



BUAP

Facultad de Administración

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS

“EVOLUCION Y TRANSFORMACION DE UN DOCTORADO EN CIENCIAS DURAS: FISICA APLICADA BUAP”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

PRESENTA:

LIC. MARIA ALEJANDRA DEL CARMEN DARDON

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Alma Cecilia Carrasco Altamirano

PUEBLA, PUE

SEPTIEMBRE, 2015

Nunca se apartara de tu boca este libro de la ley, sino que de día y de noche meditaras en él, para que guardes y hagas conforme a todo lo que en él está escrito; porque entonces harás prosperar tu camino y todo te saldrá bien.

Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas. Josué 1: 8-9

A mi esposo Mauricio por ser testigo de mi vida, apoyo constante impulso principal de esta travesía y superación profesional, fuente inagotable de dicha y felicidad, gracias mi amor.

A mis adorados hijos Raúl y Alessandra por ser parte de esta aventura y estar siempre dispuestos a seguirla conmigo, gracias por llenar mi corazón con cada sonrisa, besos, abrazos y tiempos sacrificados.

A mi madre por su amor y apoyo recibido en los momentos que necesite.

Agradezco especialmente el apoyo y cariño con el que me han guiado en este trabajo, en especial a la Dra. Alma Cecilia Carrasco Altamirano, que con su experiencia y tolerancia me ha iniciado en el camino de la investigación.

La permanente motivación y entusiasmo admirable del Dr. Rollin Kent Serna, siendo un impulso para alcanzar y vivir nuevas experiencias formativas.

Mi gratitud a la Mtra. Guadalupe Morales Mejía por sus comentarios y observaciones amables a este trabajo.

Al Mtro. Rene Ponce Carrillo por sus observaciones y comentarios a este trabajo de investigación.

A mis compañeros de equipo Carolina Zamora, Víctor Vallejo, Roció, Ofelia, Jorge, Lupita, Ian, Issa, por permitirme aprender de sus valiosas experiencias.

Mtra. Lilia Vásquez Martínez. Director. Facultad de Administración de la BUAP.

Dra. Libertad Monluí Fernández. Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado. Facultad de Administración BUAP

Dr. Heber Tamayo Cruz. Coordinador de Investigación y Posgrado. MAGIE. Fadmon. BUAP.

Investigadores, directivos y estudiantes del Doctorado en Física Aplicada por su tiempo y amabilidad. A todos gracias por su paciencia, bondad y cariño.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1 Planteamiento del problema.....	3
1.1 Justificación.....	4
1.2 Preguntas de la investigación.....	6
1.3 Objetivos.....	7
Objetivo general	
Objetivos particulares	
1.4 Particularidades del estudio.....	7
Capítulo 2 Marco Contextual.....	9
2.1 Plan Nacional de Desarrollo	11
2.2 La investigación y desarrollo de la ciencia en México.....	13
2.2.1 Flujos internos: egresados de posgrado	14
2.3 Instancias científicas y universitarias que impulsan la Ciencia en México.....	15
2.3.1 Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT).....	15
2.3.2 Programa Especial De Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI).....	17
2.3.3. Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).....	19
El modelo de evaluación del PNPC.....	20
2.3.4 Programa De Mejoramiento Del Profesorado (PROMEP).....	21
2.3.5 Sistema Nacional De Investigadores (SIN).....	22
2.4 Doctorados En La Benemérita Universidad	

Autónoma de Puebla.....	24
2.4.1 Descripción de la facultad de Físico	
Matemáticas de la BUAP.....	26
2.5 El Doctorado de Física Aplicada en la BUAP.....	29
CAPIULO 3. Marco teórico.....	31
Introducción	
3.1 Enfoque neo institucionalista.....	32
3.2 Doctorado y formación de científicos.....	38
3.2.1 El hacer ciencia y formar científicos.....	39
3.2.2 La organización disciplinar de la ciencia.....	41
3.2.3 La organización científica como establecimiento que forma científicos.....	43
3.2.3.1 Rasgos de la organización científica.....	44
3.3 La comunicación en la organización de los doctorados.....	45
3.4 Los aspectos estudiados en esta investigación.....	46
3.4.1 Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC).....	47
3.4.2 Expresiones del ethos científico.....	48
3.4.3 Internacionalización y Colaboración.....	48
3.4.4 Políticas y Financiamiento.....	49
3.4.5 Génesis, desarrollo e institucionalización científica en la BUAP.....	50

3.4.6 Autoría Científica.....	50
CAPITULO 4 MARCO METODOLOGICO.	51
4.1 Tipo de investigación y método.....	53
4.2 Instituciones participantes.....	55
4.3 Descripción de los sujetos de investigación.....	56
4.4 Técnicas dela Investigación.....	57
Entrevista	
4.5 Propuesta analítica.....	58
CAPITULO 5 Resultados y Conclusiones.....	61
5.1 El Origen: Física Aplicada.....	65
5.2 Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento. (LGAC).....	67
5.3 Internacionalización y Colaboración.....	68
5.4 Políticas y Financiamiento.....	70
5.5 Autoría Científica.....	71
Conclusiones.....	73
REFERENCIAS76
ANEXOS.....	80
Información oficial del Doctorado en Física Aplicada.....	81
Líneas de Investigación.....	81
Perfil de Ingreso.....	82

Perfil de Egreso	83
Estudiantes Matriculados.....	84
Mapa Curricular.....	85

INTRODUCCION

La Caracterización de los posgrados es hoy un tema central porque hay poca información sistemática sobre la formación de científicos. Una forma de abordar el estudio de los posgrados es caracterizando distintos programas. El propósito de esta tesis es contribuir a describir un programa de doctorado científico.

De acuerdo al Programa Nacional de Desarrollo (PND) el posgrado representa el nivel cumbre del Sistema Educativo y constituye la vía principal para la formación de los profesionales altamente especializados que requieren las industrias, empresas, la ciencia, la cultura, el arte, la medicina y el servicio público, entre otros. México enfrenta el reto de impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que requiere el país para una inserción eficiente en la sociedad de la información. (cfr. PND 2013-2018)

Esta tesis es un estudio de un doctorado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, específicamente el posgrado de Física Aplicada. A partir de la caracterización de los atributos peculiares de este doctorado se abordará su caracterización en el marco del desarrollo de la ciencia y la tecnología tomando en cuenta que las políticas públicas son el pilar del desarrollo económico y social de México. Por lo que necesitamos proveernos de conceptos amplios de ciencia y tecnología, que estudiaremos desde una perspectiva social neo-institucional. Reconociendo que los doctorados son organizaciones sociales complejas, precisamente porque la organización BUAP, está enmarcada institucionalmente por las normas y políticas tanto del Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT) como de la disciplina científica.

El concepto de ciencia se suele definir por oposición al de técnica, según las diferentes funciones que ellas realizan. En principio la función de la ciencia se

vincula a la adquisición de conocimientos, al proceso de conocer, cuyo ideal más tradicional es la verdad, en particular la teoría científica verdadera. La objetividad y el rigor son atributos de ese conocimiento. La función de la técnica se vincula a la realización de procedimientos y productos, el hacer cuyo ideal es la utilidad. La técnica se refiere a procedimientos operativos útiles desde el punto de vista práctico para determinados fines. Constituye un saber cómo, sin exigir necesariamente un saber por qué. Ese por qué, es decir, la capacidad de ofrecer explicaciones, es propia de la ciencia.

Esta investigación se aborda desde una perspectiva social neo institucionalista. Es un estudio cualitativo basado en una revisión de la información presentada en la página de internet y en una entrevista realizada al coordinador del posgrado científico: El doctorado de Física Aplicada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), en la Facultad de Fisicomatemáticas. Este programa de doctorado se encuentra entre los posgrados del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT.

El propósito de esta tesis es presentar el programa doctoral de Física Aplicada. Se identifican sus líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LAGC) las cuales permiten abrir espacios institucionales de la investigación, el apoyo a la divulgación y apropiación social de los resultados de las mismas. Se estudia el fortalecimiento de la comunidad de investigadores en ciencias duras aplicadas en una universidad pública estatal, y el apoyo institucional a la consolidación de los grupos de investigación. Se presentan dos hallazgos encontrados en la caracterización de este doctorado, la “Innovación” en la organización de la oferta formativa y, por otro lado, la “Trayectoria doctoral vista como especialización”. Con esta tesis se propone además contribuir a una investigación más amplia en el marco del proyecto titulado: *Marco institucional, formación de científicos y vinculación social. Proyecto No. 249 Promed-BUAP.*

Capítulo I.

1. Planteamiento del Problema

El Doctorado ha sido abordado desde distintas disciplinas y estudiado desde un abanico amplio de perspectivas. En este trabajo se adopta para estudiar Física Aplicada la perspectiva de Becher quien propone una categorización de las diferentes disciplinas distinguiéndolas como duras y blandas, y a su vez en puras y aplicadas (cfr. Becher, T. 2001).

Las Universidades, institutos y centros de investigación son las organizaciones en donde se produce el conocimiento científico; la BUAP es una institución reconocida en el área de Física Aplicada, por su origen histórico y por ser una institución que ha aportado a la formación de científicos. En la presente tesis se expondrá una caracterización del Doctorado de Física Aplicada, como espacio de formación de científicos apegado al Programa Nacional De Posgrados De Calidad (PNPC) del CONACYT mirando concretamente como se expresan las categorías de génesis, desarrollo e institucionalización científica en la BUAP y líneas generales académicas y científicas.

El PNPC fomenta la mejora continua y el aseguramiento de la calidad del posgrado nacional, para incrementar las capacidades científicas, humanísticas, tecnológicas y de innovación del país. Fomenta también en los centros de investigación que se favorezca la generación y aplicación del conocimiento como un recurso para el desarrollo de la sociedad y la atención a sus necesidades, contribuyendo así a consolidar el crecimiento dinámico y un desarrollo nacional más equitativo y sustentable.

Es de interés investigar las tensiones que se expresan en este doctorado de la BUAP, la influencia ejercida por las normas y regulaciones que tanto la disciplina científica como el CONACYT ejercen sobre el trabajo científico que se realiza.

