya ocupaba un lugar reconocido en la producción astronómica nacional; a este respecto, Bartolucci ofrece algunas precisiones de la situación de los grupos de investigación en la astronomía mexicana y cita:

Los grupos pioneros de la Física en México, salvo contadas excepciones eran teóricos. Con el paso del tiempo, la astronomía mexicana logró un mejor balance entre astrónomos teóricos y observacionales. Otros grupos teóricos en áreas como la dinámica estelar se han consolidado. En la actualidad, tres grupos diferentes estudian teóricamente el medio interestelar y todos cuentan con amplio reconocimiento nacional e internacional. [...] Otros astrónomos mexicanos que han trabajado exitosamente en el campo de la formación estelar son Carlos Chavarría, Irene Cruz González, Alain Chelli, Miguel Roth, Mauricio Tapia, José Franco y Susana Lizano (2000: 291).

En los años de su regreso, dos situaciones tuvieron efectos importantes en su trayectoria; la primera, referida a la intensa actividad que desarrolló entre 1991 y 1998 dio lugar a una productividad científica que inició con planos de reconocimiento por la propia UNAM (PRIDE Nivel D 1991, distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos en el Área de Ciencias Exactas 1996); el Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III 1998); la Academia Mexicana de Ciencias (Premio de Investigación Científica 1996, Premio Weizmann 1991 por la Tesis Doctoral de una de sus primeras estudiantes de posgrado), continuando con su proyección en el extranjero

por la beca John Simon Guggenheim (1998) y la publicación de su artículo “Compact protoplanetary disks in a binary system in L1551” (1998) en *Nature*, que no habría de ser la única en esta revista (Entrevistas, 2011; CVU-Conacyt, 2011; AMC, 2011; IA-UNAM, 2011); la segunda situación, remite a su participación con un grupo de astrónomos que impulsaron la creación del Centro de Radioastronomía y Astrofísica, situado al suroeste de Morelia, Michoacán. Este proyecto lo refiere la doctora Lizano como de particular importancia en la definición de su trayectoria; al respecto afirma:

Lo que ha sido importante y también definió globalmente mi trayectoria fue venimos a Morelia, un grupo de astrónomos de México nos venimos a Morelia y realmente iniciamos el campus, un grupo de matemáticos fueron los primeros en llegar, un grupo de ecólogos y somos los que iniciamos el campus de la UNAM. Todo esto que ves ahora no existía. Este proyecto ha sido muy importante porque es creación de infraestructura y tuve la oportunidad de participar, ha sido un trabajo muy intenso. Creo que la diferencia de vivir en México a vivir en un país desarrollado, tiene que ver con el que uno esté o no esté; que uno esté aquí trabajando mientras que en EUA hay tanta gente, tantas posibles personas que puedan reemplazarla a uno, que da igual si uno está o de repente ya no hace Astronomía y que importa. El caso de México, digo no es por sentirse importante sino simplemente porque entonces queríamos desconcentrar la astronomía en México, incidir en el Occidente pensando en esta idea de que tenía que haber más astrónomos en distintos lados y que esto iba a ser útil, digo socialmente iba a haber un impacto importante. Nos venimos para acá y ahora ves estos edificios que parece que llevan mucho tiempo pero no, estuvimos empujando, gestionando los recursos para que se hiciera. Ahora este es un Centro del cual, he sido directora cuatro años y ahora queremos que se transforme en instituto (CRyA-UNAM).

4. Con la continuidad del esfuerzo: el caso en Neuroendocrinología Molecular

La doctora Clapp regresó al país después de una estancia posdoctoral por tres años en la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos, en la División de Anatomía y Fisiología, específicamente en el laboratorio del doctor Charles S. Nicoll (Universidad de California, 2011); esta experiencia de formación científica se caracterizó, por tres rasgos fundamentales: por ser un sitio de excelencia en investigación en Prolactina, por las revisiones exhaustivas de frontera en problemas del campo y por la posibilidad de colaboración con otros grupos de investigación que se encontraban trabajando en el mismo horizonte (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

Ella regresó a México, a) con una posición laboral en la UNAM como investigador titular de tiempo completo adscrita al Departamento de Fisiología del IIB, b) Instituto que para 1989, año de su regreso, era ya reconocido por la formación de una importante escuela de neurobiología debido a su intensa productividad, generación de conocimiento y grupos de trabajo, así como por la formación de investigadores (Lomnitz, 1991), c) con una relación de producción científica con su maestro durante el posgrado, el doctor Flavio Mena, con quien continuó publicando aún permaneciendo en el extranjero, y d) contando con el apoyo de Conacyt desde su estancia posdoctoral para este proyecto de investigación básica, que en este momento de su trayectoria se ocupaba del estudio en el fragmento de Prolactina 16K como un antiangiogénico específico (CVU-Conacyt, 2011), esto marcó el inicio de una continuidad en financiamiento de su línea de investigación hasta la actualidad. De su ingreso como investigadora a la UNAM, la doctora Clapp precisa:

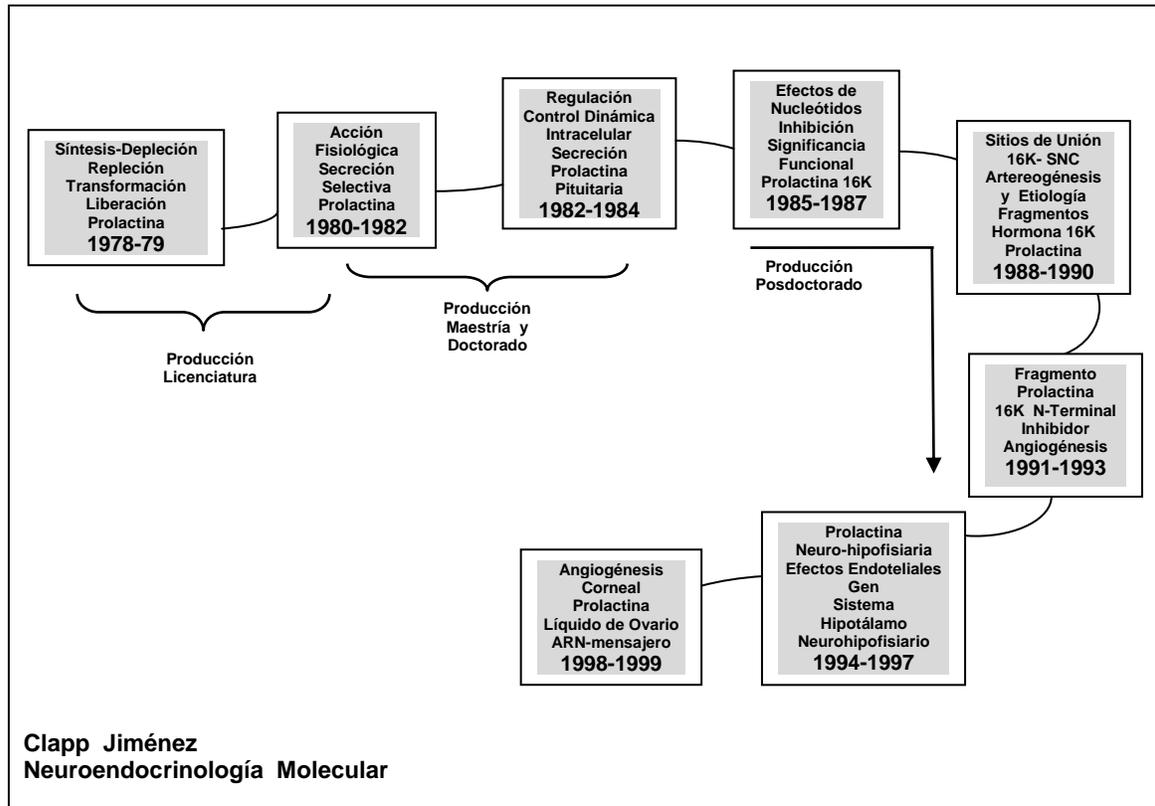
Soy investigadora de la UNAM desde 1985, cuando fui contratada por el Instituto de Investigaciones Biomédicas, específicamente trabajé en el Departamento de Fisiología, que tuvo la iniciativa de independizarse para formar el Instituto de Neurobiología de la UNAM (INb-UNAM).

Con su regreso a México se generó la apertura y construcción de investigación en el campo de la Prolactina y Angiogénesis, la cual inició por aportar conocimiento a partir del posdoctorado en la Significancia funcional del fragmento de Prolactina 16K como antiangiogénico específico. En este caso, el conocimiento científico construido en el extranjero por la doctora Clapp, remite a lo que Ledesma-Mateos describe como los fenómenos complejos que involucran operaciones de traducción e implican “ajustes, adecuaciones, movilizaciones a ciertas ideas y fusiones de intereses” (2009: 17) para dar impulso a una intensa actividad experimental que permitiera, en su caso, el desarrollo de la línea de investigación a través de la problematización del conocimiento científico en su contexto local, el interesamiento en sus dispositivos para establecer convenios y, la asociación y la movilización de interlocutores representativos (Ledesma–Mateos, 2009).

En este recorrido de su trayectoria continuó con un fuerte impulso en su productividad científica que, a su regreso, se concentró en una intensa actividad experimental sobre los sitios de unión del Fragmento 16K de Prolactina en el Sistema Nervioso Central, su relación con la Artereogénesis y su etiología, sus Efectos

endoteliales, su relación con el Sistema Hipotálamo Neurohipofisiario, así como sus implicaciones en la Angiogénesis ocular y en el ovario; secuencia que puede observarse en el Esquema 8 (Entrevista, 2011; CVU-Conacyt, 2011). Esta continuidad del esfuerzo en el campo de la Prolactina y ya en su propia línea de investigación, marcó el desprendimiento progresivo de la producción científica con su maestro el doctor Flavio Mena.

Esquema 8. Inicio y desarrollo de la línea de investigación



Fuente: Entrevista (INb-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

Tras su regreso a México, el trabajo de la doctora Clapp transitaba por la caracterización biológica e inmunológica del Fragmento 16K de Prolactina y tuvo un intenso desarrollo de actividad experimental durante los siguientes nueve años, de 1989 a 1998, profundizando en los efectos diferenciales e inhibitorios de los fragmentos de esta hormona, trabajo que progresivamente fue orientándose cada vez y con mayor especificidad al campo de la Angiogénesis, lo cual dio lugar a una intensa publicación de artículos durante este periodo, concentrados en la Tabla 6, y que muestran el curso de producción científica de la línea de investigación. De este trabajo la doctora Clapp refiere:

El campo de la Angiogénesis es muy vasto, el originador de este campo fue el doctor Judah Folkman ya murió y lo desarrolló ligado al cáncer, proponiendo que el crecimiento y dispersión (metástasis) de los tumores depende del crecimiento de nuevos vasos sanguíneos a partir de vasos que ya existen, Angiogénesis. Curiosamente los fragmentos de Prolactina fueron los primeros ejemplos de una gran familia de péptidos con propiedades inhibitorias de la Angiogénesis que se activan por proteólisis. Nosotros hemos propuesto que el hecho de que estos péptidos deriven de una hormona, asegura su presencia a través de todo el cuerpo y es uno de los mecanismos por los cuales la Angiogénesis se encuentra inhibida en la mayoría de los tejidos durante la vida adulta (INb-UNAM).

Tabla 6. Artículos publicados en continuidad de la línea de investigación en Prolactina

Año	Artículos Publicados	Revista	Autores
1989	Binding studies with intact rat prolactin and a 16K fragment of the hormone	<i>Endocrinology</i>	Clapp, Sears, Nicoll
1989	Differential effects of TRH on in vitro release of in vivo or in vitro newly synthesized and mature PRL by lactating rat adenohypophyses: further evidence for a sequential pattern of hormone release	<i>Neuro Endocrinology</i>	Mena, Clapp, Aguayo, Martínez de la Escalera
1989	Regulation of PRL secretion by dopamine and TRH in lactating rat adenohypophyses: influence of intracellular age of the hormone	<i>Endocrinology</i>	Mena, Clapp, Aguayo, Morales, Grosvenor, Martínez de la Escalera
1990	Related stimulatory and inhibitory effects of suckling regulate lactation in rabbits	<i>Physiology and Behavior</i>	Mena, Clapp, Martínez de la Escalera
1990	Prolactin and propranolol prevent the suckling induced inhibition of lactation in rabbits	<i>Physiology and Behavior</i>	Mena, Clapp, Aguayo, Martínez de la Escalera
1991	Stimulatory and inhibitory effects of suckling on milk secretion	<i>Endocrine Regulations</i>	Mena, Clapp, Aguayo, Morales, Martínez de la Escalera
1991	The 16K fragment of prolactin specifically inhibits basal ORFGF stimulated growth of capillary endothelial cells	<i>Endocrinology</i>	Ferrara, Clapp, Weiner
1992	Specific, high affinity, saturable binding site for the 16KD fragment of prolactin on capillary endothelial cells	<i>Endocrinology</i>	Clapp, Weiner
	A specific, high affinity, saturable binding site for the 16KD fragment of prolactin on capillary endothelial cells	<i>Endocrinology</i>	Clapp, Weiner
1992	Changes in molecular variants during in vitro transformation and release of prolactin by the pituitary gland of the lactating rat	<i>Endocrinology</i>	Mena, Hummlet, Aguayo, Clapp, Martínez de la Escalera, Morales
1993	The 16 KDA N-Terminal fragment of human prolactin is a potent inhibitor of angiogenesis	<i>Endocrinology</i>	Clapp, Martial, Rentier-Delrue, Guzmán, Weiner
1994	Dopamine escape potentiation of prolactin release involves the activation of calcium channels by protein kinases A and C	<i>Endocrine</i>	Hernández, Torner, Clapp, Martínez de la Escalera
1994	Prolactin gene is expressed in the hypothalamo neurohypophyseal system and the protein is processed into a 14KDA fragment with 16K prolactin-like activity	<i>Proceedings of the National Academy of Science</i>	Clapp, Torner, Gutiérrez, Alcántara, López, Nagano, Kelly, Mejía, Morales, Martínez de la Escalera
1995	Histamine directly stimulates gonadotropin releasing hormone secretion from GT11 cells H1 receptors coupled to phosphoinositide hydrolysis	<i>Endocrinology</i>	Noris, Hol, Clapp, Martínez de la Escalera
1995	Immunoreactive prolactins of the neurohypophyseal system display actions characteristics of prolactin and 16K prolactin	<i>Endocrine</i>	López-Gómez, Torner, Mejía, Martínez de la Escalera, Clapp
1995	A 14 KDA prolactin like fragment is secreted from the hypothalamoneurohypophyseal system of the rat	<i>Endocrinology</i>	Torner, Mejía, López-Gómez, Quintanar, Martínez de la Escalera, Clapp
1996	The catecholaminergic stimulation of gonadotropin releasing hormone release by GT11 cells does not involve phosphoinositide hydrolysis	<i>Life Science</i>	Trueta, Saigado, Clapp, Martínez de la Escalera
1997	Differential effects of BFGF, EGF, TGFA and IGFI on a hypothalamic GNRH neuronal cell line	<i>Journal of Neuroscience Research</i>	Ochoa, Domenzain, Clapp, Martínez de la Escalera
1997	Prolactins: novel regulators of angiogenesis	<i>News in Physiological Sciences</i>	Clapp, Martínez de la Escalera
1997	Immunoreactive prolactins colocalize with vasopressin in neurons of the hypothalamic paraventricular and supraoptic nuclei	<i>Neuro endocrinology</i>	Mejía, Morales, Zetina, Martínez de la Escalera, Clapp

1998	Inhibition of urokinase activity by the antiangiogenic factor 16K prolactin activation of plasminogen activator inhibitor 1 expression	<i>Endocrinology</i>	Lee, Struman, Clapp, Martial, Weiner
1998	Expression of PRL mRNA and of prolactin-like proteins in endothelial cells. Evidence for autocrine effects	<i>Journal of Endocrinology</i>	Clapp, López-Gómez, Nava, Macotela, Torner, Corbacho, Acosta, Dueñas, Martínez de la Escalera

Fuente: CVU-Conacyt (2011)

Su productividad cobró un fuerte impulso durante este periodo expresado fundamentalmente, por una parte, en la publicación de artículos en revistas indexadas de reconocimiento internacional, por otra, en su intensiva y ardua presentación de trabajos en congresos, producto de la consistente actividad experimental; lo cual puede identificarse en la Tabla 7.

Tabla 7. Productividad en su regreso a México

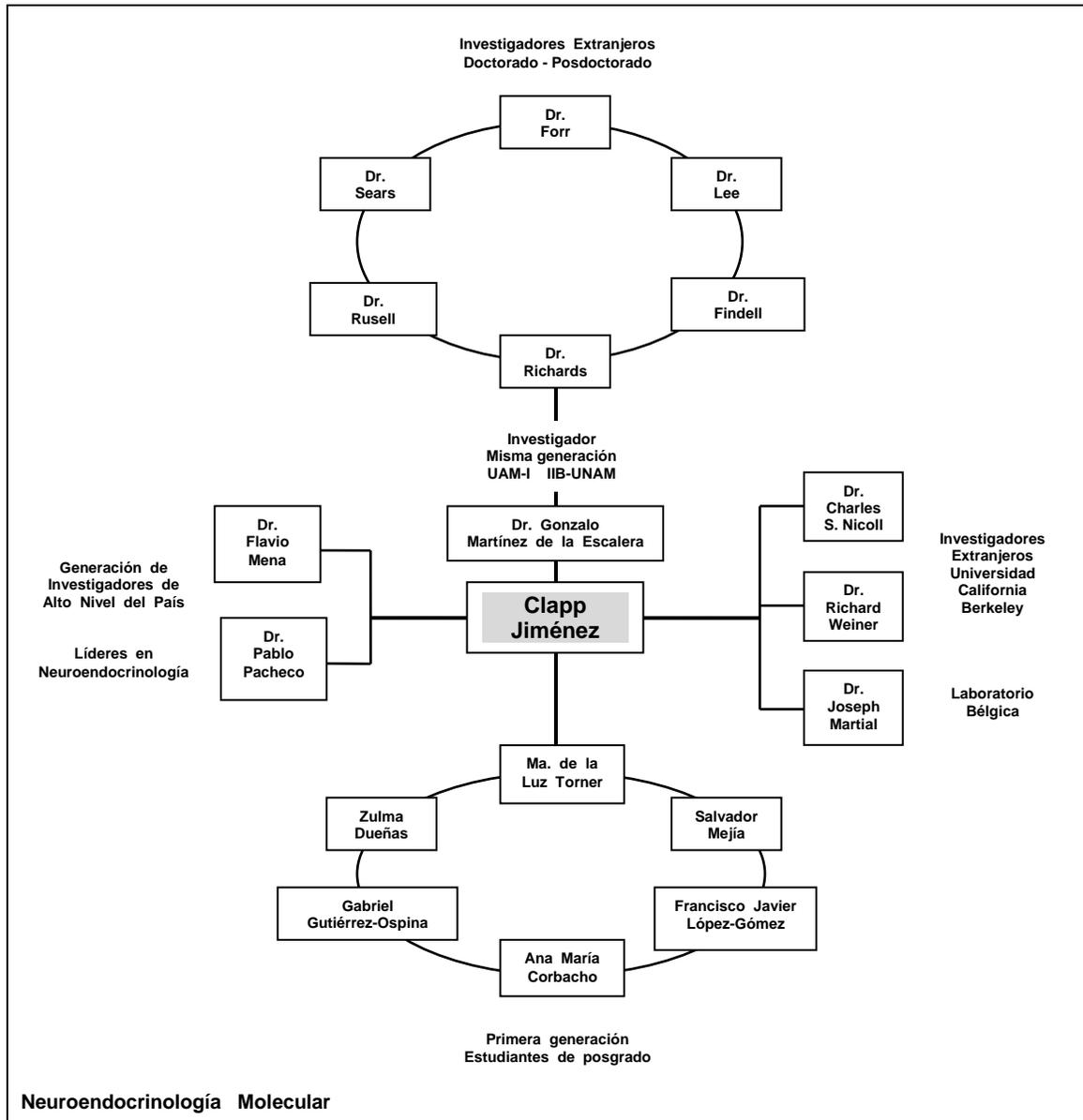
Años	Distinciones	Apoyos y Proyectos CONACYT	Artículos Publicados	Capítulos Publicados	Libros	Docencias	Estancias Investigación	Experiencia Profesional	Tesis Dirigidas	Congresos
1978	1		1							1
1979										4
1980										6
1981			1							3
1982			3	1						2
1983	1						Maestría México			3
1984	1		1	1			Doctorado México	Asoc C		6
1985	1		1	1			Posdoctorado Berkeley			3
1986			2							2
1987			3							4
1988	1	1	1	2		1		Titular A		11
1989	1		3							2
1990		1	2							7
1991	1		2	2		1				3
1992	1	2	3			2				7
1993	5 SNI I SNI II	1	1	2	1		Francia		1	8
1994	1		2					Titular B		9
1995	2 Premio AMC	1	3						2	14
1996			1						1	6
1997	1	2	3			1		Titular C	2	11
1998	1		2						1	6
TOTAL	18	8	35	9	1	5			7	118

Fuente: Entrevista (INb-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

Durante estos años llama la atención la sólida relación establecida con un conjunto de investigadores con los cuales sostuvo una continuidad en las coautorías. Esta red, que se aprecia a partir de los artículos publicados en este tiempo y puede observarse en el Esquema 9, convoca, por una parte, a sus maestros, científicos de prestigio y líderes en su campo con quienes se formó en México durante el posgrado y de quienes fue desprendiéndose a partir de la constitución de su propia línea de investigación; por otra parte, considera a los jefes de laboratorio de la Universidad de California donde realizó el posdoctorado así como a investigadores extranjeros de los

grupos que se encontraban trabajando en el mismo horizonte de producción científica y se integra una primera generación de estudiantes de posgrado bajo su dirección.

Esquema 9. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en formación



Fuente: Entrevista (INb-UNAM, 2011) y CVU-Conacyt (2011)

En esta relación, ocupa un lugar particular el doctor Gonzalo Martínez de la Escalera, colega y esposo, con quien ha compartido intereses científicos, lo cual ha implicado una amplitud del trabajo en laboratorio y ha potencializado su productividad. A este respecto la doctora Clapp afirma:

Con Gonzalo Martínez de la Escalera, somos muy respetuosos, cada quien tiene su línea de trabajo, pero hemos podido interactuar estupendamente desde el punto de vista conceptual y compartiendo recursos, experiencias y eso nos ha potencializado muchísimo, sin tener esa cuestión de competencia, lo aprendimos a trabajar bien con Flavio Mena (INb-UNAM).

Esta primera red convocada por la doctora Clapp a partir de la apertura de su línea de investigación y la consistencia que se aprecia en la lista de autores en la Tabla 6, muestra uno de los rasgos apropiados en su formación científica durante la licenciatura, época de la que data esta convicción: “no importa quienes participen, lo importante es que el trabajo sea el mejor, la mejor calidad y en el menor tiempo posible, todos los que faciliten eso, bienvenidos a nuestro trabajo” (Entrevista, 2011).

Situaciones de contexto institucional como el apoyo con recursos humanos y financieros, la comprensión al quehacer de investigación científica, pares que motivan y son ejemplo de trabajo, la valoración de los científicos por la propia institución, coexistieron como soporte a la productividad científica y hoy, retrospectivamente, son valoradas y reconocidas por la doctora Clapp; en este sentido, señala:

La UNAM realmente la considero mi casa, es un oasis en este país, es una institución extraordinaria, no dejo de admirarla, es un privilegio formar parte de esta universidad, siempre hemos tenido el enorme apoyo y no se diga con la creación de este instituto. Los colegas fueron verdaderamente extraordinarios, el doctor Mena, el doctor Carlos Arámburo, cuya extraordinaria capacidad y vocación de servicio ha sido reconocida por su nombramiento como Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM. Mi éxito, mi compromiso, fue en gran medida inspirado por el ejemplo del doctor Arámburo. Tuvimos siempre mucha comprensión, he tenido muy buenos apoyos, los investigadores en México debemos buscar nuestro propio nicho y creo que tenemos más de lo que en muchos otros lados se tiene y hay que tener la energía y la intensidad de trabajo para hacer rendir estos apoyos (INb-UNAM).

Justamente es en este tiempo de su regreso a México, mientras transita en la apertura de su propia línea de investigación, que es aprobada por el Consejo Universitario en 1993 la creación del entonces Centro de Neurobiología que desde su inicio se pensó en una sede fuera de la ciudad de México y fue construido entre 1995 y 1997 (UNAM, 2007a: 48-49). Aproximadamente en este tiempo un grupo de investigadores pertenecientes al Departamento de Fisiología que hasta entonces se ubicaba en el Instituto de Investigaciones Biomédicas en Ciudad Universitaria, se

trasladó a Querétaro para iniciar con este proyecto, la doctora Clapp forma parte del grupo fundador de este centro y el acontecimiento resulta de importancia, porque marcó la oportunidad de iniciar con un laboratorio propio para el desarrollo de su línea de investigación.

Entre acontecimientos nacionales, institucionales y su continuo esfuerzo, el impacto de su productividad científica en este periodo inició con planos de reconocimiento por la UNAM (Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 1995), el SNI (Nivel I 1984-1993, Nivel II 1993-2002), la AMC (Premio de Investigación en el Área de Ciencias Naturales 1995), la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (Premio Canifarma 1993) para proyectarse al extranjero y recibir las primeras distinciones como Conferencista invitado por The Endocrine Society, Gordon Research Conferences on Prolactin 1988, Biotechnology Career Fellowship por The Rockefeller Foundation 1989-1991 y 1991-1994, el IX Congreso Internacional de Endocrinología Niza, Francia 1992 y por la XIII Reunión Anual de la Asociación Latinoamericana de Investigaciones en Reproducción Humana 1993; recibir el nombramiento Senior Scientist Fellowship por el Ministère de la Recherche et de la Technologie 1993, el Premio Guggenheim Fellowship por The John Simon Guggenheim Memorial Foundation 1994 y la distinción International Research Scholar por The Howard Hughes Medical Institute 1995 (CVU-Conacyt, 2011; INb, 2011).

En los tres casos, una condición fundamental de sus trayectorias al regreso de su primer posdoctorado en el extranjero, fue su situación laboral asegurada en centros de investigación de la UNAM. Esto fue fundamental para dar soporte a la construcción de la línea de investigación bajo las expectativas de la institución y la productividad en redes que lograron establecer en el extranjero.

CAPÍTULO 5 UNA TRAYECTORIA QUE PRODUCE EFECTOS: LA CONSOLIDACIÓN

1. Introducción: un alto nivel en investigación científica y vinculación internacional

El análisis de este capítulo se sitúa en una tercera configuración identificada en las trayectorias de las científicas mexicanas, acontecida entre 1999 y 2010, en la cual fue posible distinguir una participación en la comunidad científica nacional e internacional, en las que fueron reconocidas en su campo de investigación como un polo de saber, con una producción de conocimiento de frontera, una práctica científica experta, plena independencia, libertad, liderazgo y una gestión para el financiamiento e inversión en investigación científica que trasciende el plano nacional, a partir de los logros sostenidos y los resultados expuestos.

El análisis da cuenta de una reconfiguración de los elementos de formación científica integrados en los años anteriores, una articulación en la producción de conocimiento en redes y circuitos de producción científica, la participación en discusiones para la toma de decisiones en la definición de estrategias de desarrollo científico a nivel institucional, nacional, regional e internacional.

En este periodo de aproximadamente 11 años, construyeron un fuerte currículum, una capacidad importante para la formación de recursos humanos de alto nivel, una solidez en el conocimiento producido y para generar nuevas ideas, un reconocimiento de científicos e instituciones de carácter internacional de prestigio, logrando comunicación externa en el marco de las redes que fueron construyendo por lo menos dos décadas atrás; en una firme consolidación de sus líneas de investigación (Hamui Sutton, 2010a).

Interesa dar a conocer los elementos y circunstancias articulados en este recorrido de su trayectoria y que implicaron la integración de procesos de reorganización, negociación y apropiación en una profesión que coinciden en señalar como compleja.

En el estudio de sus trayectorias fue posible identificar:

Uno

Un esfuerzo sostenido en la producción científica, situado en nuevas condiciones de instrumentación de su campo, como señala Pérez Tamayo (2005) entre nuevas

tensiones para el logro de la continuidad en financiamiento, una estructura de una comunidad virtual, la validación de canales reconocidos de participación científica que se reconfiguraban y la construcción de proyectos diversos de vinculación internacional, todo ello como contexto de su práctica científica durante estos años.

Dos

Una vinculación y dinamismo entre actividad experimental-publicación-congresos, expresada en una intensa y prolífica publicación de artículos, la cual da cuenta de: la profundidad y especialización en construcción de la línea de investigación, una movilidad en los participantes con los que se realiza la producción escrita en revistas indexadas de reconocimiento internacional, principalmente con investigadores eméritos nacionales y extranjeros con los cuales existe un vínculo que trasciende el plano académico.

Tres

La participación en diversos escenarios con impacto nacional, regional e internacional en distintos proyectos, instituciones de educación superior, centros de investigación, desarrollando diferentes responsabilidades académicas, todas ellas relacionadas con la investigación científica y su campo de investigación.

Cuatro

Lograron una forma y lógica propia en la construcción de conocimiento por la vía de la experimentación y la construcción de un nicho propio de investigación que trasciende el espacio físico en el que desarrollan su práctica científica, formando grupos sólidos con madurez científica y reconocimiento internacional desde los cuales promueven la educación superior y la investigación científica.

Cinco

Su producción científica en diferentes planos, su gestión y la forma de desarrollar estrategias para continuar manteniendo una producción sostenida, planteando las condiciones de frontera, una continuidad en formación de recursos humanos de alto nivel que dieron origen a líneas nuevas de investigación (Hamui Sutton, 2010a), el logro de patentes, como en el caso de la doctora Bravo, y formar parte de grupos de científicos fundadores que promovieron la creación de polos de desarrollo científico,

como en los casos de las doctoras Lizano y Clapp, les otorgó un respeto académico, reconocimiento disciplinario e institucional como líderes en su campo.

Seis

El reconocimiento a su labor, trajo el otorgamiento de premios y distinciones por su notable producción científica que, si bien implicaron una mejora en las condiciones laborales, en sistemas de evaluación y reconocimiento así como en su posición en la comunidad científica nacional e influyeron en el financiamiento para continuar sus proyectos de investigación, también trajeron nuevas responsabilidades y compromisos a nivel nacional e internacional, que demandaron una reorganización en su dedicación plena a la investigación científica.

A continuación se presentan, caso por caso las condiciones y circunstancias que aparecen como centrales desde su perspectiva y marcaron la consolidación de sus trayectorias.

2. Cada vez que resuelves una pregunta, surgen nuevas

El trabajo sobre una familia de bacterias abrió una veta de investigación en su itinerario por estos 11 años a través de un esfuerzo sostenido, mostró una creciente complejidad, especialización y profundidad, logrando hasta ahora, la etapa de mayor productividad en la trayectoria de la doctora Bravo como puede observarse en la Tabla 8. El tema de investigación no tan sólo avanzó en complejidad, profundidad y especialización sino que se diversificó por el estudio de la variedad de cepas de *Bacillus Thuringiensis*, la creación de toxinas genéticamente modificadas -Toxinas Cry- y mejoró sus alcances en investigación aplicada; logrando reconocimiento disciplinario e institucional en la comunidad científica nacional e internacional como experta en su campo. Al respecto la doctora señala:

Tengo veinte años de trabajar con el mismo tema, es una bacteria que mata insectos y hemos ido aprendiendo cómo funciona, así hemos visto que estas bacterias, no es una bacteria, son muchas bacterias que tienen toxinas un poco diferentes cada una, entonces ¿Cuáles son las diferencias entre todas estas toxinas? unas matan un tipo de insectos, otras matan otros, todo esto nos ha llevado a armar una montaña de datos y posicionarnos donde estamos ahorita. Realmente este grupo aquí, es uno de los grupos más importantes a nivel mundial en el estudio de esta bacteria y me

reconocen y me invitan a muchos lugares; no es mi trabajo, no lo considero mío, es de todos los que estamos aquí; de este grupo. Y todavía tengo más ideas, cada vez que resuelves una pregunta, que te contestas algo, que aprendes algo nuevo, surgen nuevas y es por eso que se va construyendo cada vez conocimiento, el conocimiento siempre va creciendo, no se acaba, nunca dejas de aprender; la investigación no termina. Ahorita este año, justamente a final de junio voy a ir a un Congreso a Noruega, donde me invitan para que hable de la toxina que investigo, ese congreso se llama European Toxins, vamos a hablar de muchas toxinas; cada quien es especialista en una toxina diferente (IBt-UNAM).

Tabla 8. Productividad de 1999 a 2010
Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas

Años	Distinciones	Apoyos y Proyectos CONACYT	Artículos Publicados	Capítulos Publicados	Libros	Difusión Divulgación	Docencias	Estancias Investigación	Situación Laboral	Participaciones en Congresos	Tesis Dirigidas
1983							1				
1984		1						Reino Unido			
1985	1									1	
1986								Maestría			
1987											
1988	1		2	2						3	
1989	2		1				1	Doctorado	Asoc. B/C		
1990	1	1	1				1	Posdoc Bélgica		2	
1991	1	1				1	1				
1992	SNI I	1	6			3				4	
1993	1		2				4		Titular A	1	
1994	2	1	2	3			1			2	
1995		1	4	2			2	Francia			
1996	2		5	1			3		Titular B		
1997			6	1		1	2			Coordina Reseña de Congreso Internacional EUA	
1998	4 Premio AMC SNI II	1	3			1	9			3	
1999	4	1	2				4			8	
2000	3		2	1			1		Titular C	6	
2001			5	2			4			4	
2002	2	1	9			1	3				
2003	4	1	3	3			3			1	
2004	7 SNI III	2	6	4	1		5				
2005	6		5	2	2	1	4				1
2006	3	3	12	1		1	2				1
2007	3		8				5				2
2008	2	2	7	5		1	3				
2009	3	2	11	1		1					
2010	1	2	5			1	1				2
TOTAL	54	21	107	28	3	12	64	3	5	186	28

Fuente: IBt-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011).

(*) Al consultar el CVU en la plataforma de Conacyt; aparecen 150 ponencias sin el dato del año en que fueron presentadas; únicamente se citan los títulos de los trabajos, el nombre del congreso y el país donde fue presentado.

(**) 22 tesis dirigidas pueden ser identificadas por el título, el nombre del estudiante, pero no aparece la fecha de obtención de grado en el momento en que se consultó el CVU. Solamente fue posible identificar los nombres de los estudiantes y su relación en las coautorías de los artículos publicados en ciertos periodos.

Una intensa y prolífica actividad experimental realizada en el laboratorio bajo su liderazgo, a partir de nuevas ideas y preguntas en el continuo aprendizaje con otros, en nuevas técnicas -utilización de la electroscopia de fluorescencia, avances en la espectroscopia de fluorescencia, microdominios de membranas, aplicaciones de manipulación genética en plantas, medición de canales iónicos, por citar algunas-, necesarias y pertinentes respecto de los hallazgos del propio proceso de investigación, hicieron posible controles más estrictos y exactos, los cuales fueron el fundamento de resultados discutidos con pares, expuestos en congresos y publicados en revistas internacionales indexadas, previamente seleccionadas. En un trabajo en el laboratorio con plena libertad e independencia, apoyándose en los hallazgos de pares y situando el foco de la investigación en los mecanismos de defensa y resistencia de insectos, trajeron como fruto, la concreción en investigación aplicada que dio lugar a patentes. En este sentido la doctora refiere:

Leo mucho de otras toxinas y de lo que aprendo, lo puedo extrapolar a la que trabajo porque los efectos pueden ser similares y hacer cosas mejoradas que puedan servir. Las toxinas con las que estamos trabajando les revienta el intestino, pero el insecto se puede volver resistente, por mutaciones, se generan poblaciones resistentes a los insecticidas químicos y también a la toxina con que trabajo y uno lo puede crear en el laboratorio inclusive, los alimentas con toxina y matas a casi todos al 90 por ciento te quedas con el 10 por ciento que resistieron y después de 15 o 20 veces de repetir ese ciclo, te quedas con una población de insectos que son sumamente resistentes, aguantan muchísimo más la toxina que los originales con los que empezaste; la pregunta es ¿Por qué se volvió resistente? ¿Qué le cambió? a lo mejor ya no tiene esa proteína que había encontrado y empiezas a preguntar, a entender por qué se volvieron resistentes y a través de saber cómo se vuelven resistentes, ahora puedo hacer cosas a la toxina para que mate al resistente, entonces la toxina la modifico. Si esta región es la que interacciona con el receptor, ahora la cambio y va a interaccionar con otro receptor y puede volver a matar. Hemos logrado tener la misma toxina con modificaciones muy, muy pequeñas y logramos matar a los que se volvieron resistentes, no tenemos que buscar nuevas toxinas en el campo, porque buscar toxinas nuevas en el campo es mucho trabajo. Para aprender eso necesitamos años de investigación y lo que hicimos es sustraer. Lo que leíste, es que le quitamos un pedacito y al quitar ese pedacito fue suficiente para que ahora volviera a matar a los resistentes, esto fue realmente muy, muy importante poder volver a matar a los resistentes con lo mismo, no tienes que desarrollar nuevos productos a fuerzas, si el mismo lo puedes manipular y ahora modificarlo para volverlo más potente. Ahora estamos generando más insectos resistentes, haciendo más

modificaciones, probando otras toxinas diferentes. Y ahora queremos que el insecto se lo coma y la toxina mezclarla con las cosas que les gustan a los insectos; el propósito es que el insecto se lo coma, pero para poder saber ¿Qué es lo que el insecto come? tengo que trabajar contra el insecto (IBt-UNAM).

En el campo de la Biotecnología en el país, pares nacionales como el doctor Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich²⁸ se han referido a la investigación científica de la doctora Bravo como uno de esos círculos virtuosos de la competitividad.

Otro ejemplo nos lo dan los doctores Alejandra Bravo y Mario Soberón. Ellos han trabajado, con *Bacillus Thuringiensis*. La importancia de las toxinas de este bacilo, las toxinas cry, radica en que se producen ampliamente en plantas transgénicas, pero el gran problema es que los insectos han desarrollado resistencia a estas toxinas naturales. A través de sus investigaciones, estos dos colegas lograron determinar el modo de acción de estas proteínas, que requerían adherirse o vincularse primero con una proteína del intestino medio de los insectos, sufrir un procesamiento y después formar poros. Los investigadores descubrieron también que la resistencia a las toxinas tenía que ver con el desarrollo de una proteína, calderina. Se desarrollaron toxinas modificadas, que podían dar la vuelta al mecanismo natural de acción y entonces le dieron la vuelta a la resistencia. Ellos publicaron el producto fundamental, que fue ciencia básica de alto nivel y obtuvieron ahora sí patente de la UNAM y una negociación con una empresa multinacional. Esta fue, pues, una vía extraordinaria (2012:3).