1.1 Justificación

La falta de una tradición científica asociada a la ausencia de una ideología científica en la formación escolar desde la educación básica de México aplaza la adquisición de valores y actitudes indispensables para la realización de actividades científicas hasta etapas avanzadas en la formación de estudiantes, específicamente en el doctorado. (cfr. Fortes y Lomnitz, 1991)

En la actualidad y desde sus inicios las funciones básicas de las instituciones de educación superior han sido tres: la enseñanza, la investigación y la extensión. La estructura de la organización cumple con el propósito de generar conocimientos a través de la investigación, que forma individuos capaces de insertarse al sistema productivo y cuyo valor depende del conocimiento adquirido y de su capacidad para aplicarlos en la solución de problemas en beneficio de la sociedad.

En un informe reciente sobre el estado de la ciencia en el mundo, Science Report 2010: The Current Status of Science Around The World (UNESCO, 2010), se documenta el acelerado crecimiento de la planta científica mundial y de la producción de artículos de investigación. Señala Kent (2010) ^{*1} que esta dinámica es evidente en México, donde el sector de ciencia y tecnología ha generado un número creciente de publicaciones científicas y de jóvenes científicos formados en doctorados nacionales en una diversidad de disciplinas y establecimientos de investigación. En el caso de México, las tareas de investigación están legitimadas por el discurso dominante sobre los beneficios económicos que conlleva la actividad científica.

En la actualidad “El doctorado científico representa un punto clave de articulación entre el sistema de educación superior, un gozne crucial del sistema

¹ Las ideas parafraseadas en esta sección corresponden a documentos de trabajo elaborados por Rollin Kent (2010,2011) para el seminario académico de este proyecto de investigación.

de ciencia y tecnología. En este sentido, la extensión del doctorado científico en el país sería un indicador importante del grado de institucionalización de la ciencia y de su financiamiento endógeno” (Kent, 2010)

No obstante existe una gran preocupación, en el gobierno federal y en las instituciones científicas, por la formación de nuevas generaciones de científicos y por el cumplimiento de los logros académicos que se evalúan a través de indicadores de productividad, se ha abordado poco la experiencia real de los estudiantes de doctorado durante su trayectoria formativa. Poco sabemos de los problemas entorno a la organización académica que traduce el conjunto de aspiraciones particulares de cada disciplina o especialidad para construir ofertas formativas que permitan a los doctorandos asemejarse con modelos ejemplares de científicos exitosos, a través de la publicación de resultados o desarrollo de patentes, signos tangibles de la expresión de la excelencia.

La investigación a realizar en la presente tesis emana del trabajo de investigación del cuerpo académico: *Marco institucional, formación de científicos y vinculación social. Proyecto No. 249 Promed-BUAP:*

Los aportes de esta tesis contribuirán a dicho proyecto aportando información específica sobre un doctorado en particular, el doctorado en Física Aplicada, aportando así al estudio sobre trayectorias formativas de jóvenes investigadores, particularmente en lo que toca a los entornos del centro que los forma.

En esta tesis que caracteriza a un centro, de manera paralela otras tesis caracterizarán a otros doctorados también en ciencias (puras y aplicadas), en la BUAP.

Al estudiar y caracterizar estos Doctorados del PNPC de la BUAP, podremos brindar datos nuevos y así contribuir a la difusión de las características que los llevan a alcanzar y mantenerse dentro de los indicadores y estándares de calidad que particularmente CONACYT organiza, ya que son programas que tienen un marco normativo y de regulación bien definido. Estudiar como los

Doctorados del PNPC de la BUAP responden a las políticas públicas, particularmente los de nivel Superior.

Lo anterior lo hacemos porque es necesario precisar de qué forma las estrategias propuestas por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCYT) impactan la organización a los actores (investigadores y doctorandos) a la disciplina, a la industria. En concordancia con las propias exigencias planteadas desde el Programa Nacional de Desarrollo (PND)

1.2. Preguntas de investigación.

Uno de los objetivos del actual gobierno es “hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible” (PND 2013-2018) en este contexto y aportando información correspondiente al estudio y conocimiento del desarrollo de programas de excelencia, nos surgen las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los atributos característicos de este programa de doctorado como expresión disciplinaria de una ciencia dura aplicada?
- ¿Cómo se expresa la relación entre los atributos disciplinares y organización en el Posgrado de Física Aplicada de la BUAP?
- ¿Cuál es la organización académica de este programa de doctorado?
- ¿Cómo es que este programa de doctorado ha asimilado las exigencias de PNPC?

1.3 OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar al doctorado de **Física Aplicada De La Benemérita Universidad Autónoma De Puebla** en el contexto de las exigencias del PNPB del CONACYT.

Objetivos particulares

Se determinaran los atributos peculiares del doctorado en Física Aplicada, a través de la información que se sustraiga de la participación por medio de una entrevista al coordinador del posgrado en Física Aplicada Dra. Marcela Maribel Méndez Otero, con el propósito de mostrar las ventajas de obtener el grado de doctor en el área, al estudiarla en la Benemérita Universidad autónoma de Puebla

Buscamos conocer sus génesis, sus formas de organización, sus grupos, sus prácticas, sus rasgos de estructura científica, su disposiciones hacia la tutoría y el apoyo académico, sus proyectos y acciones de vinculación (gobierno-empresa), sus proyectos de internacionalización y colaboración.

1.4. Particularidades del estudio

Esta investigación se limita al doctorado en Física Aplicada de la Facultad de Físico Matemáticas de la Benemérito Universidad Autónoma de Puebla. Es una investigación de tipo cualitativa donde se caracterizará el programa de doctorado como un espacio de formación de científicos a través de la entrevista al coordinador académico responsable del doctorado además de la descripción teórica de mismo como un espacio disciplinar organizado a manera de tribu según Becher, en donde está presente el sentido de pertenencia. La investigación se realiza desde una interpretación neo institucionalista.

Para esta investigación se elige un programa de doctorado de calidad adscrito al Programa Nacional De Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, puesto que son programas que cuentan con un marco normativo y de regulación bien definido promoviendo la mejora continua y el aseguramiento de la calidad del posgrado nacional, incrementando las capacidades científicas, humanísticas, tecnológicas y de innovación del país, que incorporan la generación y aplicación del conocimiento como un recurso para el desarrollo de la sociedad y la atención a sus necesidades, contribuyendo así a consolidar el crecimiento dinámico y un desarrollo más equitativo y sustentable del país.

CAPITULO 2.

MARCO CONTEXTUAL

En México, en 2006, la mitad de los estudiantes inscritos en los programas de doctorado correspondieron a las áreas de ciencias naturales y exactas, salud, biomedicina e ingeniería y tecnología mencionado en el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo, Tecnología e Innovación (SIICYT, 2010), lo que denotó un fuerte impulso de las políticas públicas para el desarrollo científico y tecnológico en el país, como una respuesta a la creciente necesidad de formación de recursos humanos de alto nivel y de manera eficiente en un contexto social, productivo y cultural que busca insertarse en mejores condiciones científicas al proceso de mundialización (cfr. Corrales, V. A. y Tapia, M. 2000).

Con esta expansión de formación de doctores como antecedente, Durante el 2014 México invirtió para el fomento del estudio de ciencia y tecnología el monto de 70,395 millones de pesos, y el Presidente Peña Nieto, espera incrementarlo al final de su administración al 1% del PIB anual, como lo establece el Artículo 9 bis de la Ley de Ciencia y Tecnología. (cfr. López 2014)

En este apartado se describirá dónde se realiza el estudio y se sitúa la investigación en el contexto de políticas de ciencia y tecnología en México, relacionados con los posgrados de calidad del CONACYT.

El posgrado que se investiga es el Doctorado de Física Aplicada de La Facultad de Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Según indica la propia página del doctorado “La experiencia adquirida durante los años de funcionamiento del posgrado de la FCFM ha permitido optimizar su funcionamiento haciéndolo también más flexible y compatible con otros posgrados de prestigio en el país y en el extranjero”.

En contraste con la importante participación económica que tiene México en el mundo, persiste un rezago en el mercado global de conocimiento; se cuenta con cifras reveladoras en esta situación: la contribución del país a la producción mundial de conocimiento no alcanza el 1% del total: los investigadores mexicanos por cada 1,000 miembros de la población económicamente activa, representan alrededor de un décimo de lo observado en países más avanzados y el número de doctores graduados por millón de habitantes (29.9) siendo esto insuficiente para lograr en el futuro próximo el capital humano que se requiere.



Cifras para 2009 **Cifras para 2008 ***Cifras preliminares

Fuente: OCDE, CONACYT para México.

México enfrenta el reto de impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que requiere el país para una inserción eficiente en la sociedad de la información, ya que el posgrado representa el nivel máximo del sistema

educativo, siendo la línea principal para la formación de profesionales altamente especializados que se requiere en la industria, empresa, ciencia, cultura, medicina y el servicio público.

Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible es el objetivo central mencionado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Existe la convicción de que la inversión en ciencia y tecnología es una herramienta fundamental para acceder a una economía de bienestar, basada en el conocimiento, donde las actividades productivas se basan en la creación de bienes y servicios de alto valor agregado.

2.1 Plan Nacional de Desarrollo

Un México con educación de calidad requiere robustecer el capital humano y formar mujeres y hombres comprometidos, fortalecerse para estar a la altura de las demandas de un mundo globalizado. El reto es hacer de México una dinámica y fortalecida sociedad de conocimiento.

El Programa Nacional de Desarrollo (PND 2013-2018) contiene tres ejes rectores que nos brindan el contexto para:

- 1) La participación de los ciudadanos como actores fundamentales en el diseño de propuestas, la ejecución y evaluación de las políticas públicas.

Donde además en el ámbito de la educación con calidad y con equidad, refiere: el aumento de la calidad de la educación básica, como compromiso, que muestre mejores resultados en evaluaciones internacionales como PISA.