Por su parte, investigadores de la Academia de Ciencias de Morelos señalan:

En el aspecto de innovación tecnológica la doctora Bravo es autor de cuatro patentes internacionales, dos de propiedad de la UNAM que ya fueron licenciadas a compañías transnacionales como Bayer Crops y Pioneer Hi Breed para su explotación comercial. También cabe destacar la creación de una empresa “spin off”, Corporación Mexicana de Transferencia de Biotecnología, la cual está en proceso de incubación dentro de INOVA-UNAM y que comercializará una formulación para el control biológico del mosquito transmisor del dengue en nuestro país (ACM, 2010: 30).

En este tema la doctora Bravo explica:

²⁸ Investigador líder de grupo del IBt-UNAM desde 1990, actualmente Jefe del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos. “Es investigador nacional Nivel III. Ha recibido diversas distinciones tanto nacionales como extranjeras. Ha sido pionero en México en el área de la Bioingeniería del cultivo de células de eucariotes superiores, particularmente en el cultivo de células de mamíferos de insectos y de células hematopoyéticas humanas” (ACM, 2010: 109). Premio Nacional de Ciencias por la AMC 1998.

Las cosas aplicadas salen como fruto de lo básico que estamos aprendiendo y entonces para mí, no se puede separar la investigación básica de la aplicada y si haces muy buena investigación básica eventualmente vas a encontrar algo. Esa investigación que hicimos fue muy útil se patentó, la patente ya la están ocupando en una compañía tratando de producir insecticidas así la UNAM va a ganar dinero y está muy bien; se generó un conocimiento que tiene aplicación práctica pero que salió de la investigación básica, si no me hubiera hecho todas esas preguntas antes, ¿Cómo funciona? ¿Cuál es la región? y ¿Cómo se pega?, nunca hubiera podido encontrar ¿Cómo? ¿Por qué? ¿Cómo se me iba a ocurrir sustraer un fragmento?, si no hubiera sabido todo lo que estaba atrás antes, que fueron varios años de investigación y logramos tener esto (IBt-UNAM).

La publicación como conclusión de un intenso proceso de investigación en marcha y de la prolífica actividad experimental, se caracterizó durante estos años, por una cadencia que articuló nuevas ideas y proyectos, nuevas colaboraciones y formas de intercambio, participaciones puntuales, contactos en diferentes partes del mundo, esto fue producto de un andamiaje de grupo y de vínculos constituidos no sólo por lazos académicos sino también por admiración y amistad. Gradualmente fue haciendo evidente su liderazgo y marcando referencia por la frecuencia en sus publicaciones sobre el tema. De su intensa actividad científica, la doctora Bravo cita:

Ahora que voy a este congreso, voy a compartir, a aprender y a tener la oportunidad de hablar con las gentes que están haciendo esos trabajos y no es lo mismo leer un artículo que hablar, que te lo platicuen con una foto o un esquema, así le entiendes mejor, poder llegar y platicar, oye pero eso que hiciste me interesa, quisiera volver a hacerlo, ¿Qué me aconsejas? o ¿Me ayudas? ¿Qué tal si te mando unas muestras y tú me mandas un anticuerpo? Entonces empiezas a colaborar, a intercambiar material, ideas y así surgen colaboraciones; tengo colaboraciones con gente del mundo. Cuando ibas a pensar que podrías tener como mejores amigos gente de Estados Unidos, mis amigos franceses, gente de Colombia, de Argentina, que son gente entrañable con los que he trabajado en colaboración, empezamos con una idea simple y luego se fue haciendo algunas veces proyectos grandes. Vino uno de mis colaboradores gringos, el doctor De Gill originario de Malasia, hemos colaborado y trabajado juntos, solicitado dinero por diez años o más, nos encontramos en diferentes partes del mundo en congresos, platicamos frecuentemente por computadora, tenemos mucho contacto, escribimos cosas juntos, documentos que escribo se los mando, él los corrige me los regresa y así, se convirtió en un amigo después de tanto tiempo. El grupo de Francia con el doctor Elidier, con él aprendí de Biología Molecular y de Genética, me dio

la oportunidad de que pudiera regresar a hacer cosas puntuales y así me fui un par de veces un mes, donde me estaba asesorando. En realidad el impacto es que en este tipo de trabajo tienes que presentarlo y discutirlo con tus colegas que están por todo el mundo y sí, ha habido gentes que han sido fundamentales en mi investigación, como Alberto Darzon, que me enseñó a trabajar con los canales iónicos y tuve que tomar sus cursos e ir a su laboratorio (IBt-UNAM).

En los últimos 11 años, el producto fundamental de su trabajo hizo posible la publicación de 75 artículos en revistas de circulación internacional como *Science*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *Annual Review in Genetics*, *Journal of Biological Chemistry*; además de 19 capítulos de libros que han recibido más de 1900 citas en literatura internacional y tres libros, uno publicado en 2004 y dos en 2005. Sus publicaciones en este periodo aparecieron tanto en editoriales nacionales como extranjeras, con la participación de investigadores eméritos como los doctores Alberto Darszon, Rodolfo Quintero y Lourival Possani, pares nacionales y extranjeros y científicos en formación. Ahora es la doctora Bravo, quien realiza la recopilación de estados de problemas, contribuyendo a recrear su campo (ACM, 2010: 30; IBt-UNAM, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

En este recorrido de su trayectoria tuvo una participación consistente en diversos escenarios: su práctica experta se dio a conocer en centros de investigación, lo mismo que en universidades estatales y facultades de la UNAM, al ser invitada como docente para impartir cursos y talleres en programas de posgrado en nuestro país así, como en centros de investigación como el Instituto de Ciencias Genómicas, el Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav); participó en múltiples foros internacionales como catedrática en Perú, Venezuela, Estados Unidos, Tailandia, en particular en la Universidad de las Naciones Unidas, Gordon Conference on Agricultural Science, Regional Monitoring Program to determine *Bacillus Thuringiensis* susceptibility in noctuids from North America y Experto Externo en Strategies for the Development of Genetically Engineered Potato and Sweetpotato, entre otros.

Por otra parte, fue convocada para formar parte de diversos cuerpos editoriales de revistas de circulación internacional, y justo en este periodo, logró una posición como miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

Continuó recibiendo distinciones y nombramientos, como puede observarse en la Tabla 9 que la convocaron a nuevas tareas y responsabilidades; también realizó un

proceso de divulgación y difusión de sus hallazgos en México y en el extranjero y fue invitada a foros organizados por revistas internacionales especializadas e instituciones especializadas en Biotecnología como *Biotechnology of Bacillus Thuringiensis and its Environmental Impact*, *SIP News Letters*, *ISB News Reports Agricultural and Environmental Biotechnology*, además de una intensa actividad en congresos nacionales, regionales e internacionales, donde presentó sus resultados en foros de diversas regiones: Estados Unidos, Canadá, Cuba, Chile, Venezuela, Brasil, Suiza, República Checa, Alemania, Holanda, Bulgaria, España, Italia, Francia, Israel, China, Tailandia y Australia, impactando con su producción científica en discusiones en Bioquímica, Control biológico, Biotecnología y Bioingeniería, Patología de invertebrados, Biotecnología vegetal, Investigación agropecuaria y Manejo integral de plagas, por citar algunos (ACM, 2010: 30; IBt-UNAM, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

Tabla 9. Nombramientos y distinciones de 1999 a 2010

Año	Distinciones	País	Institución Otorgante
1999	Presidente de la División Bacterias	EUA	Society of Invertebrate Pathology
1999	Miembro del International Cry Gene Nomenclature Committee	EUA	International Cry Gene Nomenclature Committee
1999	Editor Journal Invertebrate Pathology	EUA	Journal Invertebrate Pathology
2000	Jefe de Proyecto Multinacional Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología	México	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Cyted
2000	Miembro del Consejo Consultivo Editorial de E. Biomédica Español	México	Biomédica Español
2002	Nombramiento Trustee in the Society of Invertebrate Pathology	EUA	Society of Invertebrate Pathology
2002	Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos	México	Academia de Ciencias del Estado de Morelos
2003	Rosters of Experts on Biosafety Under The Cartagena Protocol on Biosafety and the Convention on Biology	México	Gobierno de México
2003	Editor de Revista Colombiana de Entomología	Colombia	Revista Colombiana de Entomología
2003	Miembro de International Society for Pest Information	EUA	International Society for Pest Information
2004	Miembro UNU-BIOLAC Scientific Advisory Committee of the United Nations University	Venezuela	UNU Programme for Biotechnology
2004	Editor Journal of Biological Sciences	EUA	Journal of Biological Sciences
2004 2005 2006 2007 2009	Miembro del Jurado en el Premio AgroBio	México	AgroBio México
2004	Miembro Comisión de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública	México	Instituto Nacional de Salud Pública
2004	Miembro del Jurado del Premio Anual de Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública	México	Instituto Nacional de Salud Pública
2005	Jurado en Examen de Permanencia de IBt	México	IBt UNAM
2005	Member International Standing Committee Pacific Rim BT Conference	Tailandia	Pacific Rim Bt Conference
2005	Miembro Comunidad Global de Práctica sobre el Enfoque de Ecosistemas en Salud Humana	EUA	Comglobal de Práctica sobre Ecosistemas
2005	Miembro Panel de Expertos CIP	Perú	Centro Internacional de la Papa (CIP)
2006 2008	Presidente del Comité de Bioética del Instituto de Biotecnología	México	UNAM
2006	Secretario General de Capítulo Morelos de la Academia Nacional Mexicana de Bioética	México	Academia Nacional Mexicana de Bioética
2007	Miembro del Outreach Committee of Society of Invertebrate Pathology	EUA	Society of Invertebrate Pathology
2007	Miembro de American Society for Biochemistry and Molecular Biology	EUA	American Society for Biochemistry and Molecular Biology

2009	Editor de World Journal of Biological Chemistry	EUA	World Journal of Biological Chemistry
------	---	-----	---------------------------------------

Fuente: IBt-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011)

Su liderazgo no sólo se hizo presente en escenarios académicos, sino que implicó también su participación en discusiones y toma de decisiones en la definición de estrategias de desarrollo científico no tan sólo a nivel institucional. En este sentido la doctora comenta:

¿Cómo podemos nosotros impactar al gobierno o a las empresas en México para que quieran invertir y quieran generar más investigación? ¿A quién le toca hacer que México crezca en investigación? a nosotros los investigadores, somos los que sí queremos que este país crezca en investigación, no podemos nada más quedarnos así, tenemos que ir con los diputados, con los senadores y hablar con ellos, participar en comisiones importantes. Ahorita participo en CISAGEM, que es la Comisión Institucional de Seguridad para Ambientes Genéticamente Modificados, es una Comisión donde participan la Secretaría de Salud, Sagarpa,²⁹ el Instituto de Ecología, soy parte del Comité Científico Consultivo, donde no me pagan nada, tengo que leer muchísimo, ir a reuniones, ver muchas cosas para participar dentro de este comité y es trabajo mío extra, pero es como puedo incidir en algo, en tratar de favorecer que se distribuyan recursos para la investigación. Me han invitado a hablar con los Senadores y ahí voy, hay que hablar con la gente, hay que promover, hay que buscar más, hacer trabajo de calidad, porque el trabajo habla por ti; reuniones de Conacyt de planeación. Pero sí tiene un impacto. Es el momento de los investigadores, mientras más establecidos, son los que tienen la responsabilidad si queremos que México tenga más investigación, a nosotros es a quienes nos toca luchar porque haya nuevos desarrollos, nuevos institutos, nuevos lugares, se abran nuevos polos de investigación, porque México requiere más investigación, no es suficiente (IBt-UNAM).

Institucionalmente se le nombró jefe de grupo de investigación en el IBt-UNAM en 1994, a los treinta y tres años de edad, pocos años después de regresar de su primera estancia posdoctoral, y es en estos últimos 11 años donde su trayectoria alcanzó su mayor reconocimiento por su calidad académica, y no sólo logró satisfacciones académicas individuales, sino también grupales e institucionales; consolidándose como referente de producción científica por su gestión y desarrollo de estrategias en su campo. En este proceso existen dos elementos que reconoce como

²⁹ Se refiere a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

fundamentales en su práctica científica cotidiana: la libertad de investigación y el apoyo institucional.

Estoy agradecida con esta institución, a la UNAM le debo todo, me ha apoyado en lo que he querido hacer, nunca me he sentido defraudada, nunca he sentido ningún obstáculo, ni con el Departamento Legal de la UNAM. He tenido algunos contactos con compañías con esto de la patente o contactos con compañías que quieren hacer contratos de colaboración con nosotros, eso tiene que ser legal hecho a través de los abogados de la UNAM. En un principio son muy estrictos, pueden ser bastante duros, pero hablar con ellos, juntarse, platicarles la idea y he tenido el apoyo para poder hacer las cosas que he querido hacer. Ha habido un apoyo total y sí me siento muy agradecida y muy comprometida, tengo que darle algo más a la UNAM y la otra institución que ha sido fundamental es Conacyt, te apoya a la investigación, hay que proponer buenos proyectos, hay que ser estrictos con tu dinero, el dinero que te da y entra en la administración tiene que ser bien gastado y después ser estrictos con el reporte que vas a presentar, con los resultados: ¿Cómo ocupaste el dinero? y ¿Qué resultados obtuviste en la investigación? Conacyt lo que me pide es que lo ayude en evaluar, entonces también por la computadora recibo mucho trabajo para revisar proyectos. Y como científicos la libertad. Tengo toda la libertad de hacer lo que quiera aquí, mientras siga siendo profesora, quiera estudiantes y produzca artículos, libros y participe en la maestría, el doctorado, puedo hacer lo que quiera, a mí nadie, ni el Director del Instituto, ni el Rector de la UNAM, me dice qué hacer y eso es genial, puedo investigar lo que quiera mientras sea productiva y esa libertad también, es algo que se agradece muchísimo y que sólo en instituciones como éstas se puede; es totalmente libre, trabajo con bacterias, tengo las bacterias que matan mosquitos, las que matan *epilópteros* o *coleópteros*, puedo trabajar con la bacteria que quiera, tengo toda la libertad de hacerlo y de poder proponer todas las ideas que quiera, eso es maravilloso y eso es realmente algo que se agradece, porque eso es lo que te permite crecer, proponer ideas con toda la libertad (IBt-UNAM).

Dedicación plena a la práctica científica con libertad, la construcción de un nicho propio de investigación, un continuo aprendizaje invariablemente en busca de lo mejor, el permanente estudio y una perspectiva de futuro, situaron su trayectoria y orientaron su formación científica. Al respecto la doctora Bravo señala:

He dedicado mi vida a esto. Lo que aprendí es tratar de buscar la ayuda y eso hay que aprender a hacerlo también y seleccionar al mejor; lo que me costó más trabajo aprender, es esto de la

electrofisiología, aprender a medir los canales [iónicos], la toxina hace poros y hace canales en la membrana, ¿Cómo puedo medir esos canales? y ¿Cómo puedo analizarlos?, es una serie de metodologías, es un lenguaje, tienen otra manera de pensar y los experimentos son muy difíciles, muy artesanales, no es tan fácil, leer un artículo de ellos, poder ver y copiarlo, si no tienes entrenamiento no puedes hacerlo, busqué y aquí en el instituto con el doctor Darzon me alié, es una gente muy estricta, todos sus controles tienen que salir exactos, eso tuvo un impacto en mí, me hizo volverme más estricta, más formal con mi investigación y la otra cosa que he tenido también, es no tener miedo a estudiar, no tener miedo a trabajar en nuevas cosas, la biología ha ido avanzando a un nivel desenfrenado y no porque aprendí a hacer Biología Molecular, es lo único que puedo hacer, al contrario. Ahorita, el grupo que tenemos es grande, es una maquinaria, ya hay un andamiaje, todo está funcionando porque tengo gentes muy buenas trabajando conmigo, investigadores asociados. Este grupo va trabajando por sí solo, si me pasara algo, el grupo sigue caminando por sí mismo, porque ya es un grupo sólido en la manera en que está organizado, las gentes que están participando son muy sólidas. Hay que tratar de crecer siempre, tratar de ser más simples e irte separando (IBt-UNAM).

3. La única manera es trabajar continuamente

La doctora Lizano, también alcanzó en los últimos 11 años su etapa de mayor producción. Su exigencia académica, la libertad para explorar temas más allá de su área, la confluencia de intereses y fines con un grupo de pares, la influencia de sus resultados, así como su organización y prestigio por sus publicaciones, le mereció la valoración de sus colegas y el reconocimiento disciplinario por su calidad académica. En este periodo publicó 38 artículos en revistas como *Nature*,³⁰ *The Astrophysical Journal*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*. *Serie Conferencias*, *University of Arizona Press*, *Tucson*, *Cambridge Journals*, además de una sostenida participación en espacios académicos internacionales y proyectos multinacionales con nuevos problemas, cada vez con mayor profundidad y especialización y asumiendo también funciones de dirección, coordinación y organización en espacios de investigación científica tanto nacionales como internacionales. De estos diferentes planos de producción en su trayectoria señala:

³⁰ En 2002 publica su segundo artículo en *Nature* de autoría individual titulado "How big stars are made". La primera publicación en esta revista ocurrió en 1998 en el tema discos de acreción, titulado "Compact protoplanetary disk in a binary system in L1551", con un equipo de investigadores nacionales y extranjeros de primera línea, entre los cuales destacan los doctores mexicanos Jorge Cantó y Luis Rodríguez.

La ciencia básica se mide en artículos buenos, en artículos que son citados, lo único que puedo decir, es que si uno quiere hacer Astronomía pues más vale que la haga a nivel internacional, a nivel que sea de impacto, que sea relevante al conocimiento. Ahora mismo me encuentro en este momento de mi carrera donde es mucho más claro, mucho más rápido saber si algo va a funcionar o no, es como lo que se llama la experiencia. No siento que haya habido etapas cerradas y que me haya dedicado a hacer otra cosa, no, siento que uno siempre está tratando de entender por qué algo ocurre y siempre se van abriendo muchas áreas de investigación, más de las que uno tiene tiempo de atacar; conforme uno va avanzando y va conociendo, hay muchas preguntas que plantearse y cuando uno se mete en una dirección, aparecen cosas nuevas que explorar. Actualmente he incursionado también en problemas que están relacionados con “chorros relativistas” que ya se salen del área de formación de estrellas, se acercan más a problemas que ocurren en galaxias, por ejemplo, pero hay muchos temas que uno se va encontrando en el camino y va desarrollando, a mi me ha tocado casi todos ellos que están relacionados con el área de Formación Estelar (CRyA-UNAM).

Una continuidad en proyectos simultáneos, con diferentes alcances y en nuevas condiciones como el avance tecnológico en sistemas computacionales especializados, en instrumentación astronómica y hallazgos y contribuciones de frontera en plataformas para estudiar fenómenos astronómicos, el arduo trabajo en notas y sobre resultados, la discusión con colegas en la búsqueda por explicar un fenómeno combinando datos aportados por varios telescopios y la teoría, en un aprendizaje continuo de nuevas técnicas, teniendo en este proceso la escritura un lugar central, la llevaron a producir modelos de fenómenos astronómicos relevantes que no habían sido explicados. La doctora Lizano sostiene:

Lo que funciona es que uno está trabajando en distintos proyectos de investigación, como es el caso ahorita, tengo trabajando simultáneamente tres proyectos y el escribir es como el resultado final de esos proyectos y en el transcurso de la investigación se escriben los resultados. Que una gente publique significa que está activa, si una gente publica quiere decir que tiene proyecto de investigación que le está dedicando tiempo, que está avanzando y que están finalmente siendo concluidos, es difícil pensar que uno, va a hacer uno o dos años teniendo proyectos de investigación y que ninguno se concluya, si uno se dedica a esto como su actividad en forma natural se van dando; por ejemplo, cuando nos atoramos en un proyecto, no es que diga ahora hay que hacer lo que sea porque tengo que publicar, no, eso no ocurre, ¿Por qué?, porque tengo otros proyectos que se van a concluir, lo que hay que hacer es estar activo, estar haciendo proyectos, hay unos ambiciosos que se

tardan en concretar quizá dos años, de hecho este que estoy trabajando en la videoconferencia ya estamos a punto de concluir y todo el proceso ha tardado dos años, pero mientras hay unos que tardan dos años, otros tardan un año, otros tardan seis meses, entonces todo eso se conjunta para que en general uno tenga una producción sostenida, lo que es importante, es trabajar, trabajar continuamente, la única manera es trabajar continuamente. No dejarlo. Ahora ya es más fácil porque todo se manda por correo electrónico, así las colaboraciones multinacionales hoy en día sí son más sencillas; pero sí, uno trata de usar varios telescopios, muchas veces incluso que trabajan en diferentes longitudes de onda y la teoría combinada para hacer proyectos que sean importantes o relevantes o que se entienda más lo que está pasando (CRyA-UNAM).