- 2) Incrementar la matrícula y mejorar la calidad en los sistemas de educación media superior (ya hoy obligatorio) y superior.
- 3) El Estado mexicano recupera ya la rectoría del sistema educativo nacional refrendando el principio de laicidad. Ampliando la cobertura

en educación media superior y superior. Además de que se asegurarán los recursos presupuestales necesarios para incrementar la calidad y garantizar la cobertura en al menos el 80% de la demanda en educación media superior y en al menos 40% en educación superior. (Compromiso 14 PND, 2013-2018)

La experiencia internacional muestra que para detonar el desarrollo en SNCYT es conveniente que la inversión en investigación científica y desarrollo experimental (IDE) sea superior o igual al 1% del PIB. En nuestro país, esta cifra alcanzó 0.5% del PIB en 2012, representando el nivel más bajo entre los miembros de la OCDE, siendo incluso el menor promedio de Latinoamérica. En el “pacto por México, 2012”, la realidad es que : “En México la deficiencia de investigadores es profunda ya que se cuenta con ímenos de la décima parte de los que requiere la infraestructura científica para ser comparable con la de los países de altos índices de desarrollo” ...la comunidad Económica Europea tiene cerca de 12 investigadores por cada 10,000 habitantes, y a México le faltan cerca de 80, 000 en todas las áreas de conocimiento para llegar a índices similares a los de dichos países
(cfr. Posgrado.unam.mx)

Sin embargo en los últimos años en nuestro país ha crecido un enorme interés por promover el desarrollo de la ciencia, y sobre todo de posgrados, en México cumplen dos funciones:

- 1) Incorporar a los egresados de la licenciatura en las prácticas la disciplina cognitiva y los valores de la investigación científica, generando el desarrollo del pensamiento crítico y la actitud inquisitiva.
- 2) Posgrado con vocación aplicada a la de formar tecnólogos especializados

Es entonces que en el escenario aparecen iniciativas como; el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT (PNPC), organizaciones como COPAES, ANUIES, y programas como

PIFI, PROMEP y otros sistemas regulatorios que en el nivel superior buscan el cumplimiento de lo propuesto por las políticas de desarrollo científico y desarrollo.

2.2. La investigación y desarrollo de la ciencia en México

La actividad científica ha tomado mayor intensidad si bien hasta entrado el siglo pasado (cfr. Merton, 1973) el desarrollo fue mayor en naciones Europeas y Norteamérica. Para el resto del mundo, incluido México “la ciencia era una actividad y una vocación acariciada pero marginal” (cfr. Kent, 2010). Los países periféricos han mostrado avances en sus desarrollos científicos y tecnológicos en la segunda mitad del siglo XX donde podemos observar una “institucionalización” de estas actividades (cfr. Kent, 2010)

Hacia finales de los años 80, el crecimiento de la comunidad científica en México fue muy lento principalmente por la falta de instituciones de formación científica y por deficiencias en los procesos formativos especialmente a nivel de doctorado reflejado en poca titulación y baja productividad (cfr. Fortes & Lomnitz, 1991).

En las últimas décadas este panorama ha cambiado, ya que el posgrado científico en México ha evolucionado junto con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Siguiendo esta línea los cambios experimentados han devenido de un sistema regulatorio integrado establecido en los años 80 que orientó su crecimiento (cfr. Kent Serna & Carrasco Altamirano, 2010).

No obstante, los esfuerzos del CONACYT para impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país, son insuficientes debido a la ausencia de sectores estratégicos que demanden trabajadores con alto nivel de competencias (cfr. Llamas, 2007) o bien a la baja creación de condiciones óptimas para el desarrollo profesional de aquellos que cuentan con dichas credenciales. (cfr. Tapia, 2012).

El resultado esperado por el CONACYT es que los doctorados estén acreditados bajo el programa del PNPC por que este establece las articulaciones

de evaluación y acreditación de la educación superior, la actividad científica, de la participación de los actores, de los indicadores de productividad como evidencia de reconocimiento de la actividad disciplinaria internacional.

El CONACYT junto con la SEP lleva a cabo la elaboración del Código de Buenas Prácticas de los posgrados reconocidos por el PNPC. El Código conformado por un conjunto de 41 preceptos agrupados en 4 capítulos que se relacionan con el deber ser de las instituciones de educación superior públicas, particulares y centros públicos de investigación. Buenas prácticas que orientan el hacer de los procesos formativos de evaluación y seguimiento.

2.2.1 Flujos internos: egresados de posgrado

Los egresos de posgrado (especialidad, maestría y doctorado) contribuyen de manera importante a fortalecer recursos humanos en ciencia y tecnología de un país. En 2011 en México, egresaron del posgrado 62,698 personas, de las cuales 13,790 obtuvieron una especialidad; 45,113 una maestría, y 3,795 un doctorado. Por otro lado, la distribución del total de los posgrados por área del conocimiento fue de: 795 personas en ciencias agropecuarias; 2,898 en ciencias naturales y exactas; 6,617 en ciencias de la salud; 4,526 en ingeniería y tecnología; en ciencias sociales y administrativas se reportó la mayor cantidad, que fue de 32,220 egresos y, finalmente, 15,642 en educación y humanidades. Se estima que en 2012 egresen del posgrado 69,491 personas, de las cuales 17,149 obtendrían una especialidad; 47,798 una maestría, y 4,544 el doctorado. Respecto a los campos del conocimiento del que egresarán los posgraduados, mantendrán la misma tendencia. En 2011, los 13,790 egresados de especialidad se distribuyeron por campo del conocimiento, de tal manera que la mayoría (6,352) correspondió a ciencias sociales y administrativas, seguidos por los 4,925 de ciencias de la salud. El resto de los campos del conocimiento presentó un crecimiento menos significativo. Para 2012 se esperaba que los egresados de especialidad fueran

17,149 personas, con un comportamiento similar para los distintos campos del conocimiento.²

La formación de investigadores en México se produce en cuatro tipos de instituciones: a) las instituciones de educación superior, b) los centros CONACYT, c) los centros e institutos del gobierno y del sector paraestatal, y d) algunos centros y laboratorios del sector productivo. (Rivas, 2004:96).

En particular en esta investigación, se estudia el Doctorado de Fisca Aplicada en una institución de educación superior y con reconocimiento de Buenas Practicas al pertenecer al PNPC.

2.3. Instancias científicas y universitarias que impulsan la ciencia en México

Si bien es el CONACYT la institución reguladora de la ciencia en México, existen otras organizaciones que impulsan y reconocen la actividad científica de las universidades. Como ANUIES y COPAES las cuales son organizaciones que reconocen a las universidades por el tipo de quehacer que realizan. También presentaremos programas sectoriales como PROMEP y PECITY como iniciativas para impulsar la investigación. La razón de presentar todos estos programas es evidenciar de qué forma los planteamientos de los mismos se empatan con las exigencias planteadas por CONACYT para hacer ciencia y formar investigadores en el marco del PNPC y del SNI.

2.3.1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El sistema de educación superior en México se caracteriza en la actualidad por su gran complejidad. Algunos de sus aspectos más notables son: su magnitud, su heterogeneidad y la diversidad en muchos de sus rubros evidenciada, entre otros aspectos, por el tamaño y particularidades de las instituciones que lo

² Recursos humanos en ciencia y tecnología
http://siicyt.main.conacyt.mx/siicyt/docs/estadisticas3/informe2012/capitulo_2_rhcyt.pdf

conforman y por las características del profesorado que realiza las funciones asociadas a este tipo de estudios.

El sistema creció con extrema rapidez en las décadas de los años sesenta y setenta cuando la matrícula escolarizada se incrementó en 87 por ciento y 215 por ciento, respectivamente.(cfr. Kent 2010). En este sistema de educación superior se ubican las maestrías y los doctorados; son niveles formativos que se proponen especializar y formar disciplinariamente a los estudiantes.

Esto antecede el surgimiento de El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) siendo un organismo público descentralizado del gobierno federal mexicano dedicado a promover y estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en ese país. Tiene la responsabilidad oficial para elaborar las políticas de ciencia y tecnología nacionales.

En consejo nacional De Ciencia y Tecnología fue creado por disposición del H. Congreso de la Unión el 29 de Diciembre de 1970, desde su creación hasta 1999 se presentaron dos reformas y una ley para coordinar y promover el desarrollo científico-tecnológico. El 5 de Junio del 2002 se promulgó una nueva Ley de Ciencia y Tecnología; esta ley ofrece un marco jurídico y legal a las acciones para el desarrollo de la actividad científica.

Actualmente el CONACYT se ubica como el coordinador y eje articulador del SNCTI. El sistema cuenta con vínculos sólidos entre las Instituciones de Educación Superior (IES) y los Centros Públicos de Investigación (CPI). En contraste, otro tipo de vínculos, como aquellos en las IES y los CPI con el sector productivo son aún reducidos. Aún más, debido al poco dinamismo del mercado interno de tecnología, los vínculos del sector financiero con el sector productivo son también incipientes. (cfr. Kent 2010).

El GIDE es el gasto en investigación científica y desarrollo experimental es la inversión destinada a la realización de proyectos de investigación científica y de desarrollo experimental (IDE). La importancia de la IDE dentro de la economía del conocimiento se debe a que su propósito es la creación de conocimiento básico y

aplicado, éste último destinado a la generación de productos y procesos. Por ello, las fuentes de financiamiento son diversas: Sector empresarial, gobierno, IES, instituciones privadas sin fines de lucro y sector externo.

La proporción del GIDE/PIB es un indicador internacional utilizado para medir el gasto corriente y de inversión dedicada a estas actividades; su importancia radica en que da a conocer el grado de desarrollo de un país sustentándose en investigación científica y tecnológica. Los países desarrollados dedican entre 1.5 y 3.8% de su PIB al GIDE. Para México el valor de este indicador se ha quedado prácticamente constante durante años sin rebasar el 0.5% en el 2012 el GIDE de México fue de 66,720 millones de pesos, lo que represento el 0.43% del PIB.(cfr. Kent 2011).

2.3.2. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI)

En 2013 el gobierno federal creó el “Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, para el Desarrollo de las políticas públicas en la materia. Responsable de formular y coordinar las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Las secretarías de estado, entidades y organismos del Gobierno Federal se coordinan con él para el diseño y la aplicación más apropiada de esas políticas”. (CONACYT_PECiTI_2014_2018).

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, PND, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, establece cinco metas nacionales entre las cuales se encuentra la Meta Nacional III, México con Educación de Calidad; como parte de la Meta Nacional III, el PND plantea garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos para así contar con un capital humano preparado que sea fuente de innovación y mayor bienestar de la población; un objetivo asociado a la Meta Nacional III es hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible; Que se buscará, como estrategias establecidas en el PND, contribuir a:

- La formación de capital humano de alto nivel

- La consolidación de la infraestructura científica y tecnológica del país
- El fortalecimiento del Sistema Nacional de Investigadores

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014 - 2018, PECITI, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio 2014, asume las estrategias del objetivo 3.5 del PND y las considera objetivos a alcanzar en la política de ciencia, tecnología e innovación. Que entre las prioridades del sector Ciencia, Tecnología e Innovación, el PECITI contempla:

- Continuar con el impulso a la formación de recursos humanos de alto nivel para la investigación, y
- Continuar otorgando apoyos a la generación de conocimiento científico y tecnológico de muy alta calidad;

El PECITI, su contenido y el proceso general de su elaboración están establecidos en la Ley de Ciencia y Tecnología vigente, que en su Artículo tercero el cual lo ubica como un Programa Especial y como una de las piezas fundamentales del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La Ley de Ciencia y Tecnología establece la necesidad de incrementar la capacidad científica, tecnológica y de formación de investigadores para resolver los problemas nacionales, contribuir al desarrollo del país y elevar el bienestar de la población en todos sus aspectos; asimismo que se busca contribuir al desarrollo y la vinculación de la ciencia básica y la innovación tecnológica asociadas a la actualización y el mejoramiento de la calidad de la educación y la expansión de las fronteras del conocimiento.

Concretamente el PECITI tiene como propósito lograr que la sociedad mexicana se apropie del conocimiento científico y lo utilice para ser más innovadora y productiva. Para ello se requiere de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación mucho más robusto y preparado para ayudar a México a enfrentar sus realidades más apremiantes. Lo anterior exige conjugar apropiadamente la diversidad de enfoques locales y valorar debidamente sus

capacidades y vocaciones para construir a partir de éstas un sistema nacional que aproveche mejor el esfuerzo de sus actores, un sistema más cercano a la sociedad, pero también mucho más conectado con el mercado global del conocimiento.

2.3.3. Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

El Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) forma parte de la política pública de fomento a la calidad del posgrado nacional que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Subsecretaria de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública han impulsado de manera interrumpidamente desde 1991.

Si un Estado basa su economía en el conocimiento, ésta se debe caracterizar por la competitividad o productividad que dependen de su capacidad para generar, procesar y aplicar con eficacia la información basada en el conocimiento, el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) “propone fomentar el desarrollo del conocimiento, impulsar su transferencia social y estimular la vinculación con los sectores de la sociedad mediante la formación de recursos humanos de alto nivel”.

Las políticas que se crearon para la orientación del desarrollo del PNPC:

- Impulsar nuevas formas de organización del posgrado para favorecer el desarrollo nacional en la sociedad del conocimiento.
- Incrementar la capacidad de absorción del conocimiento científico, tecnológico y de innovación en los sectores de la sociedad.
- Posicionar el posgrado mexicano de alta calidad en el ámbito internacional.

El modelo de Evaluación del PNPC

Los elementos que integran el modelo de evaluación del PNPC son:

1. Compromiso Institucional

Para CONACYT implica la responsabilidad que tiene la institución en cuanto a la formación de recursos humanos, así como los recursos financieros destinados por parte de la institución para llevar a cabo actividades académicas y de investigación

2. Las categorías y criterios del modelo

Las categorías son los principales rubros de análisis que muestran las condiciones de un programa académico de posgrado, mismas que están constituidas por criterios que permiten la valoración de este mismo. El actual marco de referencia para la evaluación y seguimiento de programas de posgrado del PNPC, es el documento que orienta el ejercicio de evaluación, y cuenta con 4 categorías y 15 criterios que se consideran de suma importancia para el desarrollo de un programa de posgrado de calidad

A continuación se muestran las categorías y los criterios del posgrado de calidad. (Ver figura 1).



Fuente: CONACYT (2013b).

2.3.4 Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)

El objetivo de PROMEP es, instituir los mecanismos de coordinación, vinculación y dirección entre los sistemas universitarios y tecnológicos regulando las actividades de investigación y docencia sistematizando y articulando a las IES conforme a las políticas de educación superior y lineamientos establecidos. Sustentando el engranaje y formación profesional de los docentes, alentando los procesos de superación permanente a través de las tareas de investigación e innovación; atendiendo la formación de nuevos cuadros de docentes-investigadores, con capacidades, habilidades y destrezas necesarias para que cubran los diferentes programas de estudios y el desarrollo académico de los profesores.

Este periodo es marcado por un cambio en las políticas de Ciencia y Tecnología debido a la influencia del proceso de globalización. De acuerdo con Rosalba Casas (2004), las políticas de ciencia y tecnología experimentan cambios sustanciales en su concepción. A diferencia de los años 70's y 80's en que se hizo un énfasis en la creación y conservación de infraestructura, y la formación de los recursos humanos, los planteamientos de esa nueva etapa se expresaron en el Programa Nacional de Ciencia y de Modernización Tecnológica de 1988-2004 y el de 1995-2000, se inscriben en un modelo centrado en la modernización industrial, la apertura comercial y los procesos de globalización económica, social, política y cultural.

Como resultado de lo anterior las políticas que permearon en los años 90's fueron las siguientes: 1) Una clara distinción y separación en las políticas orientadas a la ciencia, y aquellas relacionadas con la tecnología, estableciéndose una reestructuración entre ambas; 2) El predominio de criterios de calidad, con base a normas internacionales que fueron impuestos como modelos de evaluación para estas actividades; 3) La búsqueda de la excelencia en los recursos humanos de alto nivel; 4) La asignación de fondos mediante mecanismo de competencia y de concurso; 5) Una vinculación más estrecha entre la investigación básica y el desarrollo tecnológico con el sector productivo; 6) La reorientación de la demanda

de la Educación Superior hacia disciplinas que requiere el desarrollo del país, principalmente las ciencias exactas y las ingenierías.(cfr. Casas 2004).

Este cambio en las políticas da origen al PACIME (Programa de Apoyo para la Ciencia y Tecnología en México) Informe bianual 1991-1992, Consejo de

Ciencia y Tecnología, programa sin precedentes para:

- Incrementar cualitativa y cuantitativamente la investigación científica y la docencia en México.
- Reforzar la infraestructura física para la investigación.
- Estimular la integración de grupos de investigación de alta calidad y de investigación interdisciplinaria.
- Apoyar proyectos de investigación entre instituciones nacionales y extranjeras a través de los acuerdos de cooperación bilateral y multilateral concertados por el CONACYT.
- Fortalecer el proceso de descentralización gradual de la actividad científica.
- Promover vinculación entre los grupos de investigación científica y los dedicados a la modernización tecnológica.

Otra de las funciones de este programa fue buscar influenciar en los posgrados para estandarizar calidad y excelencia educativa.

Estos programas de décadas anteriores han contribuido a desarrollar los actuales programas para el fomento de la ciencia y tecnología nacional.

2.3.5. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

El Sistema Nacional de Investigadores es un organismo creado por un acuerdo presidencial el 26 de Julio de 1984 con la finalidad de otorgar reconocimiento a la comunidad científica e investigadora y para producir conocimiento; forma parte de una política de retención que busca evitar la fuga de

cerebros de nuestro país y para fomentar la sana competencia en miras hacia la calidad investigadora.

Este importante reconocimiento es otorgado mediante una evaluación por pares y consiste en dar un nombramiento como investigador nacional. Esta distinción en el mundo de los investigadores significa prestigio y calidad en las contribuciones científicas.

Este esfuerzo de crear el SNI se encamina a reconocer he impulsar la ciencia para generar beneficios que repercutan directamente en el nivel de cultura, de productividad, competitividad y bienestar social; otro beneficio es impulsar y reconocer la competencia disciplinar de los investigadores, así como impulsar la investigación en todas las entidades federativas para tener un mejor desarrollo a lo largo y ancho del territorio nacional.

En la actualidad hay 3 diferentes niveles de clasificación en el SNI para candidatos a investigadores Nacionales:

- 1.- Candidato a Investigador Nacional, estimula el principio de su carrera.
- 2.- Investigador Nacional, con tres niveles de reconocimiento.
- 3.- Investigador emérito, máximo escalafón al reconocimiento de la actividad investigadora como aportador de documentos trascendentales, ser formador de profesionales e investigadores independientes y tener un reconocimiento internacional.

Los investigadores miembros del SNI se clasifican en siete áreas del conocimiento:

- I) Ciencias físico-matemáticas y de la tierra; II) Biología y química; III) Medicina y ciencias de la salud; IV) Humanidades y ciencias de la conducta; V) Ciencias sociales; VI) Biotecnología y ciencias agropecuarias, e VII) Ingeniería

2.4 Doctorados en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

El desarrollo de los doctorados en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) se vio impulsado en los años 80 del siglo pasado por el CONACYT y la Secretaría de Educación Pública (SEP) que promovieron el surgimiento de doctorados en la Universidad Autónoma de Puebla. Posteriormente la SEP a través del Programa Institucional de Fortalecimiento a la Investigación (PIFI) contribuye a desarrollar los doctorados de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla señala Quan Kiu (2011).³

En el año de 1980 se crea una primera estructura para regular la investigación y el posgrado, se trata de la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP).

Un avance más en las estructuras que fomentan y promueven la investigación fue la creación de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado en 1985; a través de apoyos financieros, VIEP favorece la investigación en diferentes áreas disciplinares.

Si se sigue el esquema que propone Becher para clasificar a las ciencias, se puede describir el siguiente cuadro de los Doctorados de la BUAP. De entre los pertenecientes al PNPC en donde se ubica en el lado de ciencias duras el que estudiamos: Física Aplicada.

³ Las ideas parafraseadas de esta sección corresponden a la Tesis Realizada por Arturo Quan Kiu (2012) El desarrollo de la investigación científica en México: El caso de cómo se institucionalizó la Ciencia en la BUAP.

DOCTORADOS DISCIPLINAS DURAS	DOCTORADOS DISCIPLINAS BLANDAS
Especialidad de Ciencia de Materiales	Ciencias de Gobierno y Política,
Física	Ciencias del Lenguaje
Física Aplicada	Economía Política del Desarrollo
Matemáticas	Doctorado en Derecho
Microbiología	Investigación e Innovación Educativa
Ciencias Fisiológicas	Literatura Hispanoamericana
Ciencias Químicas	Sistemas y Ambientes Educativos
Dispositivos Semiconductores	Sociología
	Procesos Territoriales

Fuente: Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, s.f 2

Existen dos programas de Doctorado en BUAP, que no tienen el reconocimiento del PNPC: el Doctorado en Ciencias Ambientales y el Doctorado en Historia. (Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, s.f1)

La creación del primer doctorado BUAP tuvo lugar en 1984, en la tabla se aprecia el año de creación de los programas existentes en la BUAP para las disciplinas puras duras.