El estudio de problemas relacionados con Discos de acreción, Nubes moleculares, Formación de estrellas masivas, Estabilidad de discos, Vientos protoestelares, Regiones hipercompactas y Migración de planetas, por citar algunos, fueron el resultado de la vinculación de problemas de frontera y proyectos puntuales multinacionales y competitivos, que produjeron modelos teóricos en una lógica y ética de publicación compartida como un rasgo de la cultura de la comunidad de científicos del área de Formación Estelar. Respecto de la organización, las formas de trabajo y los proyectos que ha venido realizando, la doctora refiere:

En realidad son grupos relativamente pequeños los que se unen para hacer un proyecto y es plantearlo muy bien, con mucha precisión, con mucha seriedad. Son proyectos puntuales y no hay ningún acuerdo previo, no utilizamos ninguna infraestructura que alguien haya hecho, no, incluso, se hace mucho en mi campo, que hay gente que hace programas de cómputo que son capaces de resolver cierto tipo de problemas y los regalan, lo dan libre y la gente lo puede tomar o adaptar para su problema y con eso publican, no ponen de coautor a la persona que hizo eso, porque no, porque la publicación, el descubrimiento, el modelo es personal, incluso en proyectos de observación en los que he participado, la gente que propone el proyecto y que colabora en él es la gente que firma en el artículo. Se produce un modelo que trata de explicar un fenómeno y puede ser nada más distintos aspectos de ese fenómeno, ese modelo tiene que tener una capacidad predictiva para que los observadores vayan a buscar con telescopios y los pongan a prueba, es lo que se produce teóricamente, también puede ser un modelo que explique algo que ya se observa y tiene que ser consistente con eso, pero además tiene que predecir algo; algo que no se ha hecho, algo que es relevante a lo que la gente se está preguntando y tratar de entender por qué este tipo de cosas son importantes, se están observando ahora y no se entienden. Tratar

de estar al tanto de experimentos que no tienen todavía explicación es un área de oportunidad para entenderlos (CRyA-UNAM).

Los artículos publicados durante los últimos 11 años (véase Tabla 10) muestran la solidez de las relaciones y vínculos. Las publicaciones incluyen investigadores eméritos de la UNAM y el SNI distinguidos como Premios Nacionales de Ciencias, por la Academia Mexicana de Ciencias como los doctores Arcadio Poveda (en 1975), Luis Felipe Rodríguez Jorge (1993) y Jorge Cantó Illá (2003), pares nacionales y extranjeros de prestigio entre los que se pueden citar los doctores Frank Shu, Guido Garay, Stanley Kurtz, Laurent Loinard; jóvenes investigadores destacados a nivel internacional dirigidos por ella en el posgrado, como las doctoras Paola D'Alessio Vessuri Premio Weizmann de la AMC 1997 por la mejor tesis doctoral, Mayra Osorio Gutiérrez Premio Weizmann de la AMC 2002, y científicos en formación (AMC, 2011; CRyA, 2011; CVU-Conacyt, 2011).

Tabla 10. Artículos publicados de 1999 a 2010
Lizano Soberón. Formación Estelar

Año	Artículo	Revista	Autores
1999	Accretion disks around Young objects II tests of well-mixed models with ISM dust	<i>Astrophysical Journal</i>	D'Alessio, Calvet, Hartmann, Lizano, S., Canto
1999	Hot molecular cores and the formation of massive stars	<i>Astrophysical Journal</i>	Osorio, M., Lizano, S., D'Alessio,
1999	On the thermal stability of irradiated pre-main sequence disks	<i>Astrophysical Journal</i>	D'Alessio, P., Canto, J., Hartmann, L., Calvet, N., Lizano, S.
1999	VLA Continuum observations of suspected massive hot cores	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica</i>	Carral, P., Kurtz, S., Rodríguez, L., Martí, J., Lizano, S., Osorio, M.
1999	Scale free equilibria of isopedic polytropic clouds	<i>Astrophysical Journal</i>	Galli, Lizano, Li, Adams, Shu
1999	Massive stars: their environment and formation	<i>Publications of the Astronomical Society of the Pacific</i>	Garay, Lizano
1999	Hot molecular cores sites of massive star formation	<i>IUA Symposium 193 Wolf-rayet Phenomena in Massive Stars and Starburst Galaxies</i>	Lizano, Osorio
2000	VLA observations of high velocity HI in L1551	<i>Astrophysical Journal</i>	Giovanardi, Rodriguez, Lizano, Cantó
2000	Singular isothermal disks I. Linear stability analysis	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, Laughlin, Lizano, Galli
2001	Singular isothermal disks and the formation of multiple stars	<i>Astronomical Society of the Pacific Conference Series</i>	Galli, D., Shu, F., Laughlin, G. Lizano, S.
2001	Singular isothermal disks II. Nonaxi symmetric bifurcations and equilibria	<i>Astrophysical Journal</i>	Galli, Shu, Laughlin, Lizano
2001	Observations of the ionized, neutral, and molecular components associated with an expanding HII region	<i>Astrophysical Journal</i>	Lebron, Rodriguez, Lizano
2002	On the formation of low mass stars	<i>Astronomical Society of the Pacific Conference Series</i>	Lizano, S.
2002	Heating and ionization of X winds	<i>Astrophysical Journal</i>	Shang, Glassgold, Shu, Lizano
2002	How big stars are made	<i>Nature</i>	Lizano, S.
2002	Self-similar champagne flows in HII regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, Lizano, Galli, Laughlin
2003	Champagne flows and winds in HII regions	<i>Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica. Serie de Conferencias</i>	Lizano, S., Galli, D., Shu, F.
2004	Free-free radio emission from Young stellar objects	<i>Astronomical Journal Letters</i>	Shang, H., Lizano, S., Glassgold, A., Shu, F.
2004	Photoevaporated disks around massive young stars	<i>Astrophysical Journal</i>	Lugo, J., Lizano, S., Garay, G.

2004	Making radio jets from the X wind model	<i>Astronomical Society of the Pacific Conference Series</i>	Shang, H., Lizano, S., Glassgold, A., Shu, F.
2004	Photoevaporated disks from massive stars	<i>Astronomical Society of the Pacific Conference Series</i>	Lizano, S., Lugo, J.
2004	A model to test the internal structure of G.31.4+0.31 hot molecular core	<i>Astrophysics and Space Sciences</i>	Osorio, M. Anglada, G., Lizano, S., D'Álessio, P.
2005	Evolution of HII regions inside hot molecular cores	<i>Astrophysical Journal</i>	González, Lizano, Raga
2005	Proper motions of the BN object and the I radio source in orion: Where and when did BN become a runaway star?	<i>Astrophysical Journal</i>	Rodríguez, L., Poveda, A., Lizano, S., Allen, C.
2005	Dynamical decay of a massive multiple system in orion KL	<i>Astrophysical Journal</i>	Gomez, L., Rodríguez, L., Loinard, L., Lizano, S., Poveda, A., Allen, C.
2006	Gravitational collapse of magnetized clouds. II The role of ohmic dissipation	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, F., Galli, D., Lizano, S., Cai, M.
2006	Gravitational collapse of magnetized clouds. I. Ideal MHD accretion flow	<i>Astrophysical Journal</i>	Galli, D., Lizano, S., Shu, F., Allen, A.
2006	Spectra and sizes of hypercompact HII regions	<i>Astrophysical Journal</i>	Avalos, M. Lizano, S., Rodríguez, L., Franco-Martínez, R., Morán, J.
2007	Magnetization, accretion and outflows in Young stellar objects	<i>Cambridge Journals</i>	Shu, F., Galli, D., Lizano, S., Cai, M.
2007	Mean-field magnetohydrodynamics of accretion disks	<i>Astrophysical Journal</i>	Shu, F., Galli, D., Lizano, S., Glassgold, A., Diamond, P.
2007	Formation of OB associations in galaxies	<i>Astrophysical Journal Letters</i>	Shu, F., Allen, R., Lizano, S., Galli, D.
2007	Ultra-compact HII regions and the early lives of massive stars	<i>University of Arizona Press, Tucson</i>	Hoare, M., Kurtz, S., Lizano, S., Keto, E., Hoffner, P.
2008	Hypercompact HII Regions	<i>Astronomical Society of The Pacific Conference Series</i>	Lizano, S.
2008	Monitoring the large proper motions of radio sources in the orion BN/KL region	<i>The Astrophysical Journal</i>	Gómez, L., Rodríguez, L., Loinard, L., Lizano, S., Allen, C., Poveda, A., Menten, K.
2008	The challenge of sub-keplerian rotation for disk winds	<i>Astrophysical Journal Letters</i>	Shu, F., Lizano, S., Galli, D., Cai, M., Mohanty, S.
2009	Migration of extrasolar planets: effects from X-wind accretion disks	<i>Astrophysical Journal Letters</i>	Adams, F.C., Cai, M, Lizano, S.
2009	Collapsing hot molecular cores: a model for the dust spectrum and ammonia line emission of G31.41.+0.31 hot core	<i>Astrophysical Journal</i>	Osorio, M., Anglada, G., Lizano, S., D'Álessio, P.
2009	Hypercompact HII regions: resolved images of G.3426+0.15 A and B	<i>Astrophysical Journal</i>	Avalos, M., Lizano, S., Franco-Hernández, R., Rodríguez, L., Morán, J.

Fuente: CRyA-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011)

Con respecto a sus colaboraciones y las cualidades de éstas en los artículos publicados, la doctora Lizano cita:

Una vez estuve haciendo la cuenta y creo haber trabajado como con 60 colegas distintos cuando he firmado mis trabajos. En mi formación observacional está por supuesto el doctor Luis Rodríguez, es radioastrónomo y discutimos con él los problemas y hemos trabajado juntos, es una gente excepcional, un observador de primera, un investigador de primera, ha tenido todos los reconocimientos aquí en México y en el extranjero; el doctor Guido Garay en Chile, él también fue colega de Luis Rodríguez, se formó en Harvard, con él he trabajado muy cerca y aprendí toda la parte observacional de la formación de estrellas grandes, incluso escribimos un review juntos que ha sido muy importante. Otro colega con el que trabajé posteriormente, él también era observador, con él hice proyectos más en el Observatorio de Arecibo, Carlo Giovanar, una gente muy, muy bien formada tenía la teoría clarísima y después en la parte teórica, trabajé con un ex alumno de Frank Shu, también del observatorio de Arcetri, a los dos nos interesa la teoría de la misma forma, los problemas resueltos lo más elegantemente posible, este colega se llama Daniel Legali, con él

hemos seguido trabajando y es un placer trabajar con él, un teórico excelente, siempre que lo veo aprendo algo nuevo. Posteriormente, ya muchos años después volví a trabajar con mi asesor, como 10 años después volvimos a platicar de problemas entre Daniel, Frank y yo. Y actualmente trabajo con otro ex estudiante de Frank que se llama Fred Adams nos volvimos a juntar hace como un par de años para discutir problemas, todos tenemos esta formación de estudiar las ecuaciones, de hacerlas más sencillas, de no hacer grandes simulaciones numéricas, sino tratar de ver unas soluciones semianalíticas que nos den idea como más global de cuál es el problema que uno tiene entre manos. Esas son las colaboraciones más importantes, por supuesto en México alguien fundamental es el doctor Jorge Cantó, Jorge ha sido un colega y un colaborador muy cercano. Todos ellos me han enseñado muchas cosas, lo único que sé, es que me falta mucho por estudiar y hay gente que sabe muchísimo y lo único que uno tiene que hacer es aprender de todos los que saben más (CRyA).

Durante estos años desarrolló una prolífica actividad científica en la que articuló su participación en 12 congresos a través de ponencias y conferencias magistrales exponiendo su trabajo en Chile, Italia, Reino Unido, China, Estados Unidos y Canadá; realizó 15 estancias de investigación para discutir nuevas preguntas y problemas de frontera en el área de Formación Estelar que la llevaron a observatorios y universidades de Estados Unidos, Europa y Asia -Observatorio Astrofísico de Arcetri, Italia; University of York, EUA; Tsinghua University, China; Universidad de California, EUA-; coordinó espacios docentes impartidos en el Programa de Posgrado de la UNAM y dirigió estudiantes del Instituto de Astronomía, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y promovió una extensa actividad de difusión y divulgación de su disciplina, relacionada con su producción científica a nivel nacional, en temas como formación de estrellas y planetas, sistema solar, universo y campo magnético, dirigido a estudiantes, público en general y especializado, a través de televisión y radio, conferencias y talleres, presentándose también en museos, planetarios, institutos tecnológicos y universidades estatales así como en la Academia Mexicana de Ciencias, El Colegio Nacional y Conacyt.

A lo anterior, se integraron reconocimientos que implicaron nuevas y diversas responsabilidades asumidas en estos últimos 11 años. Fue nombrada Secretaria Académica del CRyA 2003-2006, posteriormente Directora del Centro por dos periodos continuos, 2007-2011 y 2011-2015, Miembro del Comité Académico del Posgrado en Ciencias de la UNAM 2010-2012. En el plano nacional fue Miembro del Grupo de

Trabajo sobre Formación Estelar y Miembro y Tesorera de la Mesa Directiva de la Sección Regional Centro de la AMC. En el extranjero se reconoció su participación como Consejera de la American Astronomical Society, Miembro del Comité Organizador de la División de Medio Interestelar de la Unión Astronómica Internacional, de Comités Científicos Organizadores de Congresos Internacionales en nueve ocasiones, de Comités Nacionales e Internacionales para la evaluación de proyectos con Conacyt, NASA, Hubble Space Telescope y el Proyecto de Cooperación Bilateral Científica y Tecnológica México-Italia, 2010 (AMC, 2011; CRyA, 2011; CVU, 2011).

Entre toda esta intensa actividad académica, por una parte, sorprende la continuidad en sus publicaciones y, por otra, destaca la dedicación que ha implicado estar al frente de un nicho de investigación al cual “se le adjudicó la tarea de conducir líneas innovadoras de investigación en astronomía y astrofísica moderna, que son aún áreas incipientes en el país y difundir el conocimiento producido” (UNAM, 2007a: 111), trabajando con 18 investigadores líderes académicos en varias áreas de la astrofísica con reconocimiento internacional, promoviendo la transición del Centro en Instituto y atendiendo a la participación del centro en proyectos internacionales. De la importancia para México de estos proyectos internacionales, la doctora Lizano explica:

El primer proyecto internacional llamado Very Large Array fue apoyado por Conacyt y pretendía colaborar para que en Nuevo México, donde hay un interferómetro de radio que es un conjunto de 27 antenas, tuviese unos nuevos detectores que ampliaban la detección de la banda centimétrica a la banda milimétrica; fue muy importante porque a través de él México podía participar en el National Radio Astronomy Observatory de Estados Unidos. Así México a través de Estados Unidos puede colaborar en propuestas directas de observación; este proyecto se concretó hace varios años. El segundo proyecto se aprobó hace un par de años, [ya durante su primer periodo como directora del Centro], se llama Very Long Base Array, ese interferómetro tiene antenas en Estados Unidos, Islas Vírgenes y en Hawai están separadas a grandes distancias y lo que hace es medir objetos con gran precisión espacial debido a esa separación de antenas, este interferómetro se ha utilizado por miembros del Centro. El proyecto consistió otra vez con ayuda del Conacyt en aportar dinero a este arreglo para que se consiguiera una nueva manera de escribir los datos, que son cantidades de datos muy grandes y a la hora de poder escribir cantidades masivas, se pudiera guardar mucha más información que antes y eso, aumentaba la sensibilidad de este detector. Las aportaciones de México son pequeñas quizá comparado con lo que otros países pudieron aportar, al primero se aportaron cinco millones de dólares y al segundo como cien mil dólares, pero el hecho de

poder aportar en estos telescopios que utiliza la comunidad mexicana, pues hace que participen como miembros activos de los proyectos y que tengan acceso a mucho más tiempo en telescopio, a mucho más tiempo en descubrimiento científico (CRyA).

El reto con este Centro inició con la participación de la doctora Lizano junto con un grupo de investigadores que se trasladaron a Michoacán para crear infraestructura, como cité en el capítulo anterior y hoy; continúa como directora trabajando junto con sus colegas para sostenerlo en la dirección que el Subsistema de Investigación Científica de la UNAM se ha planteado como:

El centro de ciencias físicas del país con el mayor impacto en el número de citas por artículo, según lo informó la Academia Mexicana de Ciencias [...] [al cual] se le encomendó crear conocimiento astronómico de frontera, formar profesionales de alto nivel y constituirse en una institución de excelencia académica nacional e internacional [...] Con el desarrollo del Centro la UNAM busca insertar [...] a México en la astronomía moderna, para ello, [...] ha establecido en primera instancia colaboraciones con destacados astrónomos internacionales observacionales y teóricos. En segundo [...] tiene el objetivo de incorporarse a la nueva tendencia de la astrofísica actual basada [...] en el denominado enfoque multifrecuencia. Éste consiste [...] en observar al universo [...] en todas las bandas del espectro electromagnético, como las ondas de radio, la radiación infrarroja y los rayos x (UNAM, 2007a: 110-111).

Respecto de la tarea particular de promover la transición de Centro a Instituto, la doctora considera al grupo de investigadores del cual forma parte como un elemento fundamental para alcanzar este propósito y comenta:

El grupo es muy bueno, ha trabajado muy duro y ya vamos a ser un Instituto más del Subsistema de Investigación Científica, pero este proyecto de vida, de tener un grupo en Astronomía muy bueno que hace investigación astronómica, muy homogéneo es un orgullo y es un orgullo también este centro que somos ahora. Se espera mucho trabajo, presentarlo en comisiones, defenderlo, contestar a las dudas de los comités; ya hicimos un documento cuidadoso sobre nuestro desarrollo y nuestra productividad, esto hay que llevarlo a distintos foros y enriquecerlo. Queda mucho trabajo, hay que hacerlo y los colegas están convencidos; ese es el reto, el reto institucional. Lo sentimos nosotros como un reconocimiento a la madurez académica y a la productividad de este grupo, ahora somos un grupo sólido, muy bueno, tenemos las actividades sustantivas que son la investigación, la docencia y la divulgación, las realizamos de

una calidad muy buena, tenemos proyectos internacionales muy importantes y es un reconocimiento a este trabajo, quizá operativamente no se va a notar pero sentimos que el grupo está maduro para poder hacer esa transición, hay que convencer a las autoridades, trabajar con ellas y demostrarles con hechos que uno ya merece la etiqueta (CRyA-UNAM).