	Doctorado	Año de creación	Entidad
1	Doctorado en Ciencias (Física)	1984	Instituto de Física
2	Doctorado en Ciencias (Física Aplicada)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
3	Doctorado en Ciencias (Matemáticas)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
4	Doctorado en Ciencias Químicas	1994	Facultad de Ciencias Químicas
5	Doctorado en Ciencias (en la especialidad de Ciencia de Materiales)	1995	Instituto de Física
6	Doctorado en Ciencias Microbiología	1995	Instituto de Ciencias
7	Doctorado en Dispositivos Semiconductores	2006	Instituto de Ciencias

Tabla 1: Años de creación de los doctorados BUAP (Carranza, G. 2015)

Todos los doctorados de la universidad que se ocupan de las ciencias duras conforman el objeto de estudio del actual proyecto del Cuerpo Académico. El doctorado que se cita en este trabajo es el de Física Aplicada, y está reconocido por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad que busca formar científicos de alto nivel.

2.4.1. Descripción de la facultad de Físico Matemáticas de la BUAP

La creación de la Escuela de Físico Matemáticas fue aprobada por el Honorable Consejo Universitario en febrero de 1950.

En dicho acto, el entonces rector de la institución, licenciado Horacio Labastida Muñoz - Hombre visionario y de ideas progresistas - sintetizó en unas cuantas frases la relevancia histórica de tal decisión:

"Para tener un concepto científico, moderno, del mundo, es necesario el estudio metódico y concienzudo de las matemáticas y de la física nuclear, dado que estas ciencias han tenido un desarrollo extraordinario en los últimos años, modificando radicalmente la mayor parte de las ideas científicas anteriores.... Si nuestra universidad no proporciona esta enseñanza vive ignorante y retrasada... Para solucionar este problema se ha pensado en la creación de la Escuela de Físico Matemáticas que ahora propone".

En ese sentido, al crearse la Escuela de Físico Matemáticas, la Universidad de Puebla no solo daba un gran paso tendiente a su modernización académica sino que daba un gran salto hacia el nuevo paradigma científico que ya se había impuesto en las ciencias.

En ese entonces apenas existía una escuela de ese tipo, en la UNAM, por lo cual la escuela de Físico Matemáticas de nuestra universidad fue la segunda que se creó en nuestro país. Señala Quan Kiu (2012) ⁴

⁴ Las ideas parafraseadas de esta sección corresponden a la Tesis Realizada por Arturo Quan Kiu (2012) El desarrollo de la investigación científica en México: El caso de cómo se institucionalizó la Ciencia en la BUAP.

Se trató también de una iniciativa audaz porque en ese tiempo la Universidad de Puebla apenas comenzaba a despertar del estancamiento académico y cultural en que estuvo sumida durante varias décadas debido al control que ejercieron sobre ellas las clases dominantes de Puebla, quienes la convirtieron en un bastión para defender sus concepciones ideológicas y culturales, y sobre todo sus intereses materiales.

De este modo, nuestra institución permaneció sumida en el oscurantismo a lo largo de casi toda la primera mitad de este siglo que está por culminar. No fue sino a la llegada a la rectoría del Maestro Horacio Labastida Muñoz, y del posterior Movimiento de Reforma de 1961, que la actual Universidad Autónoma de Puebla decide modernizar sus estructuras académicas, no sin que los viejos grupos que la controlaban desplegasen todo un cúmulo de iniciativas tendientes a frenar dicha reforma, entre las cuales destacó su intento de destruir la escuela de Físico Matemáticas en 1966.

Entre los promotores de la fundación de la escuela, en primer término habría que subrayar el nombre del Ing. Luis Rivera Terrazas, prominente científico y luchador social - sin duda, el alma de tal iniciativa - quien, acompañado por un grupo de prominentes personalidades como el Ing. Joaquín Ancona Albertos, decide crear una escuela que contribuyese de manera decisiva a la formación de científicos mexicanos que estuviesen a la altura del desarrollo alcanzado por la física y las matemáticas en el siglo XX y, sobre todo, insistimos, una escuela que le permitiese a la Universidad de Puebla colocarse a la altura de los avances científicos de la época.

El rector Horacio Labastida, en la sesión del Consejo Universitario que comentamos, después de afirmar que el proyecto de creación de la Escuela de Físico Matemáticas no era “un proyecto improvisado”, sino un proyecto bastante meditado y maduro, formulado “por un especialista tan competente como es el Ing. Luis Rivera Terrazas”, agregó que dicho proyecto “fue presentado al doctor en Ciencias Físico Matemáticas Carlos Graef Fernández, quien lo encontró excelente y muy completo”.

Al elogiar en esos términos al Ing. Rivera Terrazas, Labastida Muñoz no hacía otra cosa que externar un reconocimiento justo al principal impulsor del proyecto multicitado, quien por esa época prestaba sus servicios en el Observatorio Astronómico de Tonanzintla, y ya se había distinguido por su acucioso espíritu científico, y, sobre todo, por su sueño en crear en Puebla una institución que formase científicos mexicanos a la altura de las exigencias de los tiempos.

Es imposible, en síntesis, separar la génesis de la Escuela de Físico Matemáticas de la entusiasta participación de Luis Rivera Terrazas y del grupo de personalidades que le acompañaron en dicho proyecto, los primeros estudiantes de la ECFM fueron: Virgilio Beltrán López, Arnulfo López Amado, Augusto Moreno, Eugenio Ley Koo, Germán Martínez Hidalgo, Ingrid Cederwall, Lía Ancona y Rafael García Juárez.

A pocos años de fundarse la Escuela de Físico Matemáticas, (ECFM) al no haber suficientes profesores capacitados para impartir las materias de la carrera de Matemáticas, se optó por cerrar a esta última temporalmente y mandar estudiantes que ya la estaban cursando a concluir sus estudios en la UNAM, con el plan de que después se reintegraran y la reabrieran.

El 9 de abril de 1954, la academia de profesores presentó al Honorable Consejo Universitario una petición encaminada a convertir la escuela en facultad, solicitando al mismo tiempo que el título otorgado por la misma fuese el de Maestro de Ciencias Físico Matemáticas, con la especialidad en Física. Sin embargo cinco meses más tarde la misma academia de profesores pidió que el grado otorgado fuese simplemente el de Físico, pues la connotación habitual de la palabra maestro causaba confusión. Sin embargo el máximo órgano de gobierno no aprobó el cambio arguyendo, entre otras cosas, que la idea al fundar la escuela había sido justamente la de formar profesores en Física y Matemáticas (<http://www.fcfm.buap.mx/>)

2.5 El Doctorado de Física Aplicada en la BUAP

La FCFM está dedicada a la formación de recursos humanos y a la investigación de alta calidad y con alto prestigio, con niveles básicos de licenciatura y posgrado en física y en matemáticas, básicas y aplicadas, y en áreas interdisciplinarias. Sus estudiantes reciben una formación integral y sus egresados tienen habilidades y competencias para desarrollar con un alto nivel actividades de docencia, investigación y desarrollo tecnológico, así como procesos productivos, administrativos o de gestión. La formación de estos profesionistas se hace bajo los principios éticos y filosóficos del humanismo crítico, de búsqueda de la verdad y del beneficio de la humanidad y su entorno natural.

El doctorado de Física Aplicada es de los primeros en la BUAP en ser reconocido por el PNPC. La implementación y el impacto de pertenecer al PNCP ha sido un orgullo porque se manifiesta el trabajo de investigación que se ha logrado a nivel nacional y reconocido a nivel internacional, manteniendo un nivel académico de calidad. Los objetivos del plan de estudios del Doctorado en Física Aplicada en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla son:

- 1) Formar recursos humanos altamente calificados en áreas de la Física Aplicada
- 2) Ofrecer de manera regional estudios de Doctorado en ciencias con especialidad en física aplicada a egresados de Maestría en Optoelectrónica, Física, Electrónica, Ingeniería y demás programas. El propósito es lograr:
 - Un aumento cuantitativo y cualitativo, de la actividad de investigación básica aplicada y tecnológica en áreas de la Física Aplicada.
 - Mejora en la utilización y asimilación de tecnología de punta en los centros productivos.
 - Incremento en el trabajo interdisciplinario.

3) Ofrecer un plan de estudios flexible, en el marco del sistema de créditos de tal manera que:

- Se permita una formación en áreas que integran la Física Aplicada.
- El estudiante adquiera un nivel de conocimientos y madurez de acuerdo a lo que se espera de un Doctor en Ciencias. (<http://www.fcfm.buap.mx/>).

Los posgrados de calidad en México pertenecientes al PNPC, son relativamente recientes, la mayoría de los programas vigentes fueron creados durante los últimos veinticinco años principalmente en Brasil, México, Venezuela. (Klubithsko, 1986).

El Doctorado de Física Aplicada fue el primer Doctorado de la Universidad creado en 1984, en un periodo de gestación del actual Sistema de Ciencia y Tecnología en México. Este programa está regido por las normas del CONACYT como programa avalado y reconocido en el PNPC.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

Introducción

La Caracterización de los posgrados es hoy un tema central ya que hay poca información sistemática sobre la formación de científicos, particularmente en el doctorado. La actividad científica se rige por valores científicos entre los que destacan el desinterés, la validez de la investigación y el reconocimiento del trabajo por una comunidad disciplinaria y la comunicación de hallazgos (cfr. Merton, 1985).

Como parte de un estudio de los doctorados (cfr. Kent y Carrasco, 2015) para conocer más sobre los procesos de institucionalización de la ciencia en la BUAP, se busca analizar la trayectoria y evolución de doctorados de ciencias duras (cfr. Becher, 2001). Este trabajo pretende presentar la evolución, transformación y la organización actual del doctorado en Física Aplicada que es la versión actual del primer doctorado en física de la BUAP, el de optoelectrónica creado en 1993. El programa actual se rige por las exigencias del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que regula las acciones de este posgrado. Esta investigación es cualitativa descriptiva con pretensiones explicativas.