Dentro de su intensa productividad científica, un tema que refiere con particular sensibilidad en este recorrido de su trayectoria, es la formación de recursos humanos, en ella, proyecta rasgos apropiados desde edades tempranas de la práctica académica de sus maestros, de los grupos en que ha participado y de la comunidad astronómica, convencida de la importancia de que construyan sus propias líneas de investigación y encuentren sus propios nichos de investigación. Hoy varios de sus estudiantes de posgrado, lo han logrado y se han proyectado a nivel internacional, realizando coautorías sobre temas de frontera. De su mirada en este plano de producción, la doctora Lizano asegura:

Cuando uno dirige el doctorado tiene una gran responsabilidad, porque está definiendo el futuro de un joven, pero sí es un impacto muy importante si uno no le abre las puertas, no lo empuja para que siga adelante y vaya más allá de lo que uno le enseñó, pues le está fallando en cierta forma. Uno trata de ser exigente con sus estudiantes, de pedirles que se superen, que sean mejores y eso tiene que ver no con el área, sino con el ambiente de trabajo y con la gente que es exigente, que tiene ciertos estándares y que no los va a disminuir. Esta colega con la que estoy trabajando, es una investigadora muy reconocida, empezó su trabajo en la estructura vertical de discos de acreción, ha hecho un trabajo excelente a nivel internacional; otra estudiante empezó a estudiar los núcleos densos donde nacen las estrellas masivas y estos trabajos fueron muy importantes para entender cómo nacen y en esta línea ha seguido mucho de su trabajo que realiza hasta la fecha. Entonces van naciendo estos temas y si los muchachos aprenden técnicas nuevas y áreas que pueden explorar, se lanzan por su parte a seguir adelante, ese es el mecanismo. Tengo otro estudiante que estudia una etapa más evolucionada de estas estrellas grandes, estrellas masivas y que debe de terminar ya pronto y él tiene abierto ante sí toda un área de investigación porque de eso se trata la tesis doctoral; los muchachos con los que he trabajado, han hecho trabajo en muchos casos que ha sido muy importante, quizá ellos ya tienen abierta su línea y van a continuar (CRyA-UNAM).

En esta producción tan ardua y en el itinerario de investigación científica que ha construido, reconoce que el soporte institucional, el financiamiento y la libertad han

sido fundamentales y también afirma cómo el apoyo para ciencia básica es difícil, ha decrecido y enfrenta el reto de la aprobación de proyectos. Cuestiones que podrían estar relacionadas, por una parte, con el plano disciplinario, por los montos económicos que se requieren para hacer investigación en Astronomía, por el tipo de instrumentación observacional y las condiciones para hacer uso de ella, y por otra parte, por la complejidad en esta disciplina para derivar en aplicaciones prácticas y rentables. Y afirma:

La institución es fundamental; libertad absoluta, libertad de cátedra, libertad de investigación completamente, aquí por ejemplo, no importa lo que uno investigue, mientras uno lo haga con mucha seriedad, tiene total libertad de hacerlo, aquí en México ese es el ambiente que hay en la UNAM, hay responsabilidades claro, pero libertad total. Cuando uno llega como investigador ya a trabajar, tiene que empezar a conseguir recursos para hacer la investigación y eso es una dinámica muy distinta. He tenido apoyo financiero, cuando hay un trabajo atrás muy serio, cuando se plantea un proyecto con mucho cuidado, cuando hay una idea de a dónde uno va a dirigirse, de qué resultados va a obtener, si están formándose recursos humanos. Siempre es difícil, en ciencia básica hay poco apoyo, diría que Conacyt ha mantenido el monto de la ciencia básica en los últimos 10, 15 años, lo cual quiere decir que ha decrecido en la práctica y es difícil conseguir que se aprueben los proyectos, la gente piensa que la ciencia básica no es útil y eso es un error. La astronomía por sí misma tiene por objeto la búsqueda del cosmos, eso no va a cambiar la vida del hombre, pero en el proceso para conocer, ha habido mucha derrama tecnológica que luego se aplica a la vida cotidiana (CRyA-UNAM).

4. Es una profesión complicada

En el caso de la doctora Clapp, de 1999 a 2010, siguió manteniendo su constancia, lucha y decidido esfuerzo por su tema de investigación: dio lugar a nuevas derivaciones, incorporó nuevos elementos, realizó una intensa actividad experimental, una producción a diferentes niveles y alta productividad en publicaciones que, dada su frecuencia y calidad, la situaron como polo de referencia único en su campo a nivel internacional.

Reconocida por su práctica experta en el tema, durante esta etapa logró progresivamente la conformación de un equipo y un liderazgo que cohesionó la producción científica de sus integrantes por un interés común y convocó a la construcción de conocimiento a estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado,

investigadores asociados y posdoctorados, en una cadencia de trabajo en múltiples niveles.

En este periodo continuó trabajando intensamente sin perder de vista los retos que a nivel internacional impactaron a sus colegas, y vivió con cercanía: la presencia de competidores, científicos y laboratorios, con mayores recursos y mejores condiciones, la imposición de tendencias en investigación científica que condicionan el financiamiento y la libertad de investigación, otras culturas de investigación con formas distintas de organización y producción científica, en donde la responsabilidad no recae fundamentalmente en el líder de grupo, en su caso, un delicado y riesgoso proceso para pasar de la investigación básica a la investigación aplicada; intereses financieros que inciden en los campos de investigación y una realidad económica y política de nuestro país, fueron, durante este tiempo, algunos de los retos que coexistieron a la consolidación de su equipo de investigación y, paradójicamente, refiere esta etapa como una de las mejores de su vida profesional. En este sentido cita:

Ahora acabo de estar en un congreso donde el único simposio que hubo sobre Prolactina, incluyó nuestro trabajo. Tenemos algo maravilloso en México, que es, que no tenemos la presión de trabajar sobre un tema específico, eso a mí me ha dado muchas ventajas en mi trabajo, porque en el extranjero hay cosas que se ponen de moda y si no está uno en la moda, no recibe apoyos, muchos de mis colegas en el campo de la Prolactina han tenido que dejarlo y esto ha reducido el campo. Los apoyos se han limitado mucho en el extranjero y ojalá no lleguemos a eso, he tenido apoyos internacionales y quisiera tener más, pero al menos lo que se deriva de los apoyos nacionales me han permitido desarrollar trabajo a muy buen nivel. Hay muchos factores, no es nada más el individuo que hace lo que tiene que hacer, se tiene que dar el contexto para que pueda funcionar y sí, las condiciones pueden ser no del todo fáciles [refiriéndose a México], pero tenemos ventajas que podemos hacer valer (INb-UNAM).

Una intensa práctica de experimentación desarrollada al interior del equipo bajo su liderazgo trajo profundidad, derivaciones y especialización en el tema como puede verse en sus publicaciones, sintetizadas en la Tabla 11. En los últimos 11 años el estudio centrado en la Prolactina se ramificó y diversificó trayendo una especialización y produciendo conocimiento respecto a su relación con varios sistemas y órganos como el sistema hipotálamo-neurohipofisiario, las células endoteliales de la vena umbilical, células epiteliales y fibroblastos de pulmón, tejidos y fluidos oculares,

trastornos neovasculares de la retina, en la supervivencia del cartílago articular, en la respuesta a tratamiento de cáncer de colon, en la angiogénesis de ovario, entre otros.

Al respecto la doctora Clapp señala:

Los que hacen investigación se tienen que especializar y en la medida que se especializan, se aíslan de los colegas alrededor, porque ya su objetivo va siendo cada vez más concreto y aquí somos pocos, la comunidad científica es pequeña, no es como ocurre en el primer mundo donde es fácil encontrar varios expertos dentro del mismo campo, aquí en Prolactina somos muy pocos en el país. Cada tema lo va llevando a uno a una sobre especialización, el campo de la Angiogénesis por ejemplo abre posibilidades continuamente, todos los tejidos tienen vasos sanguíneos, casi lo que hace uno en un tejido lo puede hacer en otro y en otro, y eso ha hecho que nunca se nos acaben las ideas y siempre estemos motivados por nuestro trabajo (INB-UNAM).

**Tabla 11. Artículos publicados de 1999 a 2010
Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular**

Año	Artículo	Revista	Lista de Autores
1999	Potentiation of prolactin secretion induced by lactotrope escape from dopamine action: phosphorylation of the A1 subunit of voltage dependent CA2+ channels	<i>Neuro endocrinology</i>	Hernández, Hernández, Díaz, Clapp, Martínez de la Escalera
1999	Potentiation of prolactin secretion following lactotrope escape from dopamine action: I. Dopamine withdrawal augments L-type Ca2+ channels	<i>Neuro endocrinology</i>	Hernández, García Ferreiro, García, Clapp, Martínez de la Escalera
1999	Functional uncoupling between intracellular calcium dynamics and secretion in the AT31 gonadotropic cell line	<i>Journal of Cellular Physiology</i>	Trueta, Díaz, Vaca, Clapp, Martínez de la Escalera
1999	Changes in the expression of neurohypophyseal prolactins during the estrous cycle and after estrogen treatment	<i>Journal of Endocrinology</i>	Torner, Nava, Dueñas, Corbacho, Mejía, López, Cajero, Martínez de la Escalera, Clapp
1999	Inhibition of rat corneal angiogenesis by 16 KDA prolactin and by endogenous prolactin like molecules	<i>Investigative Ophthalmology & Visual Science</i>	Dueñas, Torner, Corbacho, Ochoa, Gutiérrez-Ospina, Barrios, Berger, Martínez de la Escalera, Clapp
2000	Proteolytic cleavage confers nitric oxide synthase inducing activity upon prolactin	<i>Journal of Biological Chemistry</i>	Corbacho, Nava, Eiserich, Noris, Macotela, Struman, Martínez de la Escalera, Freeman, Clapp
2000	Human umbilical vein endothelial cells express multiple prolactin-like isoforms	<i>Journal of Endocrinology</i>	Corbacho, Macotela, Nava, Torner, Dueñas, Noris, Morales, Martínez de la Escalera, Clapp
2001	Regulation of GnRH secretion: lessons from GT1 immortalized GnRH neurons	<i>Archives of Medical Research</i>	Martínez de la Escalera, Clapp
2001	Molecular heterogeneity of prolactin in the plasma of patients with systemic lupus erythematosus	<i>Arthritis and Rheumatism</i>	Cruz, Aviña-Zubieta, Martínez de la Escalera, Clapp, Lavalle
2001	Expression of prolactin gene and secretion of prolactin by rat retinal capillary endothelial cells	<i>Investigative Ophthalmology & Visual Science</i>	Ochoa, Montes de Oca, Rivera, Dueñas, Nava, Martínez de la Escalera, Clapp
2001	GABA inhibition of immortalized GnRH neuronal excitability involves GABAA receptors negatively coupled to cyclic AMP formation	<i>Endocrine</i>	Beltrán-Perrazal, Noris, Clapp, Martínez de la Escalera
2002	16k prolactin induces NF-kB activation in pulmonary fibroblasts	<i>Journal of Endocrinology</i>	Macotela, Mendoza, Cosío, Eiserich, Zentella, Martínez de la Escalera, Clapp
2002	Increased hypothalamic expression of prolactin in lactation: involvement in behavioural and neuroendocrine stress responses	<i>European Journal of Neuroscience</i>	Torner, Toschi, Nava, Clapp, Neuman
2002	Roles of prolactin and related members of the prolactin/growth hormone/placental lactogen family in angiogenesis	<i>Journal of Endocrinology</i>	Corbacho, Martínez de la Escalera, Clapp
2002	Immortalization of bovine umbilical vein endothelial cells: a model for the study of vascular endothelium	<i>European Journal of Cell Biology</i>	Cajero-Juárez, Ávila, Ochoa, Garrido-Guerrero, Varela-Echavarría, Martínez de la Escalera, Clapp
2003	Hypoxia inhibits expression of prolactin and secretion of	<i>Laboratory</i>	Cosío, Jeziorski, López-Barrera, Martínez

	cathepsin-D in the GH4C1 pituitary adenoma cell line	<i>Investigation</i>	de la Escalera, Clapp
2003	Cytokine induction of prolactin receptors mediates prolactin inhibition of nitric oxide synthesis in pulmonary fibroblasts	<i>FEBS Letters</i>	Corbacho, Macotela, Nava, Eiserich, Cross, Martínez de la Escalera, Clapp
2003	Expression and purification of the angiogenesis inhibitor 16 kilo dalton prolactin fragment from insect cells	<i>Protein Expressions And Purification</i>	Galfione, Luo, Kim, Hawke, Kobayashi, Clapp, Yu, Lee, Lin
2003	Prolactin and 16k prolactin simulate the release of vasopressin by a direct effect on the hypothalamo-neurohypophyseal system	<i>Endocrine</i>	Mejía, Torner, Jeziorski, González, Morales, Martínez de la Escalera, Clapp
2004	16-K prolactin inhibits activation of endothelial nitric oxide synthase, intracellular calcium mobilization and endothelium-dependent vasorelaxation	<i>Endocrinology</i>	González, Corbacho, Eiserich, García, López-Barrera, Morales-Tlalpan, Barajas-Espinoza, Díaz-Muñoz, Lin, Martínez de la Escalera, Clapp
2004	Cathepsin-D proceses human prolactin into a 16K-like N-terminal fragments displaying anti-angiogenic properties	<i>Mol Endocrinology</i>	Piwnica, Touraine, Strumen, Tabruyn, Bolbach, Martial, Kelly, Goffin, Clapp,
2004	Prolactin in the eye of patients with retinopathy of prematurity: implications for vascular regression.	<i>Investigative Ophthalmology & Visual Science</i>	Dueñas, Rivera, Quiróz-Mercado, Aranda, Macotela, Montes de Oca, López-Barrera, Nava, Guerrero, Suárez, De Regil, Martínez de la Escalera, Clapp
2004	In vivo release and gene upregulation of brain prolactin in response to physiological stimuli	<i>European Journal of Neuroscience</i>	Torner, Maloumby, Nava, Aranda, Clapp, Neumann
2005	Prolactins are natural inhibitors of angiogenesis in the retina	<i>Investigative Ophthalmology & Visual Science</i>	Aranda, Rivera, Quiróz-Mercado, Jeziorski, Riesgo-Escobar, Nava, López-Barrera, Berger, Martínez de la Escalera, Clapp
2005	Prolactin simulates integrin-mediated adhesion of circulating mononuclear cells to endothelial cells	<i>Laboratory Investigation</i>	Montes de Oca, Macotela, Nava, López-Barrera, Martínez de la Escalera, Clapp
2006	Vasoinhibins: Endogenous regulators of angiogenesis and vascular function	<i>Trends in Endocrinology Metabolism</i>	Clapp, Aranda, González, Jeziorski, Martínez de la Escalera
2006	Vasoinhibins: A family N-terminal prolactin fragments that inhibit angiogenesis and vascular function	<i>Frontiers of Hormone Research</i>	Clapp, González, Macotela, Aranda, Rivera, Gardía, Guzmán-Morales, Zamorano, Vega, Martín, Jeziorski, Martínez de la Escalera
2006	Matrix metalloproteases from chondrocytes generate antiangiogenic 16K-prolactin	<i>Journal of Cell Science</i>	Macotela, Aguilar, Guzmán, Zermeño, Nava, Lavalle, Martínez de la Escalera, Clapp
2006	Prolactins inhibits the apoptosis of chondrocytes induced by serum-starvation	<i>Journal of Endocrinology</i>	Zermeño, Guzmán-Morales, Macotela, Nava, López-Barrera, Kouri, Lavalle, Martínez de la Escalera, Clapp
2006	Aquaporin-1: A novel promotor of tumor angiogenesis	<i>Trends in Endocrinology Metabolism</i>	Clapp, Martínez de la Escalera
2006	Opposite association of serum prolactin and survival in patients with colon and rectal carcinomas: influence of preoperative radiotherapy	<i>Digestive Diseases & Science</i>	Gutiérrez de la Barrera, Trejo, Luna-Pérez, López-Barrera, Martínez de la Escalera, Clapp
2007	In vivo transcriptional targeting into the retinal vasculature using recombinant baculovirus carrying the human fit-1 promoter	<i>Virology Journal</i>	Luz-Madrigal, Clapp, Aranda, Vaca
2007	Hormones and postpartum cardiomyopathy	<i>Trends in Endocrinology Metabolism</i>	Clapp, Thebault, Martínez de la Escalera
2007	Elevated vasoinhibins may contribute to endothelial cell dysfunction and low birth weight in preeclampsia	<i>Laboratory Investigation</i>	González, Parra, Ramírez-Pulido, García, Rivera, Martínez de la Escalera, Clapp
2007	17 β -estradiol directly regulates the expression of adrenergic and kisspeptin receptors in GT1-7 GnRH neurons	<i>Neuro endocrinology</i>	Jacobi, Martín, Nava, Jeziorski, Clapp, Martínez de la Escalera
2007	GABA inhibition of Cyclic AMP Production in immortalized GnRH neurons is mediated by calcineurin-dependent dephosphorylation of adenylyl cyclase 9	<i>Neuro endocrinology</i>	Martín, Jacobi, Nava, Jeziorski, Clapp, Martínez de la Escalera
2007	Retinopatía diabética y vasoinhibinas	<i>Revista Clínica Médica</i>	Moreno-Páramo, Rivera, Aranda, Salazar, Arnold, Quiroz-Mercado, Martínez de la Escalera, Clapp
2007	Prolactin-like hormone in the nematode trichinella spiralis larvae	<i>Experimental Parasitology</i>	Quintanar, Salinas, Guerrero, Gómez, Vidal, Aranda, Clapp
2008	Vasoinhibins: novel inhibitors of ocular angiogenesis	<i>American Journal of Physiology: Endocrinology & Metabolism</i>	Clapp, Thebault, Arnold, García, Martínez de la Escalera
2008	Vasoinhibins prevent retinal vasopermeability associated with diabetic retinopathy via protein phosphatase 2A dependent enos inactivation	<i>Journal of Clinical Investigation</i>	García, Aranda, Arnold, Thebault, Macotela, López-Casillas, Mendoza, Quiróz-Mercado, Hernández-Montiel, Lin, Martínez de la Escalera, Clapp
2008	Role of prolactin and vasoinhibins in the regulation of vascular function in mammary gland	<i>Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia</i>	Clapp, Thebault, Martínez de la Escalera
2008	Expression and cellular localization of prolactin and the prolactin receptor in mammalian retina	<i>Experimental Eye Research</i>	Rivera, Aranda, Riesgo, Nava, Thebault, López-Barrera, Ramírez, Martínez de la Escalera, Clapp

2009	Cathepsin D is a primary protease for the generation of adenylohypophyseal vasoinhibins: cleavage occurs with in the prolactin secretory granules	<i>Endocrinology</i>	Cruz-Soto, Cosío, Jeziorski, Vargas-Barroso, Aguilar, Carabez, Berger, Sattig, Thebault, Martínez de la Escalera, Clapp
2009	Hormonal regulation of angiogenesis	<i>Physiological Reviews</i>	Clapp, Thebault, Jeziorski, Martínez de la Escalera
2009	Effects of prolactin deficiency the early postnatal period on the development of maternal behavior in female rats: mothers milk makes the difference	<i>Hormones and Behaviour</i>	Melo, Pérez-Ledezma, Clapp, Rivera, Fleming, Arnold
2010	Vasoinhibins and the pituitary gland	<i>Frontiers of Hormone Research</i>	Méndez, Vega, Zamorano, Moreno-Carranza, Martínez de la Escalera, Clapp
2010	Prolactin in ovarian follicular fluid simulates endothelial cell proliferation	<i>Journal of Vascular Research</i>	Castilla, García, Cruz-Soto, Martínez de la Escalera, Thebault, Clapp

Fuente: INb-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011)

Una integrante de su equipo, la doctora Stephanie Thebault, investigador asociado agrega:

El tema de investigación está muy bien planteado en el campo a nivel internacional, por eso sus publicaciones están en revistas internacionales, todo el trabajo que sale es de muy buen nivel; funciona porque Carmen trabaja mucho. Hay varias temáticas, trabajamos con el ojo por ejemplo, Carmen ve mucho los vasos sanguíneos y ahorita estoy incluyendo la parte de neuronas de célula de la *glia*, hacemos la misma cosa pero en células diferentes que pertenecen a un mismo órgano para poder entender lo que pasa cuando inducimos diabetes en un animal, mantener todos los componentes celulares del mismo órgano, también añadir la temática de canales iónicos, pero nos apoyamos mutuamente y eso nos hace más fuertes (Thebault, INb-UNAM).

La línea de investigación en Regulación Hormonal de la Angiogénesis durante este periodo alcanzó una profundidad, solidez y reconocimiento, producto de su liderazgo y del trabajo en equipo con el firme propósito de llegar a desarrollar una estrategia terapéutica que pueda incidir en casos de artritis reumatoide, retinopatías vasoproliferativas, preeclampsia y cáncer; al respecto la doctora Clapp comenta, en el siguiente relato, su percepción sobre la dinámica alcanzada en su línea de investigación:

Casi los últimos años ha sido un trabajo fundamentalmente de nosotros, sí, siempre colabora uno, trata, para tener acceso a reactivos con investigadores extranjeros pero en cuanto a las ideas y el aporte al trabajo realmente no, ha sido fundamentalmente nuestro grupo. Nuestras proteínas inhiben la formación de vasos sanguíneos; lo ideal sería poder desarrollarlas para que fueran utilizados terapéuticamente en padecimientos que dependen de la sobreproducción vascular y que incluyen al cáncer, la artritis reumatoide y las retinopatías vasoproliferativas. Tenemos modelos

experimentales de las dos últimas. Nosotros ahora se los suministramos a las ratas y les bloqueamos los vasos sanguíneos; lo ideal sería podérselas administrar a las personas y tener esa opción terapéutica efectiva sin tener que depender de tratamientos que no siempre funcionan, eso estaría muy bien, pero es otro nivel de este trabajo, las cosas hay que empezar a hacerlas y hay que ser ambiciosos y sobre todo trabajar intensamente. Estoy proponiendo un modelo muy importante en el laboratorio de retinopatía diabética, pensamos que nuestras hormonas, nuestras vasoinhibinas tienen implicaciones para el pronóstico y para el tratamiento del padecimiento. Esto es importante, porque el tratamiento por excelencia es la aplicación de láser en la retina con la intención de cauterizar los vasos y evitar la producción de factores angiogénicos. Pero este tratamiento es destructivo en sí mismo y lesiona la retina. Sería de utilidad poder tener información de qué tanto va a progresar o no el padecimiento antes de aplicar el láser, entonces midiendo estas proteínas en sangre, pudiéramos tener algo de información. Por supuesto, también pudieran tener valor terapéutico. Soy bióloga, no médica, pero por razones de nuestro trabajo, nuestras propias colaboraciones con los médicos se da uno cuenta de los problemas serios que hay de salud y que además, se ligan a la situación económica tan difícil que tiene nuestro país. Estamos todos comprometidos porque tenemos que hacer mejor investigación básica, con la esperanza de que tuviera repercusiones en la salud para nuestro país (INb-UNAM).

A lo anterior, la doctora Thebault, miembro de su equipo, agrega:

Manejamos varias temáticas que van de lo clínico, tenemos colaboraciones con los hospitales y la idea es poder usar nuestras moléculas con terapias, pero también nos interesa, ¿Cómo funciona?, porque no queremos ir corriendo hacia la terapia y después de unos años darnos cuenta que había efectos colaterales que no vimos (Thebault, INb-UNAM).

La práctica de experimentación, publicación y participación en congresos, fueron tres elementos fundamentales que dan cuenta del dinamismo de su producción científica y nutrieron la línea de investigación; producto de ello, en los últimos 11 años con su equipo publicó 47 artículos, 7 capítulos de libros y realizó 62 participaciones en congresos como puede observarse en la Tabla 12.

Tabla 12. Productividad de 1999 a 2010
Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular

Años	Distinciones	Apoyos Proyectos CONACYT	Artículos Publicados	Capítulos Publicados	Libros	Docencias	Estancias Investigación	Experiencia Profesional	Tesis Dirigidas	Congresos
1978	1		1							1
1979										4
1980										6
1981			1							3
1982			3	1						2
1983	1									3
1984	1		1	1				Asoc C		6
1985	1		1	1			Berkeley			3
1986			2				Arizona			2
1987			3				Berkeley			4
1988	1	1	1	2		1	Berkeley	Titular A		11
1989	1		3							2
1990		1	2							7
1991	1		2	2		1	UCLA			3
1992	1	2	3			2	UCLA			7
1993	5 SNI I SNI II	1	1	2	1		Francia		1	8
1994	1		2					Titular B		9
1995	2 Premio AMC	1	3						2	14
1996			1						1	6
1997	1	2	3			1		Titular C	2	11
1998	1		2						1	6
1999	1	2	5						1	14
2000		2	2						2	7
2001	2	1	4						3	11
2002	3 SNI III	1	4	2			Alemania		2	7
2003		1	4						2	8
2004	1		4	2		1			2	7
2005	3	1	2			1			3	8
2006	4	1	6			1			2	
2007	3	1	7	1		1			2	
2008	5	1	4	1		1			2	
2009			3	1					3	
2010			2			1			5	
TOTAL	42	17	82	16	1	11	5	4	36	180

Fuente: INb-UNAM (2011) y CVU-Conacyt (2011).

(*) Al consultar el CVU en la plataforma de Conacyt; aparecen las ponencias de 2006 a 2010 sin el dato específico del año en que fueron presentadas; únicamente se citan los títulos de los trabajos, el nombre del congreso y el país donde fue presentado. El conocimiento de estos datos, incrementaría el total de participaciones que aparecen registradas al final de la columna.

Acercarse a la forma en que ha producido sus publicaciones, aporta elementos para situar la organización, el trabajo y la forma de liderazgo existente en su laboratorio, y apreciar lo que está detrás de cada artículo publicado. El siguiente relato que da cuenta a grosso modo del proceso seguido para producir un artículo, adquirir valor para dimensionar por ejemplo, lo que implica publicar siete artículos en un año, como ha sido su caso. A este respecto una integrante de su equipo, investigador asociado, describe:

La publicación es como la cereza en el pastel, la base empieza con una idea. Esta es la parte creativa y sigue lo científico, pero la idea viene principalmente de la doctora, de los investigadores maduros o porque es la idea del trabajo previo o también porque vamos a muchos congresos y de esta idea planteamos una hipótesis, por ejemplo la Prolactina estimula la proliferación de las células

endoteliales y a partir de ahí vamos con los estudiantes, con nosotros mismos, hacemos los experimentos y planteamos; tengo que tener mi cultivo de célula endotelial y le voy a poner Prolactina durante cuántos días y ahí empezamos a probar diferentes dosis, diferentes tiempos, hacemos el ensayo y si sale nos preguntamos ¿Cómo es que resultó esto? Vamos poco a poco así avanzando, afinando nuestra hipótesis que podría ser “la Prolactina aumenta la proliferación endotelial a través del óxido nítrico”, entonces por todo lo que sabemos, por hablar mucho entre nosotros, de decir tú ve esto, tú ya sé que el año pasado publicaste algo sobre esto ¿Me puedes ayudar? o también hablando con otros investigadores y todo el tiempo como nos dedicamos a esto, estamos en seminarios del laboratorio, del instituto, en conferencias, nos vamos nutriendo para poder sacar otra vez la idea más elaborada y con equis tiempo, vamos preparando las figuras o los resultados que ya tenemos y pensando ¿Qué hace falta? Después de unos meses o años de trabajo ya llega una historia completita según nosotros, luego viene la pregunta de ¿Es una historia así como muy buena, muy interesante para todos o no? o pensamos que es muy especializada, ¿Qué podemos hacer? porque en general cuesta de seis meses a dos, tres, cuatro o cinco años y siempre la pregunta es ¿Cómo lo podemos mejorar? Después vamos hacia los hospitales y planteamos protocolos de estudio para que puedan contestar a nuestras preguntas y así, colocando tabiques a un lado del otro para hacer una historia y cuando ya estamos convencidos de que se tiene que acabar, empezamos a armar todas las figuras, a escribir, a escoger una revista y ahí hay una serie de intercambios de los estudiantes que hicieron los experimentos, los investigadores y Carmen, hasta tener una versión que nos convenza a todos y ya la mandamos. Esperamos un mes que nos devuelvan los comentarios y seguimos trabajando si es que no lo aceptan y así, hasta que se publique (Thebault, INb-UNAM).

De 1978, año en que publicó su primer artículo en *Endocrinology* siendo estudiante de licenciatura, a 2010, han transcurrido 32 años de búsqueda y exploración continua, seria y comprometida con una producción científica sostenida que en el periodo de 1999 a 2010, se caracterizó por el reconocimiento disciplinario e institucional en México y en el extranjero, logrando con ello no sólo financiamiento de la UNAM y Conacyt, sino también apoyos internacionales y premios que trajeron recursos financieros para continuar sosteniendo su línea de investigación. Es en este periodo, justamente en que recibió premios, nombramientos y distinciones -sintetizados en la Tabla 13-, iniciando por la UNAM, universidades estatales, grupos de estudio especializados, grupos farmacéuticos nacionales y extranjeros, por el Conacyt, el SNI, universidades extranjeras, sociedades especializadas, en congresos internacionales especializados, fundaciones y laboratorios de investigación extranjeros,

particularmente en Europa -University of North Dakota, Gordon Research Conferences on Prolactin, Federación de Sociedades Europeas de Endocrinología, European Congress of Endocrinology, Society for Behavioral Neuroendocrinology, The endocrinologist, The Endocrine Society, Gordon Research Conference on Prolactin and Growth Hormone, American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology.

**Tabla 13. Reconocimientos de 1999 a 2010
Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular**

Año	Reconocimiento	País	Institución Otorgante
1999	Distinguished Physiologist Lecturer	EUA	University of North Dakota School of Medicine
2000	Conferencista Invitado	Reino Unido	19th. Joint Meeting Federación de Sociedades Europeas de Endocrinología
2000	Conferencista Invitado	EUA	Gordon Research Conferences on Prolactin 1988-2000
2001	Conferencista Invitado	EUA	7th. International Pituitary Congress
2001	Conferencista Invitado	Italia	5th. European Congress of Endocrinology
2002	Investigador Nacional Nivel III	México	Sistema Nacional de Investigadores 2002-2006
2002	Premio Bial FUNSALUD José Santos en Oftalmología	México	Fundación Mexicana para la Salud
2002	KEYNOTE	EUA	Society for Behavioral Neuroendocrinology
2004	Premio Sor Juana Inés de la Cruz	México	UNAM
2005	Comentario Editorial Inside Laboratory Investigation	EUA	Laboratory Investigation
2005	Premio GEN de Investigación sobre Defectos de Nacimiento	México	Grupo de Estudios del Nacimiento A.C.
2005	Premio Alejandrina a la Investigación y a la Creación Artística	México	Universidad Autónoma de Querétaro
2006	Premio Anual de Investigación Médica Dr. Jorge Rosenkranz	México	Grupo Roche Syntex
2006	Premio Bial en Oftalmología 2006	México	Fundación Mexicana para la Salud
2006	Reconocimiento Hot Topic	EUA	The Endocrinologist
2006	Conferencista Invitado	EUA	Gordon Research Conference on Prolactin
2008	Premios CANIFARMA 2008 en Investigación Básica	México	Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica CANIFARMA
2008	Miembro Comité Editorial	EUA	American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology
2008	Premios Bienales FUNSALUD 2008	México	Fundación Mexicana para la Salud FUNSALUD
2008	Premio de Investigación GEN 2008 sobre Defectos al Nacimiento en la Categoría de Investigación Biomédica	México	Grupo de Estudios del Nacimiento A.C.
2008	Presidente de Sesión	EUA	Gordon Research Conference on Prolactin and Growth Hormone

Fuente: INb-UNAM (2011) y CVU (2011).

Durante estos años, sus publicaciones continuaron en revistas internacionales de prestigio como *Frontiers of Hormone Research*, *Journal of Vascular Research*, *Endocrinology*, *Physiological Reviews*, *American Journal of Physiology: Endocrinology & Metabolism*, *Journal Clinical Investigation*, *Experimental Eye Research*, *Neuroendocrinology*, *Experimental Parasitology*, *Journal of Cell Science*, *Trends Endocrinology Metabolism*, *Digestive Diseases & Science*, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *Laboratory Investigation*, *European Journal of Neuroscience*, *European Journal of Cell Biology*, *Arthritis and Rheumatism*, *Journal of Cell Physiology*, *Journal of Biological Chemistry*. Su participación en congresos se caracterizó por la presentación de ponencias y conferencias magistrales, dando a conocer varios trabajos

en un mismo congreso, así como por una presencia constante desde sus primeros años de formación científica en los Congresos Nacionales de Ciencias Fisiológicas.

En este recorrido de su trayectoria, su investigación fue reconocida no sólo en el sector académico, sino también en el sector salud y farmacéutico, a la vez que incidió en campos como la oftalmología, cardiología y reumatología. No obstante las responsabilidades contraídas por sus nombramientos y distinciones, la producción de conocimiento fue constante y en diferentes niveles, como señala una de sus investigadoras asociadas:

La producción científica son los artículos que publicamos de experimentos; las revisiones que escribimos sobre el tema; los proyectos que nos otorgan tanto el Conacyt como el PAPIIT³¹ de la DGAPA³² de la UNAM; proyectos extranjeros de varias organizaciones internacionales; los premios que nos otorgan nacionales como internacionales para la doctora pero también para el equipo y aquí el dinero que sale de los premios es para participaciones a congresos; también nuestra participación a congresos; la doctora Clapp está invitada cada año a dar conferencias internacionales que también esto es otro nivel de producción; luego colaboraciones y formación de recursos humanos que es muy importante, aquí tenemos estudiantes que hacen el servicio social, licenciatura, maestría, doctorado y posdoctorado (Thebault, INb-UNAM).

La formación de recursos humanos es otra tarea académica que impulsó con sensibilidad, atención y decisión. Los estudiantes que pasan por su laboratorio se involucran en el proceso de investigación en curso, integrándose según su grado a las prácticas de experimentación, seminarios, asistencia a congresos y otras responsabilidades del equipo en un ambiente de socialización que los implica a todos en los diferentes proyectos que se realizan. De esta forma de organización y socialización entre los diferentes integrantes del equipo promovida por la doctora Clapp, la doctora Thebault, una de sus investigadoras asociadas refiere:

En el grupo trabajamos todos en los proyectos de todos, además de tener nuestro eje de investigación principal, esto lo hace muy

³¹ El Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). “Tiene la finalidad de apoyar y fomentar el desarrollo de la investigación fundamental y aplicada, la innovación tecnológica y la formación de grupos de investigación y de innovación tecnológica, cuyo diseño conduzca a la generación de conocimientos que se publiquen en medios del más alto impacto y calidad así como a la producción de patentes y transferencia de tecnología” (DGAPA, 2012).

³² Las siglas corresponden a Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA).

agradable porque no hay secretos, no hay competencia, el grupo compete pero para generar nuevos conocimientos. Sentir que lo que nos lleva es entender lo que pasa en el organismo, ¿Cómo se regula esto de la Prolactina? ¿Las vasoinhibinas en diferentes órganos? es lo que motiva a toda la gente aquí, hay días muy buenos, hay días muy malos, hay miles de eventos, es una microsociedad un laboratorio, pero en general todo camina bien porque tenemos un interés lo más objetivo que se pueda tener, pasamos por alto muchas problemillas porque hay este motor de querer entender cómo funciona, hay que generar muchas cosas, probar que sí somos buenas personas para hacer esto y que lo logramos, que pueden seguir confiando para que nosotros podamos seguir haciendo nuestro trabajo. La doctora sí ya tiene años de formar gente que sí se vuelve investigador de profesión y la otra, es que estos estudiantes logren tener becas por ejemplo la beca PEW Latinoamericana. Todo esto es como producción también (Thebault, INb-UNAM).

Desde la perspectiva de la doctora Clapp, la formación de recursos humanos para la investigación científica se ha venido haciendo cada vez más compleja, enfrentando obstáculos que la llevan junto con sus colegas a cuestionarse la pertinencia de este compromiso, la manera como lo hacen y a inquirir las limitaciones que encuentran en el país las nuevas generaciones de científicos egresados. De lo anterior, comenta:

Los investigadores estamos cuestionando seriamente si vale la pena formar tantos alumnos, porque es una responsabilidad, los ilusionamos, los formamos, que se esfuercen tanto y luego no encuentran lugar de trabajo. Cuatro de mis alumnos de Doctorado han obtenido una beca muy prestigiosa que es la beca PEW Latinoamericana, donde compiten con muchos estudiantes de Latinoamérica, les dan dinero para hacer investigación en el extranjero y dinero para traer a sus países y los que no se la han ganado, si han tenido la habilidad de hacer una estancia posdoctoral pero sí, al menos han conseguido hacer un posdoctorado con éxito, pero luego no han obtenido opciones de trabajo y están frustrados. De mis alumnos, uno es investigador en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, dos o tres que están en el IMSS, hay una estudiante que es extraordinariamente capaz que se quiso quedar en Estados Unidos y ha sido difícil pero obtuvo ya una posición académica. Otro de mis alumnos también probablemente no regrese, porque no tiene opciones de trabajo en México (INb-UNAM).

La doctora Clapp se ha encontrado en este periodo de consolidación de su trayectoria constituyendo su propio estilo de liderazgo, a la vez que es la líder de grupo

y ocupa este lugar sin duda alguna, pues casi todo radica alrededor de ella, sabe de todos los proyectos, orienta y guía todas las ideas; básicamente, se ha abierto a que otras personas puedan intervenir y estimula la participación de todos los integrantes del grupo. Esta característica se identificó en las opiniones de los integrantes de su equipo, en la dinámica de un seminario interno del laboratorio, al referirse a sus colaboraciones con otros investigadores nacionales o extranjeros. Al respecto señala:

Esa cuestión de antes, de que el investigador jefe es el que sabía todo y no podías decir nada, es imposible hoy en día. No sé cómo funcionaban los laboratorios con esa filosofía, porque estamos haciendo tantas cosas que es imposible que alguien sepa todo. Todos están estimulados a participar, a contribuir y es que ese es el placer de la profesión, el probar nuevas ideas, es que si le quita uno eso a la gente, se queda sin nada, no vale la pena todo su esfuerzo, mucho trabajo. Aquí viene la gente los fines de semana, tengo estudiantes de la provincia, están aquí estudiando su posgrado y no ven a su familia en seis meses, llegan las vacaciones y no se van, tienen que disfrutar lo que hacen, entonces el estímulo, es que se van a los congresos y ven a la gente que admiran, de los que estuvieron leyendo sus trabajos y que ahí los escuchan y no tiene comparación, eso los alienta a seguir y no hay quien los pueda frenar (INb-UNAM).