En esta investigación nos interesa conocer los procesos por los que se fue estableciendo y legitimando la actividad científica y tecnológica en una universidad pública estatal cuya organización académica estaba originalmente orientada a la docencia en la licenciatura, cuyos objetivos eran totalmente profesionalizantes. Para la BUAP involucró un reto cumplir las políticas institucionales de la ciencia, e instaurar estos valores, reglas o prácticas para crear ciencia y así formar doctores.

En este trabajo se demostrará que el desarrollo del Doctorado de Física Aplicada impartido por la BUAP desde 1993, ha tenido logros importantes en la ciencia y la tecnología, más queda un aro por explorar y es su evolución y transformación que ha presentado este Doctorado a la fecha. Otro propósito es presentar rasgos del ethos de este programa doctoral, como espacio institucional de investigación que forma nuevas generaciones de científicos en el marco de las políticas sectoriales de Ciencia y Tecnología en México.

Hacer ciencia en la BUAP exigió, entonces nuevas formas de actuación, pensamiento y legitimación. Actualmente sus actores científicos y tecnológicos enfrentan nuevos retos, particularmente frente a políticas públicas como el PNP-C-CONACYT. Para estudiar las formas de hacer ciencia en la BUAP, nos basaremos en el enfoque general de la sociología neo-institucional (cfr. Kent, 2014) ya que nos ofrece una herramienta adecuada para el análisis de estos procesos.

Estudiar el doctorado como organización compleja (cfr. Kent 2010) exige adoptar un marco neo institucionalista como perspectiva para entender la complejidad de organizaciones en los doctorados. Los proponentes principales de esta perspectiva son Di Maggio and Powell (1999) y Richard Scott (1992, 2005). En esta tesis se emplean los aportes de Becher (2001) para atender a la organización disciplinaria del hacer científico. Para analizar la actividad científica a partir de los valores del hacer ciencia retomaremos los planteamientos sociológicos de Merton (1973) y el trabajo de Tapia (2011), particularmente para identificar expresiones del ethos científico.

3.1. Enfoque neo institucionalista.

Este enfoque distingue entre organizaciones e instituciones. Entendiendo que las organizaciones tienen dos dimensiones: una de tipo operativa, en que la organización está orientada a cumplir tareas ligadas al tipo de organización que es; las organizaciones científicas tienen cierto tipo de tareas. La otra dimensión es de tipo institucional, formada por relaciones implícitas, categorías de pensamiento

y normas; la ciencia como institución se rige por normas distintas de las que rigen a otras instituciones.

Estudiamos desde este enfoque a una organización universitaria que hace ciencia; se distingue entre el discurso formal de las organizaciones y lo que realmente son y hacen, como el caso de la BUAP siendo una organización universitaria inserta en un campo institucional regido por reglas, normas y políticas de educación superior, las cuales a su vez moldean la formación de nuevos doctores y la actividad científica que están a su vez regidas por políticas de ciencia y tecnología.

La BUAP siendo una institución reconocida en educación superior y una organización que ha impulsado el desarrollo científico, recibe financiamiento para el desarrollo de sus proyectos directamente asociado a su legitimidad y reconocimiento como institución de educación superior impulsando así el desarrollo científico en distintas disciplinas. Este conjunto de reglas, ideas, normas y valores que se constituyen en el campo nacional de la educación superior y la investigación científica conforman el entorno institucional donde está inserta la organización llamada BUAP y a su vez depende del mismo.

En lo que se refiere a la actividad científica y la formación doctoral en la universidad, es puntual reconocer la complejidad de los entornos para hacer ciencia, siendo estos complejos pues están constituidos tanto por el campo nacional de políticas de educación superior mexicana y ciencia, como por las comunidades científicas internacionales con las cuales se identifican los integrantes de las disciplinas (Di Maggio and Powell 1991, citados por Kent). Entre otras organizaciones; que rigen las políticas de ciencia y tecnología en México, están la SEP y, el CONACYT; también instancias que legislan sobre estas políticas, como, el Congreso de la Unión; organizaciones que adoptan e impulsan el cumplimiento de las mismas como, la ANUIES, la COPAES, entre otras, de las cuales hemos hablado brevemente en el capítulo contextual de esta tesis.

Así como recurrimos al neo institucionalismo como perspectiva para estudiar la complejidad institucional, recurrimos a una mirada antropológica para caracterizar a las disciplinas. Dado que la actividad científica está organizada en disciplinas, recurrimos para caracterizar la disciplina estudiada a Becher (2001).

El quehacer científico es también una institución social, es decir, un conjunto de reglas formales e informales legítimas que organizan la actividad, las interacciones, los productos y las identidades de los científicos. Estas reglas en el caso del Doctorado de Física Aplicada de la BUAP son las que se analizan en esta tesis.

Se hace énfasis en las organizaciones como sistemas abiertos, que están altamente imbricados con sus entornos. Toda organización debe adaptarse, interactuar con su entorno físico, cultural, tecnológico, económico, social y político. Este entorno está de hecho constituido por otras organizaciones de su campo. (Scott, 1992)

De acuerdo con los planteamientos de Whitley (2003), los marcos institucionales gobiernan la investigación de la ciencia en los sistemas públicos, las formas en que se organiza el trabajo académico en los establecimientos de investigación varían en cuanto al tipo de promoción y otras recompensas que se establecen dentro del sistema. Así también, la organización de los establecimientos de investigación atendiendo a la jerarquía y prestigio asignado por las propias comunidades disciplinarias, como los posgrados de calidad reconocidos a partir de mecanismos de control específicos. Si las políticas de ciencia y tecnología van de la mano con las exigencias disciplinarias, ellas han permitido observar cambios en el desarrollo de los posgrados específicamente a nivel de doctorado.

En el mismo sentido, estudios recientes sobre procesos formativos de investigadores hacen énfasis en el análisis de los programas de doctorado como espacios de interacción configurados por contextos institucionales que determinan formas de hacer, de interactuar y de influir en el propio proceso por los miembros

de la institución. En lo que se refiere a la experiencia individual de formación doctoral (Arechavala Vargas, 2011; Moreno Bayardo, 2011); cada aprendiz se forma participando en estos espacios de interacción. Esta formación puede entenderse como trayectoria formativa de los doctorandos.

Este trabajo asume que hay rasgos que caracterizan el proceso de enculturación, pues hay mecanismos específicos mediante los cuales los actores internalizan las reglas, los valores, las señales, sin mencionar que hay un proceso de enculturación donde estas reglas se vuelven algo natural para los actores, no solo es reconocerlas, es cumplirlas también. Una manera de reconocer la complejidad de estos procesos de enculturación, consiste en identificar tres dimensiones de los procesos institucionales: la regulatoria, la cognitiva, y la normativa. Las instituciones se componen por elementos culturales-cognitivos, normativos y regulativos que en conjunto y relacionados con el quehacer de las instituciones y los recursos disponibles, dan estabilidad e identidad a la actividad social en que operan dichas instituciones. La fuerza relativa de estas dimensiones y sus interacciones caracterizan de manera específica a cada institución. (cfr. Meyer and Rowan 1977, citado por Kent).

La dimensión regulatoria orienta el trabajo de una organización y sus integrantes por medio de reglamentos, prohibiciones e incentivos formales. Es aquello que está establecido en las leyes, estatutos y los manuales de organización.

La dimensión normativa corresponde a los valores adoptados de lo que se cree es correcto hacer en el marco de una actividad, en este caso el hacer ciencia. Está integrada por el deber ser, por aquellas normas (generalmente no escritas) que los actores se sienten obligados a observar. Por ejemplo, todo grupo social actúa según normas que después pueden pasar a lo legalmente instituido. En el caso del mundo de la ciencia, una norma fundamental es la búsqueda del prestigio a través de la publicación de artículos arbitrados en revistas reconocidas internacionalmente.

La tercera dimensión es la cognitiva, la cual se refiere a la manera aceptada de hacer las cosas. Se expresa en las rutinas prácticas, generalmente especializadas, que las personas adoptan, ya sea por imitación o aprendizaje. Como rutinas aprendidas, se remiten a la esfera cognitiva. Un estudiante de doctorado sigue rutinas diferentes a las de un estudiante de licenciatura, por ejemplo. Asimismo los académicos o investigadores actúan (norman y justifican su actuación) de manera diferente que los profesores de licenciatura. Esta dimensión cognitiva nos permite entonces entender las distintas rutinas y prácticas que distinguen la actividad científica de otras actividades realizadas en la universidad.

¿Quién regula, norma e impulsa valores del hacer científico? Las comunidades disciplinarias. Podemos decir que la realidad disciplinaria es una realidad institucional, idea que se refuerza con lo dicho por Clark, primero se crean los grupos académicos (de una disciplina) y después se crean los institutos, es decir se adoptan en las organizaciones los valores científicos o se institucionaliza posteriormente la ciencia (cfr. Clark, 1997).

Como podemos observar el entorno donde se desarrolla la ciencia, es muy complejo, pues los procesos y la actividad científica están regidos por normas y valores, campo que define a una organización, en este caso a la BUAP. Es entonces un entorno de normativas disciplinares lo que legitima el trabajo científico de la organización, su supervivencia, y determina exigencias para la mejora de su quehacer como centro formador de científicos y desarrollador de conocimiento.

Entonces tenemos por un lado el neo institucionalismo (cfr. DiMaggio and Powell, 1991) como herramienta para estudiar los procesos por los cuales se institucionaliza la ciencia y por el otro, la perspectiva antropológica de Becher (2001), la cual nos ayuda a discernir y comprender mejor como son las disciplinas y los procesos que se llevan a cabo en su interior. Veamos pues, el otro aspecto que permea el doctorado que es la disciplina misma.

Desde una perspectiva neo-institucional se establece una distinción conceptual entre la organización y la institución. La primera se refiere a un ente

físicamente identificable con sede en un sitio geográfico conocido, con instalaciones, personal, nombre, y logotipo. Pero una organización no es solo eso sino que forma parte de una realidad institucional: es decir se comporta de acuerdo a un conjunto de reglas, valores y normas que son aceptadas y legitimadas socialmente. Esta dimensión institucional le da identidad a la organización. Constituye un conjunto de significados que otorgan direccionalidad, que explican y justifican las rutinas de comportamiento de los actores. Autorizan – muchas veces implícitamente – actuar de cierta manera y no de otra. Proveen vocabularios y relatos, formas de razonar – es decir, códigos de comportamiento -- que justifican las acciones locales, de tal manera que se vuelven “naturales”, “obvias”, “apropiadas” (Olsen 2007, citado por Kent, 2010).