Y en relación con sus colegas y el desarrollo de estrategias de intercambio o financiamiento, también se reconoce esta actitud de apertura, en las diferentes posibilidades de colaboración que ha podido construir con mayor amplitud o por periodos diferidos. De estas experiencias cita:

Algo que nos ha funcionado muy bien, es con mi pareja, con Gonzalo Martínez de la Escalera, somos muy respetuosos, cada quien tiene su línea de trabajo, pero hemos podido interaccionar estupendamente desde el punto de vista conceptual y compartiendo recursos, compartiendo experiencias y eso nos ha potenciado muchísimo. Cuando estaba trabajando con Richard Weiner se incorporó un grupo de Bélgica del doctor Joseph Marcial que ahora son competidores, él era un biólogo molecular muy bueno y preparó estas proteínas que yo había purificado de otra manera a través de técnicas recombinantes y eso facilitó mucho nuestro trabajo, hicimos una buena mancuerna y después de unos años fue a través de una colaboración con Sue-Hwa-Li investigadora del “MD, Anderson de Houston”, que desarrollamos la producción recombinante de las vasoinhibinas en células de insecto lo que se tradujo en un buen impulso a nuestro trabajo. Recientemente también hice colaboración con un grupo del Instituto Nacional del Ojo de los Estados Unidos con el doctor Peter Collosi, quién generó vectores de virus

adenoasociados que transducen vasoinhibinas. Uno tiene que moverse y desarrollar estrategias, en México uno de los problemas que tenemos es que hay buenos científicos pero somos especialistas de temas muy selectos, no hay grupos grandes que trabajen en cosas afines, sino que somos muchos individuos, entonces establecer colaboraciones aquí no es tan sencillo, sin embargo, también tengo una buena colaboración para resolver problemas metodológicos con investigadores del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, el doctor López Casillas que me ayuda en producir las vasoinhibinas recombinantes y también con un investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes que es un cirujano extraordinario que viene periódicamente a preparar nuestros modelos fisiológicos de artritis. Sí somos un grupo grande. Para tener éxito en esto, somos siempre un grupo, no se puede hablar de individuos (INb-UNAM).

A más de tres décadas de dedicación plena a la investigación científica en un esfuerzo comprometido, congruente con su ética construida, creando y recreando su tema de investigación, continúa en una prolífica e intensa producción científica. Ejemplo de ello son los 36 trabajos presentados en congresos por su equipo, sólo durante 2011, dados a conocer a través de la plataforma Reportes SALVA del INb-UNAM (2012).

De la investigación científica como profesión, la doctora Clapp comenta:

Es una profesión complicada, porque no te puedes quedar tranquila tienes que estar innovando. Hemos trabajado mucho y hemos generado publicaciones serias, buenas. Y ahora creo que es el mejor momento de toda mi carrera porque ahora tengo ayuda, ya de investigadores formados, la UNAM me ha apoyado con investigadores asociados, recientemente cuento con una investigadora destacada es extranjera y tuve la posibilidad de contratar a otra alumna de doctorado muy brillante, hizo su posdoctorado en Harvard y ahora es investigadora asociada de mi grupo, también cuento con investigadores posdoctorantes de Alemania, de España. Como tengo ya ese apoyo de gente más formada, es mucho más lo que se puede hacer, eso nos debe de dar fuerza y debemos poderlo cosechar para hacer todavía más de lo que hemos venido haciendo (INb-UNAM).

Pares extranjeros como la doctora Stephanie Thebault,³³ que se incorporó aproximadamente hace cuatro-cinco años a su grupo de investigación, se refiere a la

³³ Investigadora extranjera con formación científica en Electrofisiología; realizó el posgrado en Francia y su estancia posdoctoral en Holanda. Actualmente adscrita al Departamento de Neurobiología Molecular y

doctora Clapp y a su investigación científica señalando que hay muy poca gente con su visión y cita:

Mi primer interés fue en su tema de investigación, me gustó el proyecto, cómo la gente trabaja. Ella es fisióloga, integra todo lo que sabe y lo que se sabe en un organismo entero, luego va en un órgano en específico para ver ¿Cómo lo que pasa en la sangre va a afectar una zona en particular? Hoy en día los fisiólogos ya desaparecen, pero gente que sabe tanto, hay menos y menos, entonces me encuentro con ella que tiene una experiencia valiosa, pero sobre todo, que se está volviendo única, no es la única, pero si contamos, hay muy poca gente que tiene su visión (INb-UNAM).

En estos casos, entre las condiciones que marcan la consolidación de las trayectorias pudieron identificarse como fundamentales: la continuidad en proyectos simultáneos con diferentes alcances, la libertad plena de investigación y una vinculación internacional relacionada con un alto nivel en investigación científica.

La práctica de experimentación, las publicaciones y la participación en congresos aparecen como elementos centrales del dinamismo de su productividad científica en la cual integran la formación de recursos humanos de alta calidad, dando origen a nuevas líneas de investigación.

Conclusiones

Esta investigación pretendió, a través de tres casos en ciencias exactas y naturales, identificar cuáles fueron los recursos con los que lograron construir una trayectoria de prestigio y cuáles las condiciones que les permitieron una participación consolidada en la comunidad científica nacional e internacional.

Conforme el proceso de investigación avanzó, permitió develar que en los casos de estas trayectorias, los recursos comprometidos se refieren a un entretendido de elementos diversos que correspondían a planos diferenciados, entre los cuales se pudieron reconocer políticas públicas, de educación superior, institucionales, de ciencia y tecnología, de productividad científica; procesos de institucionalización de disciplinas, dinámicas de campos específicos de conocimiento, el desarrollo de nuevas perspectivas en la ciencia, la modificación de agendas y prioridades de la investigación científica en los ámbitos internacional y nacional, la dimensión de internacionalización de científicos mexicanos; culturas institucionales, prácticas situadas, generaciones de científicos pioneros consolidados, elementos coyunturales, el momento oportuno y, por supuesto, las capacidades de los sujetos, recursos que tuvieron peso sobre las trayectorias y que únicamente con fines análíticos pueden ser disociados.

Esta situación permitió valorar que una trayectoria de prestigio no se construye únicamente a partir de las capacidades de los sujetos, sino que éstos operan dentro de contextos específicos y marcos de regulación que los acotan, aunque no los determinan, y que existen aspectos contextuales, cambios y desafíos que afectan a las disciplinas, los grupos y tienen efectos particulares concretos en las instituciones y las trayectorias, los cuales pueden traducirse en condiciones favorables o no para alcanzar una posición de prestigio legitimada por la comunidad científica.

En estos casos, las trayectorias académicas tuvieron soporte en recursos -científicos, institucionales, humanos y de contexto- y condiciones relacionados particularmente con la dimensión formativa, simbólica, de productividad e impacto, el doctorado, el posdoctorado, la formación en el extranjero, las culturas propias del campo disciplinario específico y de los espacios materiales y simbólicos donde construyeron su formación científica fundamentalmente orientada por valores de excelencia, competitividad, internacionalización y prestigio (Álvarez Mendiola, 2002), teniendo por objetivo el avance y desarrollo de la ciencia y la vinculación investigación-sociedad en la que el trabajo científico es capaz de dar soluciones a problemas.

Dimensión formativa

La dimensión formativa permitió anudar elementos desarrollados en la tesis con respecto a los recursos, las condiciones y contenidos, así como las capacidades obtenidas primordialmente a través del proceso de socialización, los cuales conformaron la estructura fundamental de su formación científica y fueron relevantes para construir una trayectoria de prestigio. Algunos recursos y condiciones definitorios identificados que dieron soporte al proceso de socialización fueron:

- a) Las instituciones, que ofrecieron condiciones de trabajo, oportunidad de acceso a recursos, plataformas en infraestructura y financiamiento que hacían posible prácticas experimentales, investigación de frontera, multidisciplinaria y vinculada al desarrollo tecnológico, con posibilidad de participar en procesos de desarrollo de investigación, además de buscar consolidar y desarrollar la investigación en su campo con liderazgo y, promover y hacer visible el conocimiento de sus capacidades.
- b) Investigadores líderes, pioneros, formados en el extranjero en discusiones de frontera con interés por consolidar la actividad científica, difundir el trabajo realizado y organizar espacios para la discusión científica. Con una dedicación plena a la investigación entraban a la actividad experimental en trabajo directo con las investigadoras mostrando su forma de pensar, planear y desarrollar la experimentación como piedra angular para producir conocimiento.
- c) Prácticas que se caracterizaron por pretensiones conjuntas, entre patrones y dinámicas de investigadores expertos con una organización para promover la colaboración y el intercambio, producir investigación de primer nivel, generar conocimiento y su publicación.
- d) Contenidos que marcaron el inicio de la investigación en disciplinas producto de la formación en el extranjero de sus maestros.
- e) Una concepción de investigación como una práctica que se ejerce en colectivo, en la cual lo que se produce es de trascendencia para otros y se realiza con autonomía y libertad.
- f) Una concepción de laboratorio como un “espacio estricto de producción” e “intereses comunes de desarrollo de conocimiento científico”.
- g) Finalmente, una dinámica de sus disciplinas caracterizada por su inclinación a la investigación científica, concentradas en el desarrollo de la ciencia y una orientación más rápida al posgrado.

Estos recursos referidos por las investigadoras implicaron procesos de apropiación de un capital científico que fue susceptible de ser movilizado y capitalizado para poder participar en comunidades con prácticas científicas de frontera, acceder a polos particulares de conocimiento científico en el extranjero, asegurar la pertenencia a determinadas áreas disciplinarias, investigaciones en red y contar con herramientas para inscribirse en sistemas de promoción de investigadores (Gérard y Grediaga, 2009).

Dimensión simbólica

La formación científica de las tres investigadoras se constituyó en una convivencia cotidiana en que la producción de conocimiento resultaba de la relación de los maestros y los alumnos, entre patrones y dinámicas establecidas por prácticas expertas, en tradiciones metodológicas formativas y a partir de tres componentes fundamentales: la producción científica del investigador, los vínculos establecidos con ellos y los procesos de formación.

Un elemento primordial en esta convivencia cotidiana fue el trato personal con los investigadores, el aprender a trabajar directamente con los científicos conociendo su forma de pensar, de atacar un problema, hablando continuamente con ellos, en una atención personalizada a través de una relación intensa y cercana que se materializó en la posibilidad de participación en ambientes de producción de conocimiento y exposición de resultados, la oportunidad de construir conocimiento situado en esfuerzos de colaboración asociados a propósitos que se comparten, mediados por el diálogo y enfrentando desafíos desde la diferencia de los sujetos.

La relación intensa y cercana con una generación de investigadores formados en los años sesentas y setentas, pioneros en su campo, que formaron los cimientos de proyectos científicos de importancia para el país y les tocó vivir los inicios de la investigación en ciertos campos, portadores de un conocimiento de frontera, con formación en el extranjero, dedicación plena a la investigación científica, asumida como profesión y pasión, con prácticas rigurosas, legitimados por su conocimiento científico y con poder académico, pero que además acompañaron a las científicas en su formación mostrando sus formas de hacer investigación científica produjo, por una parte, referentes de interacción, pautas de comportamiento, valores, formas de ser, actuar y pensar, sistemas de regulación normativa, compromiso social y ética científica,

por otra parte, gestó un reconocimiento intersubjetivo con sus maestros estableciendo vínculos y produciendo una movilización de procesos psíquicos subjetivos -afectos, idealizaciones, deseos, transferencias.

A partir de estos vínculos, se constituyó una síntesis producto de un acto de subjetivación de lo que significa “ser científica”, como un “acto de organización compleja que emerge de la relación del sujeto con el mundo y los demás” (Anzaldúa, 2011: 68), referido a un conjunto de procesos que constituyen al sujeto en su dimensión psíquica (identificaciones, significaciones imaginarias, vínculos, deseos, fantasías) y socio – histórica (saberes, valores normas, formas de ejercicio del poder)” (Anzaldúa, 2011: 69) lo cual tuvo efecto en sus decisiones para la orientación de su formación científica, la construcción de su trayectoria y la elección de su objeto de investigación, así como en la definición por la investigación científica como actividad profesional prioritaria a cualquier otra tarea académica.

Dimensión de productividad e impacto

Otro conjunto de condiciones de la formación científica común en las tres investigadoras que se apropió como práctica y contribuyó notablemente a la construcción de una trayectoria de prestigio está referido a su socialización en: a) instituciones con una trayectoria como centros productivos y dinámicos, b) en los cuales el trabajo que se produce importa y se busca que tenga un impacto para otros, más allá del contexto inmediato, c) se orienta por valores de calidad, eficiencia, prestigio y competitividad, d) se produce en diferentes niveles -se abordan varias temáticas, tienen colaboraciones, se realizan revisiones del tema, participaciones en congresos, se desarrollan proyectos y se publican artículos sobre los experimentos-, en síntesis, fueron socializadas en culturas de generación de conocimiento y su publicación en revistas de circulación internacional.

Lo anterior permitió emitir la hipótesis de una significación de productividad compartida entre las científicas, como resultado de una investigación sistemática y una práctica científica sólida que se produce en colectivo, transcurre entre debates y discusiones de frontera, produciendo temas, enfoques teóricos y aspectos metodológicos como resultado de un plan o programa de investigación deliberado que precisa de una línea de investigación como un elemento fundamental para generar proyectos y buscar recursos.

El doctorado

Las tres científicas coincidieron en señalar al doctorado como un punto de inflexión en su formación científica y en la constitución de su trayectoria, referido como un tiempo y espacio que implicó un cambio en las formas de producción en la investigación científica. Los recursos y condiciones que coexistieron, considerando aún las diferencias de los campos disciplinarios, señalaron que se tradujo en capacidades relacionadas con: la articulación de conocimientos específicos y especializados -teórico-conceptuales, metodológicos, de instrumentación, recoger y vincular el análisis del trabajo experimental generado por grupos expertos- y solidez en la experimentación, con los matices que esta actividad científica implica en cada uno de sus campos, articulación que definieron como fundamental para lograr un hallazgo científico y producir conocimiento.

Fue el doctorado donde se materializó un entrenamiento de primer nivel, la estructuración de la actividad científica en proyectos concretos, la apropiación de estándares internacionales, estableciendo prioridades con claridad, el intercambio y la colaboración con otros y el registro del tiempo como un elemento fundamental que guarda relación con la producción científica y la competitividad.

Dejó un sello en su forma de “hacer ciencia” y “huellas” de la socialización en prácticas de publicación científica, adecuación de su productividad a los criterios nacionales, participación en la producción de los centros de investigación donde se formaron, definiendo pertenencia, identificaciones y filiaciones que implicaron criterios de distinción.

El doctorado tuvo incidencia en la dimensión laboral como soporte fundamental para continuar con dedicación plena a la investigación científica, en su adscripción en sistemas de promoción de investigadores, en el establecimiento de relaciones y vínculos y la apropiación de capacidades para participar con autonomía, libertad y seguridad en futuros espacios de investigación científica de alto nivel.

El posdoctorado

La reconstrucción de las trayectorias y los relatos permitieron identificar al posdoctorado como una instancia de legitimación en su formación científica. Haber realizado el posdoctorado en el extranjero implicó integrarse a espacios de

socialización científica de excelencia, reconocidos por la calidad de sus recursos y capitales disciplinarios, con programas de investigación claramente definidos, nuevas formas de practicar el trabajo científico en problemas de frontera, con acceso a redes extranjeras y una cultura científica de alta productividad en publicaciones.

El posdoctorado tuvo efectos en la construcción de su trayectoria y adquisición de prestigio, porque fue fundamental en los tres casos para la concreción de aportaciones a su campo disciplinario. Trajo la apertura de líneas de investigación inexistentes en México, redituó en colaboraciones y coautorías en redes extranjeras a la producción de conocimiento científico local y en el fomento de la productividad científica a través de financiamientos para el desarrollo de proyectos en ciencia básica, la formación de recursos humanos de alta calidad y la publicación de manera ininterrumpida sobre el tema en la comunidad científica internacional, posicionando a las investigadoras como referentes en su campo disciplinario y en la comunidad científica nacional e internacional.

La formación en el extranjero

La formación en el extranjero no sólo tuvo efectos de legitimidad y prestigio en las trayectorias de las científicas; fundamentalmente, produjo cursos de reconfiguración en su formación científica, que incidieron directamente en la forma de producir conocimiento y de realizar el trabajo científico.

El acceso a lugares altamente competitivos, orientados especialmente a la investigación, con capacidades que destacan a nivel internacional por sus recursos humanos, materiales y de financiamiento, líderes en producción de conocimiento dirigido a la comunidad científica internacional del campo, con equipos de investigación que realizan revisiones exhaustivas de frontera y abren nuevas áreas o temas de investigación con un alto nivel de productividad, contribuyeron a la solidez de su formación científica. Y no sólo eso, también tuvieron incidencia en el plano personal dada la presión de pares, la exigencia, la producción sostenida y las expectativas en proyectos competitivos de alta calidad.

El campo disciplinario

Las trayectorias tuvieron lugar en campos emergentes que iniciaron la apertura y construcción de áreas de investigación en diversos sistemas de conocimiento, con líneas de investigación fructíferas que formaron los cimientos de centros de investigación y el origen de proyectos académicos que implicaron el desarrollo de investigación científica en México, el crecimiento de comunidades disciplinarias e instituciones que creaban modelos de formación de científicos, enfoques, temas y aspectos metodológicos que trajeron compromisos de crear e invertir en infraestructura, instrumentaciones de avanzada, adquisición de equipos, apertura de plazas y daban origen a la creación de departamentos de investigación, y con ello, a la construcción de culturas propias. Todas estas fueron condiciones favorables para iniciar su formación científica y la construcción de sus trayectorias.

Finalmente, las trayectorias evocan movimiento en que se articulan tiempo y espacio, pero resultan de la proyección de un entretejido dinámico que implica una síntesis, a partir de nuevas integraciones, como expresión de prácticas sociales, en las que confluyen no sólo contextos sino también múltiples construcciones de sujetos, amarradas por vínculos, transferencias y deseo de saber.

Esta investigación permitió identificar algunos recursos y condiciones que impactaron en la formación científica y en la constitución de la trayectoria de las tres investigadoras para contar hoy con una posición de prestigio en el desarrollo de su campo disciplinario y en la comunidad científica nacional e internacional; sin embargo, se hace necesario tener presente algunas consideraciones antes de concluir:

Primero

Reconocer el acotamiento de los instrumentos utilizados en el trabajo de campo, con sus implicaciones en la reconstrucción de los recorridos existenciales y de profesionalización, sobre todo si se tiene en cuenta que las entrevistas, por ejemplo, suponen un conjunto de representaciones inscritas en la memoria de los sujetos que inciden en su narración, e implican límites a sus recorridos existenciales y de profesionalización a través de los cuales atribuyen sentidos; que los CVU como una oficialización de la presentación pública ofrecen una descripción rígida bajo un mecanismo de producción unificado que responde a una lógica que rige el mercado de la producción del discurso sobre sí mismo; por su parte, los documentos institucionales, los datos que proveen son la realidad social que los sujetos han logrado construir, tal como la perciben desde su universo cultural, y las bases de datos están

sujetas al diseño de plataformas estructuradas por los fines de las instituciones, por tanto, ofrecen estructuras diferenciadas y aproximaciones heterógeneas a los datos.

Segundo

Las trayectorias reconstruidas suponen proyectos de vida y carrera planeados y articulados en términos reflexivos y prospectivos, lo cual permite emitir la hipótesis de la existencia en los sujetos de cierto capital social y cultural como recursos operantes en la vida cotidiana durante su formación científica y la construcción de sus trayectorias; sin embargo, en la reconstrucción de éstas, también fue posible identificar crisis y conflictos localizados, superados pero presentes en la memoria de los sujetos, como el tránsito entre una y otra familia científicas, la socialización cultural y académica en tradiciones de trabajo diversas y la incidencia de ciertos aspectos contextuales en su práctica científica: económicos, de políticas públicas, de financiamiento, de priorización de la investigación aplicada, tendencias en investigación científica, por ejemplo.

Tercero

Está pendiente por incorporar a este trabajo los procesos de apropiación a formas de profesionalización diversos, en México y en el extranjero; las operaciones cotidianas implicadas en sus “maneras de hacer ciencia”, el sistema de esquemas incorporados que, constituidos en el curso de la historia colectiva de los grupos de formación, son apropiados en el curso de la historia individual y funcionan en la práctica científica.

Una formación científica que tiene como resultado una efectividad práctica, demanda de tácticas y estrategias que implican procesos de apropiación. Interesaría develar cómo se producen éstos en un grupo de práctica concreto, cómo se forman los sujetos y cómo suceden los procesos de transferencia en el cruce y curso de la historia del grupo y de la historia individual.

Una investigación que se interne en estos procesos en un grupo concreto, podría contribuir a dar cuenta de cómo se construyen historias de transmisión y transferencia que dan lugar a ciertas formas de profesionalización.

Bibliografía

- Academia Mexicana de Ciencias (2011a) *Miembros activos, premios nacionales. Enero 2010*, México.
- _____ (2011b) *Organización*, México, <<http://www.amc.unam.mx/>> (28 de diciembre, 2011)
- Academia de Ciencias de Morelos (2010) *Perfiles de Miembros*, México, ACM.
- Altbach, Philip (2001) “El modelo académico norteamericano desde una perspectiva comparada” en Altbach, Philip *Educación superior comparada. El conocimiento, la universidad y el desarrollo*. Buenos Aires/Madrid: Cátedra UNESCO de Historia y Futuro de la Universidad-Universidad de Palermo, pp.120-147.
- Álvarez Mendiola, Germán (2002) “Las tensiones del cambio: modelos académicos de ciencias sociales y legitimación científica en México. Un estudio comparativo de tres casos”, Tesis de doctorado, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Anzaldúa Arce, Raúl E. (2004) *La docencia frente al espejo. Imaginario, transferencia y poder*, México, Universidad Autónoma Metropolitana–Xoc.
- _____ (2010) *Imaginario social: creación de sentido*, Universidad Pedagógica Nacional, México.
- Arámburo, Carlos (2012) “Polos regionales de desarrollo. El caso de Campus Juriquilla”, ponencia presentada en la 5ª. Reunión sobre Legislación y Política en Ciencia, Tecnología y Educación Superior en las Regiones Centro-Sur y Metropolitana, México, <http://www foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/quinta/presentaciones/arambulo.pdf> (10 de junio, 2012).
- Arellano Hernández, Antonio (2010) “Antropología: contribución de las etnografías de laboratorio al programa de la Antropología” en *Innovación ante la sociedad del conocimiento. Disciplinas y enfoques*, México, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Plaza y Valdés Editores, pp. 79-98.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, ANUIES (2009) *Anuario estadístico*, México, ANUIES.
- Aretxaga, Itziar (2008) “El Estado de la Astronomía en México”, México, <http://www.inaoep.mx/~itziar/papers/AMC_astro08_final.pdf> (18 de julio, 2011).
- Bartolucci, Jorge (2000) *La modernización de la ciencia en México. El caso de los astrónomos*, México, Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Plaza y Valdés Editores.
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) (2004) *Dr. Carlos Beyer Flores. Doctor Honoris Causa*, Cuadernos del Honorable Consejo Universitario, Serie: Reconocimientos y Méritos, Cuaderno No. 41, México, BUAP.
- Bertaux, Daniel (2005) *Los relatos de vida. Perspectiva etnosociológica*, Barcelona, Ediciones Bellaterra.

- Bertely, María (2002) *Conociendo nuestras escuelas. Un acercamiento etnográfico a la cultura escolar*, México, Paidós.
- Bolívar Zapata, Francisco (2011) “Creación y consolidación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y su transformación en el Instituto de Biotecnología de la UNAM”, México, <www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_01.pdf>.
- Bourdieu, Pierre (1999) *La miseria del mundo*, Argentina, F.C.E.
- Brunner, José Joaquín (2007) *Universidad y Sociedad en América Latina*, México, Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones en Educación.
- Calva Mercado, Edmundo (2009) “El nacimiento de la biología molecular”, México, <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOLOGIA_MOLECULAR.html>.
- Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) UNAM (2011) “¿Quiénes somos?”, México, <<http://www.crya.unam.mx/web/es/mmquienessomos>> (20 de marzo, 2011).
- _____ (2012) “Líneas de investigación”, México, <<http://www.crya.unam.mx/web/lineas-de-investigación>> (30 de abril, 2012).
- Consejo Consultivo de Ciencias (CCC) de la Presidencia de la República (2011) “Semblanzas. Flavio Mena Jara”, México, <<http://www.ccc.gob.mx/semblanzas/508-flavio-mena-jara>> (10 de noviembre, 2011).
- _____ (2011) “Un sustrato fundamental de origen. Carlos Beyer Flores”, México, <<http://www.ccc.gob.mx/>> (28 de marzo, 2011).
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2010) “Reglamentación”, México, <http://www.conacyt.gob.mx/Reglamentación/SNI_Reglamento_2010.pdf> (20 de octubre, 2010).
- _____ (2011) “Indicadores de ciencia y tecnología”, México, CONACYT.
- _____ (2011) “Currículum Vitae Único (CVU)”, México, <<http://siicyt.gob.mx/siicyt/consultasCvu/>> (2 de marzo, 2011).
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicet) (2012) “Redes científicas”, Argentina, <<http://www.conicet.gob.ar/>> (6 de octubre, 2012).
- Didou, Sylvie y Etienne Gérard (2010) *El Sistema Nacional de Investigadores, veinticinco años después: la comunidad científica entre distinción e internacionalización*, México, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Didou A. y Remedi E. (2008) *De la pasión a la profesión. Investigación científica y desarrollo en México*, México, Editorial Casa Juan Pablos.
- Dirección General de Administración Escolar (DGAE) UNAM (2011) “Plan de Estudios de la Licenciatura en Física 1976-1981”, México, <<http://www.dgae.unam.mx>> (25 de noviembre, 2011).
- Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA) UNAM (2012) “Programa de Apoyo a proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT)”, México, <<http://www.dgapa.unam-mx>> (20 de mayo, 2012).

- El Colegio Nacional (2007) "Miembros. Astronomía. Peimbert Sierra, Manuel", México, <<http://www.colegionacional.org.mx>> (20 de enero, 2012).
- García Guevara, Patricia y Martha Caballero (2007) *Curso de vida y trayectorias de mujeres profesionistas*, México, El Colegio de México.
- García Salord, Susana (2000) "La carrera académica: escalera de posiciones y laberintos de oportunidades", ponencia presentada en el Encuentro de Especialistas en Educación Superior, México, CEIICH-UNAM.
- _____ (2001) "Las trayectorias académicas: de la diversidad a la heterogeneidad", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6 (11): 1-13.
- _____ (2010) "El currículum vitae: entre perfiles deseados y trayectorias negadas", *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1 (1), 103-119.
- Gérard, E. y Rocío Grediaga (2009) "¿Endogamia o exogamia científica? La formación en el extranjero, una fuerte influencia en las prácticas y redes científicas, en particular en las ciencias duras" en S. Didou y E. Gérard (eds.) *Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas*, México, ISEALC/CINVESTAV/IRD, pp. 137-160.
- Gil Antón, Manuel (2002) "Amor de Ciudad Grande: una visión general del espacio para el trabajo académico en México", *Sociológica*, 17 (49): 93-130.
- Goetz J.P. y LeCompte, M. (1988) *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*, Madrid, Ediciones Morata.
- Grediaga, Rocío (2004) *Profesión académica, disciplinas y organizaciones. Procesos de socialización y sus efectos en las actividades y resultados de los académicos mexicanos*, México, ANUIES.
- Guber, Rosana (2011) *La etnografía. Método, campo y reflexividad*, Argentina, Siglo XXI.
- Guevara Ruiseñor, Elsa y Alba García López (2010) "Orden de género y trayectoria escolar en mujeres estudiantes de ciencias exactas y naturales", *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 18 (46): 10-17.
- Entrevista IBt (2011) Doctora María Alejandra Bravo de la Parra, Instituto de Biotecnología de la UNAM, Morelos, 4 de mayo.
- Entrevista CRyA (2011a) Doctora Estela Susana Lizano Soberón, Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM, Ciudad de México, 9 de mayo.
- Entrevista CRyA (2011b) Doctora Estela Susana Lizano Soberón, Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM, Michoacán, 1 de junio.
- Entrevista INb (2011a) Doctora María del Carmen Clapp Jiménez Labora, Instituto de Neurobiología de la UNAM, Querétaro, 22 de junio.
- Entrevista INb (2011b) Doctora Stephanie Thebault, Investigador Asociado, Instituto de Neurobiología de la UNAM, Querétaro, 22 de junio.
- Hamui Sutton, Mery (2002) "Los científicos: crisol de valores, sentimientos, y vivencias colectivas en la organización social del conocimiento científico", *Sociológica*, 17 (49): 163-203.

- _____ (2012b) "Plataforma de Información – SALVA", México, <<https://132.248.142.23/users/sing-in>> (20 de mayo, 2012).
- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) (2008) "Antecedentes históricos", México, <<http://www.inaoep.mx>> (15 de agosto, 2011).
- Jiménez, Marisela (2009) "Tendencias y hallazgos en los estudios de trayectoria: una opción metodológica para clasificar el desarrollo laboral", *Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE)*, 11 (1).
- Kaës, René (1978) "Prólogo" en Didier Anzieu et. al. *El trabajo psicoanalítico en los grupos*, México, Siglo XXI Editores, pp. 9-16.
- Kent Serna, Rollin (1986a) "Los profesores y la crisis universitaria", *Cuadernos Políticos*, (46): 41-54.
- _____ (1986b) "¿Quiénes son los profesores universitarios? Las vicisitudes de una azarosa profesionalización", *Crítica*, (28): 5-19.
- Knorr C., Karin (2005) *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*, Argentina, Universidad Nacional de Quilmes.
- Kreimer, Pablo (2003) "Conocimientos científicos y utilidad social", *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XIV (26).
- _____ (2009) *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*, Argentina, Siglo XXI Editores.
- Landesmann, Monique (2001) "Trayectorias académicas generacionales: constitución y diversificación del oficio académico", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 6, Núm. 11, enero-abril, México, COMIE, pp. 1-16.
- Landesmann, Monique (2004) "La comunidad académica como espacio de socialización de científicos de la UNAM. El caso de los bioquímicos "herederos" de la Facultad de Medicina de la UNAM (1957-1974)" en *Instituciones educativas: Sujetos, historia e identidades*, México, Plaza y Valdés, pp. 59-92.
- Latour Bruno y Steve, Woolgar (1995) *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Editorial Alianza.
- Ledesma-Mateos, Ismael (2009) "Algunas consideraciones teóricas", en *Biología, institución y profesión: centros y periferias*, México, Educación y Cultura, pp. 9-60.
- Litwin, Edith (1997) "Nuevas perspectivas de análisis en la agenda didáctica" en *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*, Barcelona, paidós, pp. 77-95.
- Lomnitz, Larisa y Jacqueline Fortes (1991) *La formación del científico en México: adquiriendo una nueva identidad*, México, Siglo XXI Editores.
- _____ (2008) *Lo formal y lo informal en las sociedades contemporáneas*, Santiago de Chile, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana.
- Mena Jara, Flavio (2008) "Carlos Beyer, Premio Nacional de Ciencias 2007", *La Crónica de Hoy*, 27 de febrero.
- Nasio, J. David (1988) *Enseñanza de siete conceptos cruciales del psicoanálisis*, España, Editorial Gedisa.

- National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC) (2012) “Observatorio de Arecibo”, Puerto Rico, <<http://www.naic.edu/public/descep.htm>> (20 de enero, 2012).
- National Astromical Observatory of Japan (NAOJ) (2012) “Radio Observatorio de Nobeyama (NRO)”, Japón, <<http://www.nro.nao.ac.jp/en/>> (20 de enero, 2012).
- Paredes, Raúl (2011) Plan de Desarrollo 2008-2011 del Instituto de Neurobiología de la UNAM, México, <http://www.inb.unam.mx/director/plan_desarrollo_08_11.pdf> (2 de junio, 2012).
- Pérez Tamayo, Ruy (2005) *Historia general de la ciencia en México en el siglo XXI*, México, Fondo de Cultura Económica (FCE).
- Quintero, Rodolfo y Rosa Luz, González (2008) “Biotecnología e innovación en México, ¿Por qué ha pasado tan poco?”, México, <http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2008/MTG/SESSION2/MTG_GONZALEZ_QUINTERO.pdf> (10 de abril, 2012).
- Ramírez, Tonatiuh (2012) “Sobre el Instituto de Biotecnología de la UNAM”, México, <www.ibt.unam.mx/.../PRG.base.info-tipo-doc,dir-PGR...par:tonatiuh> (10 de abril, 2012).
- Ramírez Grajeda, Beatríz (2010) “Significación y sentido en los procesos de investigación” en Raúl E. Anzaldúa Arce (coord.) *Imaginario social: creación de sentido*, México, Universidad pedagógica Nacional, pp. 87-110.
- Ramos, Eduardo (2011) “Jorge Cantó Illá. Premio a la Investigación Científica de la Sociedad Mexicana de Física, 1998”, Sociedad Mexicana de Física, México, <<http://www.smf.mx>> (28 de diciembre, 2011).
- Remedi A, Eduardo y Rosalba Ramírez (2011) “Investigaciones sobre grupos de científicos: miradas que se entrecruzan”, ponencia presentada en el Ciclo Académico 2011-2012 Historias y Prospectivas Académicas, México, 8 de septiembre.
- _____ (2004) “La institución: un entrecruzamiento de textos”, en *Instituciones educativas: Sujetos, historia e identidades*, México, Plaza y Valdés, pp. 25-58.
- _____ (2005) “Trayectorias docentes. Intersticios entre sujetos, grupos e instituciones”, Memorias del VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa. Conferencias magistrales. COMIE, Hermosillo, México, C.D. 33.
- Renaud, Pascal (2009) “Comunidades científicas virtuales y transferencias de saberes: un enfoque preliminar” en Sylvie Didou y Etienne Gérard (eds.) *Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. Perspectivas latinoamericanas*, México, IESALC – CINVESTAV – IRD, pp. 205-220.
- Robles de la Rosa, Leticia (2011) “Un café con... Flavio Mena Jara”, *La Crónica de Hoy, México*, 10 de noviembre.
- Robles Belmont, Eduardo (2009) “Las redes científicas como respuesta a la emergencia de las nanociencias y nanotecnologías”, *Redes*, 15 (29): 93-111.
- Roudinesco, Élizabéth y Michel, Plon (1998) *Diccionario de psicoanálisis*, Argentina, Paidós.
- Scheper-Hughes, Nancy (1997) *La muerte sin llanto. Violencia y vida cotidiana en Brasil*, Barcelona, Editorial Ariel.

- Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICyT) (2011) *Serie estadística*, México, CONACYT.
- Sistema Nacional de Investigadores, SNI (2011) *Serie estadísticas*, México, CONACYT.
- Sistema Nacional de Investigadores (2010) *“Investigadores vigentes. Enero 2010”*, México, CONACYT.
- Sociedad Mexicana de Bioquímica (SMB) (2010) “Obituario Dr. Fernando Basterrachea Avilés”, México, <<http://www.smb.org.mx>> (11 de marzo, 2011).
- Universia (2009) “Conceden premios Heberto Castillo a tres investigadores universitarios”, *Noticias Universia*, 9 de noviembre.
- Universidad de California Berkeley (2011) “About Berkeley, History of UC Berkely, Academics, Research”, E.U.A., <<http://berkeley.edu./about/>> (31 de octubre, 2011).
- Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM (2011a) *Agenda estadística*, México, UNAM.
- _____ (2011b) *Profesores e Investigadores Eméritos*, México, UNAM.
- _____ (2003) *Forjadores de la ciencia en la UNAM Conferencias del ciclo: Mi vida en ciencia*. México, Coordinación de la Investigación Científica.
- _____ (2004) *Ciencia. Estrategias de desarrollo del Subsistema de la Investigación Científica*, México, Coordinación de la Investigación Científica.
- _____ (2007a) *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica 2007*, México, Coordinación de la Investigación Científica.
- _____ (2007b) *La Investigación en Facultades y Escuelas de la UNAM*, México, Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría de Desarrollo Institucional.
- Università di Firenze (2011) “Dipartimento di Fisica e Astronomia di Firenze – Sezione di Astronomia e Scienza dello Spazio, Florencia, Italia, <<http://www.astro.unifi.it/intro/index.html>> (31 de octubre de 2011).
- Varela Loyola, Víctor Hugo (2008) “Carlos Beyer Flores figura entre los primeros mexicanos en explorar la neuroendocrinología”, *La Jornada*, 15 de febrero 2008.
- Villa Lever, Lorenza (2001) “El mercado académico: la incorporación, la definitividad y las promociones, pasos para una misma trayectoria de formación”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6 (11): 63-77.
- Viniegra-González, Gustavo (2009) “Reseña de la biotecnología mexicana”, México, <<http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>>.

Anexo 1 Lista de acrónimos

AMC	Academia Mexicana de Ciencias, México
ACM	Academia de Ciencias de Morelos
CANIFARMA	Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica, México
CCC	Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, México
CIC	Coordinación de la Investigación Científica. UNAM
CIIGB	Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología. UNAM
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México
CTIC	Consejo Técnico de la Investigación Científica. UNAM
CRyA	Centro de Radioastronomía y Astrofísica. UNAM
IA	Instituto de Astronomía. UNAM
IBt	Instituto de Biotecnología. UNAM
IIB	Instituto de Investigaciones Biomédicas. UNAM
INb	Instituto de Neurobiología. UNAM
INAOE	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. UNAM
NAIC	National Astronomy and Ionosphere Center
NAOJ	National Astronomical Observatory of Japan
NRO	Radio Observatory Nobeyama
PRIDE	Programa de Primas al Desarrollo del Personal Académico de Tiempo Completo. UNAM
SIC	Subsistema de Investigación Científica. UNAM
SIICYT	Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnología, Conacyt
SNI	Sistema Nacional de Investigadores, México

Anexo 2

Índice de cuadros, esquemas y tablas

Cuadros

Cuadro 1. Espacios materiales y simbólicos donde iniciaron su formación científica	27
Cuadro 2. Espacios materiales y simbólicos de formación científica en el Posgrado	50
Cuadro 3. Espacios materiales y simbólicos de formación científica en la Primera Estancia Posdoctoral	70

Esquemas

Esquema 1. Cruce de trayectorias entrelazadas soporte de significaciones	35
Esquema 2. Formación científica inicial y orientación del Posgrado. El caso en Microbiología Molecular	51
Esquema 3. Apertura de la línea de investigación en el campo de la Biotecnología	83
Esquema 4. Inicio y desarrollo de la línea de investigación Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	85
Esquema 5. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en formación. Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	88
Esquema 6. Inicio y desarrollo de la línea de Investigación Lizano Soberón. Formación Estelar	94
Esquema 7. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en formación. Lizano Soberón. Formación Estelar	95
Esquema 8. Inicio y desarrollo de la línea de investigación Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	100
Esquema 9. Conectividad con investigadores nacionales, extranjeros y científicos en formación. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	103

Tablas

Tabla 1. Productividad durante la licenciatura. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	46
Tabla 2. Artículos publicados en el inicio de la línea de investigación en <i>Bacillus Thuringiensis</i> . Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	86
Tabla 3. Productividad en su regreso a México. Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	89
Tabla 4. Artículos publicados en continuidad de la línea de investigación. Lizano Soberón. Formación Estelar	92
Tabla 5. Productividad en su regreso a México. Lizano Soberón. Formación Estelar	96
Tabla 6. Artículos publicados en continuidad de la línea de investigación en Prolactina. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	101
Tabla 7. Productividad en su regreso a México. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	102
Tabla 8. Productividad de 1999 a 2010. Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	109
Tabla 9. Nombramientos y distinciones de 1999 a 2010. Bravo de la Parra. Microbiología Molecular. Proteínas Insecticidas	114
Tabla 10. Artículos publicados de 1999 a 2010. Lizano Soberón. Formación Estelar	120
Tabla 11. Artículos publicados de 1999 a 2010. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	128
Tabla 12. Productividad de 1999 a 2010. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	132
Tabla 13. Reconocimientos de 1999 a 2010. Clapp Jiménez. Neuroendocrinología Molecular	134