Cualquier organización institucionalizada – es decir, imbuida de reglas, normas, valores e identidades específicas – forma a su vez parte de un campo o entorno institucional. Un campo está constituido por otras organizaciones que o bien le son similares o bien son las fuentes de recursos y de legitimidad que son indispensables para el funcionamiento y la supervivencia de la organización. En el caso de la ciencia universitaria, los entornos son complejos pues están constituidos tanto por el campo nacional de políticas de educación superior mexicana y ciencia como por las comunidades científicas internacionales con las cuales se identifican los integrantes de las disciplinas (DiMaggio and Powell 1991, citados por Kent, 2010).

El entorno institucional ejerce efectos sobre la organización. Además de proporcionar financiamiento, crea el conjunto de reglamentos y leyes que la regulan. Pero sobre todo la provee de legitimidad. El reconocimiento por el entorno es fundamental para la supervivencia de la organización.

Los actores locales de la organización (la administración de la BUAP y las disciplinas, en este caso) deben recibir, interpretar y aplicar las señales, los incentivos, los recursos y los reglamentos provenientes de los campos nacional e internacional con los que les interesa relacionarse. Este conjunto de señales viene a constituir de hecho modelos académicos: es decir, las señales del PNPC

proyectan una forma de hacer ciencia y formar doctores. No hacer caso de esto es arriesgar a perder recursos pero también reconocimiento. Sin embargo, esta recepción local de las señales del entorno son interpretadas y aplicadas de manera específica por los distintos actores. Siguiendo a Becher (2001), podemos suponer que distintas disciplinas actuarán de manera específica frente a las políticas generales.

Finalmente, es importante insistir en algunos elementos conceptuales específicos del neo-institucionalismo. ¿Mediante qué mecanismos específicos son internalizadas por los actores las señales, reglas y rutinas que envía el entorno? ¿Cómo es que las reglas observadas en la práctica por los actores se vuelven “naturales”, se institucionalizan? Los procesos institucionales pueden explicarse por tres dimensiones básicas: la regulatoria, la normativa y la cognitiva (Meyer and Rowan 1977, citado por Kent).

3.2 Doctorado y formación de científicos

La actividad científica se ha desarrollado diferencialmente entre distintos países. Ha tomado mayor intensidad bien entrado el siglo pasado (Merton, 1973) en naciones como Europa y Norteamérica específicamente. Para el resto del mundo, incluido México lo usual era adquirir tecnología y conocimiento avanzado como lo hacían también en otros países periféricos. “La ciencia era una actividad y una vocación acariciada pero marginal” (Kent, 2010). Países como México han mostrado avances en sus desarrollos científicos y tecnológicos en la segunda mitad del siglo XX donde podemos observar una “institucionalización” de estas actividades (Kent, 2010).

El crecimiento de la comunidad científica en México fue muy lento principalmente por la falta de instituciones de formación científica y por deficiencias en los procesos formativos especialmente a nivel de doctorado reflejado poca titulación y baja productividad (Fortes & Lomnitz,1991).

En las últimas décadas este panorama ha cambiado, ya que el posgrado científico en México ha evolucionado junto con el sistema nacional de ciencia y tecnología. Siguiendo esta línea los cambios experimentados han devenido de un sistema regulatorio integrado y establecido en los años 80 que permitió su crecimiento (Kent Serna & Carrasco Altamirano, 2010).

Un indicador importante de cambio institucional en el sistema científico mexicano es la formación de jóvenes científicos en el doctorado. El doctorado científico es un lugar de enseñanza, aprendizaje e investigación, un mecanismo de apertura y renovación intelectual, científica y tecnológica. (Clark, 1995) Por añadidura el doctorado presenta un punto clave de articulación entre el sistema de producción de conocimiento y el sistema de educación superior, un gozne crucial del sistema de ciencia y tecnología.

Actualmente los doctorados en México se rigen por las políticas de ciencia y tecnología, ver capítulo 1 de esta tesis. Las reglas de operación de estos doctorados responden a las convenciones científicas: los científicos reconocidos hacen investigación de frontera, trabajan en colaboración local, nacional e internacional, forman jóvenes científicos, difunden los resultados de su investigación. El resultado esperado por el CONACYT es que los doctorados estén acreditados bajo el programa del PNPC el cuál es reconocido por organismos internacionales de evaluación y acreditación de la educación superior.

3.2.1 El hacer ciencia y formar científicos

Uno de los fundamentos de esta investigación es la sociología de la ciencia, para este trabajo es de particular interés conocer sobre la manera en que opera la ciencia como un sistema social con diferencias territoriales propias de cada disciplina, diferencias culturales y lingüísticas por consiguiente de los sistemas políticos e ideológicos en los que están insertas (Bartolucci, 2000).

Merton sostiene que la ciencia como las demás instituciones sociales se basa en valores que el científico tiende a desarrollar. A este conjunto de valores y normas de la ciencia, que se derivan de su objeto de estudio y de los métodos de la disciplina lo denominó ethos científico (Merton, 1977). La actividad científica se define por la producción de nuevo conocimiento. “Merton fue el pionero, en establecer que es la búsqueda del reconocimiento que se espera obtener a cambio de la información original que cada científico aporta al fondo común del conocimiento científico, lo que constituye el motor que pone en marcha la actividad científica y participa del mantenimiento del ethos.”(Fernández y Torres; 2009)

Robert Merton definió el ethos de la ciencia como:

“... un conjunto emocionalmente teñido de reglas, prescripciones, costumbres, creencias, valores y presuposiciones que se consideran obligatorios para el científico. Algunos de los elementos de este complejo pueden ser metodológicamente deseables, pero la observación de las reglas no está dictada solamente por las consideraciones metodológicas. Este ethos, como los códigos sociales en general, se sustenta en los sentimientos de aquellos a quienes se aplica. Frenan las transgresiones emocionales reprobatorias movilizadas por los defensores del ethos. Una vez formado un ethos efectivo de este tipo, el enojo, la burla y otras actitudes de antipatía operan automáticamente para estabilizar la estructura existente” (Merton, 1985)

Los valores que regulan la actividad científica fueron clasificados por Merton de la siguiente manera:

- 1) **Criterios universales:** En donde la importancia se concede a la validez del trabajo realizado más que a la procedencia nacional del científico. Quien determina lo que es válido y original de una aportación científica es la comunidad disciplinaria internacional.
- 2) **El “comunalismo”:** Se refiere al dominio público de la ciencia el cual está relacionado con la comunicación de hallazgos, aun cuando la definición de la

economía capitalista sobre la “propiedad privada” difiere del comunismo del ethos científico. En algunos casos las normas y decisiones regulatorias niegan el uso y difusión del conocimiento, considerándolo como propiedad absoluta, y no como bien público.

- 3) **El “desinterés”**: Se identifica con la norma de que el científico no debe aspirar a través del trabajo en la ciencia a más beneficio que el que proporciona la satisfacción por el trabajo realizado y el prestigio que representa el haber actuado en interés de la comunidad (Fernández y Torres; 2009).
- 4) Por último Merton señala al “**escepticismo organizado**” que ampara la actitud científica contraria al dogmatismo y obliga revisar los resultados a la luz de la lógica y la observación, es decir que los investigadores se encuentran en un continuo escrutinio por parte de sus expertos colegas, lo cual presupone la veracidad del trabajo realizado como cimiento en la reputación del científico y de la institución que lo ampara (Bertolucci y Tapia, 2011).

No solo hay categorías organizacionales, antropológicas y sociales, sino que estas son parte importante de la caracterización doctoral pero lo que sobresale o es importante es como el estudiante doctoral en su formación continua las hace suyas y las convierte en una forma de ser propias llevándolas a cabo de forma ya natural adoptándolas como parte de su hacer en su trayectoria académica. Continúa con ellas en su trabajo como científico tanto para hacer ciencia como para formar científicos.

3.2.2. La organización disciplinar de la ciencia

El Doctorado ha sido abordado desde distintas disciplinas y estudiado desde un abanico amplio de perspectivas. En este trabajo se adopta para estudiar la Física Aplicada la perspectiva de Becher, quien propone una categorización de las diferentes disciplinas distinguiéndolas en un cuadrante como duras y suaves

blandas, y a su vez en puras y aplicadas duras y aplicadas. (Becher, T. 2001). Quien ofrece un cuadrante para entender la organización de las mismas, ver cuadro 1, en donde se ubica la física aplicada como una ciencia dura pura aplicada.

Disciplinas	Duras	Suaves
Puras	Física	Química
Aplicadas	<i>Física aplicada</i>	Administración

Tabla 1: Cuadrante de caracterización disciplinar inspirada en Becher (2001)

Desde una perspectiva de tipo antropológico que complementa el análisis de las organizaciones científicas, Tony Becher aborda el tema de la naturaleza de las disciplinas identificándolas con la existencia de departamentos en instituciones, sin que estos representen exclusivamente una disciplina. Para Becher, “una disciplina...contempla varios aspectos diferentes: una comunidad, una red de comunicaciones, una tradición, un conjunto particular de valores y creencias, un dominio, una modalidad de investigación y una estructura conceptual.” (Becher, 2001). Es importante mencionar que este trabajo sin tener un enfoque antropológico, emplea la caracterización que aporta Becher para el estudio de las disciplinas. En esta investigación constituye una base conceptual importante para comprender las formas de organización en torno a las disciplinas en estos doctorados para investigar con una perspectiva más amplia las dinámicas organizacionales en estos posgrados.

Las personas son las que practican diferentes disciplinas y como científicos, se ocupan de trabajar con ideas y se preocupan de trabajar con la indagación permanente y el contenido de disciplinas.

- **Disciplina blanda pura:** El conocimiento que domina es recursivo o reiterativo, donde el trabajo académico atraviesa a menudo terrenos ya explorados por otros, existen criterios diversos y falta de consenso respecto de qué es un aporte auténtico en un campo en particular. El dominio blando

puro, se considera que la complejidad es un aspecto legítimo del conocimiento, debe ser reconocida y apreciada más como una característica holística que reduccionista.

- **Disciplina blanda pura aplicada:** Una característica dominante es su crecimiento acumulativo relativamente sostenido, se puede decir que los resultados se desarrollan típicamente de manera lineal a partir del estado de conocimiento existente, la acumulación de conocimiento está conectada de manera poco fácil de definir, con diversas características, crece o se ramifica
- **Disciplina dura pura aplicada:** Suelen centrarse en el control del mundo físico, las actividades que originan se dirigen típicamente hacia algún fin práctico y son juzgadas por la eficacia de su funcionamiento, es decir, por criterios intencionales y funcionales. Sus resultados principales, podríamos decir, son productos y técnicas.

En el caso de La física aplicada se retoman, de acuerdo a la clasificación de Becher las disciplinas duras aplicadas puesto que suelen centrarse en el control del mundo físico, las actividades que originan se dirigen típicamente hacia algún fin práctico y son juzgadas por criterios intencionales y funcionales, sus resultados son productos y técnicas.

3.2.3 La organización científica como establecimiento que forma científicos.

Para caracterizar la organización científica en los posgrados se toma el argumento principal de Clark (1991) que señala que las formas de la organización científica están determinadas por la inserción de las disciplinas en establecimientos, ya sea universidades, centros de investigación o de algún otro tipo.

Es una realidad que los establecimientos donde se ofrecen oportunidades de formación científica y se produce el conocimiento científico son de muy diverso

tipo, ver capítulo contextual de esta tesis. En el trabajo de esta tesis se estudia a las facultades e institutos de la BUAP. El área de Física Aplicada de la BUAP es pionera y es central por su trascendencia histórica y de aportación al estudio científico.

El doctorado de Física Aplicada de los primeros en la BUAP en ser reconocido por el PNPB. La puesta en práctica de exigencias institucionales para pertenecer al PNPB ha tenido consecuencias positivas para el desarrollo de la disciplina que se ha logrado reconocimiento a nivel nacional e internacional.

3.2.3.1. Rasgos de la organización científica

Caracterizar a los posgrados como organización científica exige tomar el argumento de Clark (1991, pp. 6-7) quien señala que estas formas de organización científica están determinadas por la inserción de las disciplinas en establecimientos, ya sea universidades, centros de investigación o de algún otro tipo:

- 1) La unidad de adscripción básica de los sistemas académicos está organizada entorno a la disciplina.
- 2) Cada unidad de disciplinas de un establecimiento tiene una primacía proclamada y evidente en el ejercicio de una determinada tarea sustantiva en la “trinchera” académica.
- 3) Las características de los grupos integrantes básicos condicionan todos los aspectos básicos de la organización.

Clark nos dice que la disciplina modela distintas formas de organización, principalmente debido a las características particulares que los integrantes tienen por la disciplina en que fueron formados y cómo se desempeñan en la institución. En relación a este punto esta tesis se atiende el Doctorado de Física aplicada siendo una disciplina pura aplicada.

Al realizar un análisis de la dimensión cognitiva de una organización científica, se requiere hablar de especialidades. Se puede decir que las disciplinas toman forma institucional en los departamentos y las especialidades adoptan formas particulares de relaciones disciplinarias. De maneras menos formales en cada centro también se expresan agrupamientos organizados de profesionales, revistas y publicaciones de temas especializados. (cfr. Becher, 2001). Al parecer resulta muy difícil encontrar expresiones puras de las disciplinas en los espacios formativos de científicos.

En lo que concierne a la especialidad como expresión específica de la disciplina y vista desde su dimensión comunitaria, se incorpora al estudio de las dinámicas organizacionales en lo que Becher llama las redes y círculos sociales.

Estas redes son grupos de colegas que establecen criterios y maneras de valorar el mérito y la reputación de los integrantes de la comunidad, haciéndola operativa. Sobre los círculos sociales, Becher advierte que pueden variar en tamaño, actividad, importancia y significancia, y también señala que su actividad puede ser acotada o abierta y que las relaciones entre los integrantes del grupo pueden ser cercanas o ligeramente más alejadas. (Becher, 2001) En este trabajo se identifican las redes como formas de interacción en los doctorados.

A pesar de los cambios temporales de carácter y de su diversidad institucional y nacional, las disciplinas tienen identidades reconocibles y atributos culturales particulares. En este trabajo la organización científica se entiende como un grupo de especialistas que conforman una comunidad académica. Con esta concepción se pone atención a las formas de interacción en la organización de cada doctorado. (Méndez, 2012).

3.3 La comunicación en la organización de los doctorados

Siendo la comunicación un sistema central a nivel cognitivo y que determina las formas de organización científica esto la lleva ser una característica central en

la vida académica para promover el conocimiento y el aspecto social-normativo, como forma para establecer la reputación en el quehacer científico. (Becher, 2001).

Estos sistemas de comunicación permiten establecer relaciones entre distintos grupos, investigadores, comunidad académica, organización y entorno. La forma en que se da a conocer el nuevo conocimiento en los doctorados es por medio de las publicaciones científicas. En el posgrado que se investiga, la publicación científica es un requisito formal de titulación a nivel de doctorado y algunas de las actividades rutinarias que se realizan en el programa formativo están dirigidas para que los estudiantes logren cumplir con este propósito.

El proceso de publicación está sujeto a la influencia de muchas variables: el grado de difusión, la naturaleza del mensaje o el medio elegido para transmitirlo. La forma que adopta el trabajo publicable pueden ser distinta; artículos, libros, papers o ponencias de congresos. Es importante también puntualizar en las características valoradas por las disciplinas de quienes los producen, su reputación y grado de experiencia. Resulta necesario también reconocer las diferentes expresiones de organización del trabajo académico en el reconocimiento de autor o coautor entre otros. (Becher, 2011; Méndez, 2012). El número de publicaciones científicas, el número de citas que estas publicaciones tienen en los trabajos de otros autores, el registro de patentes en distintos niveles, su contribución en la docencia y en la formación de nuevos investigadores miden el impacto de las investigaciones que hay en la sociedad por lo que México no es la excepción en lo que concierne a estos lineamientos.

3.4 Los aspectos estudiados en esta investigación

En este capítulo se ha precisado la evolución que han tenido los posgrados pertenecientes al PNPC y como la actividad científica se rige por valores científicos entre los que destacan el desinterés, la validez de la investigación y el reconocimiento del trabajo por una comunidad disciplinaria y la comunicación de

hallazgos. Como también se realiza un estudio de la legitimación de la actividad científica que da pie a la relación institucional de los actores de la ciencia en México y principalmente en nuestra BUAP.

Se analiza el doctorado como una organización compleja inmersa en un marco neo institucionalista con perspectivas complejas, toda vez que se diferencia entre organizaciones e instituciones, entendiendo que las organizaciones tienen dos dimensiones: una de tipo operativa que está orientada a cumplir tareas ligadas al tipo de organización y la otra dimensión es de tipo institucional, formada por relaciones implícitas, categorías de pensamiento y normas; la ciencia como institución se rige por normas distintas de las que rigen a otras instituciones.

Por lo que reflexionamos sobre el quehacer científico que lo enfocamos como una institución social, es decir, un conjunto de reglas formales e informales legítimas que organizan la actividad, las interacciones, los productos y las identidades de los científicos.

Como establecimos los sistemas de comunicación entre los distintos grupos de investigadores son de suma importancia y establecen las formas de dar a conocer los nuevos conocimientos a través de las publicaciones científicas; este proceso de publicaciones está sujeto a la influencia de muchas variables: el grado de difusión, la naturaleza del mensaje o el medio elegido para transmitirlo.

Estos planteamientos nos sirven como marco para resaltar las categorías analíticas que nos permitirán caracterizar al doctorado en física aplicada:

3.4.1. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

Definiciones sobre el hacer científico, sobre las líneas de investigación cultivadas.

La actividad científica se define por la producción de nuevo conocimiento. Uno de los fundamentos de esta investigación es la sociología de la ciencia, para este trabajo es de particular interés conocer sobre la manera en que opera la

ciencia como un sistema social con diferencias territoriales propias de cada disciplina, diferencias culturales y lingüísticas por consiguiente de los sistemas políticos e ideológicos en los que esta insertos (Bartolucci, 2000:21).

Se retoman los valores y normas de la ciencia citados por Merton que se derivan de su objeto de estudio y de los métodos de la disciplina lo que denominó ethos científico.

3.4.2 Expresiones del ethos científico

Uno de los argumentos de este trabajo es que el ethos científico (cfr. Merton 1973) define la forma de hacer ciencia y orienta la formación de nuevos investigadores y que el PNPC de CONACYT se inspira en él y regula la actividad científica desde los valores de este ethos. La aportación consiste en presentar algunas evidencias de la expresión de este ethos en un doctorado universitario en física aplicada.

3.4.3 Internacionalización y Colaboración.

Colaboración y redes de trabajo científico.

Siendo la comunicación un sistema central a nivel cognitivo y que determina las formas de organización científica esto la lleva ser una característica central en la vida académica para promover el conocimiento y el aspecto social-normativo, como forma para establecer la reputación en el quehacer científico. (Becher, 2001).

Como premisa básica dicho por Campbell es que, al igual que con otros grupos sociales el proceso de socialización y enculturación son un aspectos integrales de lo que constituyen la ciencia, el joven físico "debe aprender a confiar en la vía oral en lugar que la información escrita ". Gran parte de la formación post-doctoral consiste en la negociación de las relaciones y de riesgo, por lo que

los estudiantes aprenden a "respetar el conocimiento tácito de sus predecesores".

En otras palabras, los estudiantes participan en procesos de interpretación, a través del cual algunos de los significados que tienen se han transmitido a ellos por medio de estas colaboraciones y son usados como un nuevo potencial de ideas.

Los jóvenes físicos aprenden el significado de la vida útil de los grupos de investigación de las nuevas ideas que genera la simbiosis de los análisis de grupo que dan como resultado la naturaleza evolutiva del proceso de formación a lo largo de sus diversas etapas. (Campbell, 2010)

3.4.4 Políticas y Financiamiento

La BUAP es una organización universitaria inserta en un campo institucional regido por reglas, normas y políticas de educación superior, las cuales a su vez moldean la formación de nuevos doctores y la actividad científica que están a su vez regidas por políticas de ciencia y tecnología.

Hacer ciencia en la BUAP exigió, entonces nuevas formas de actuación, pensamiento y legitimación. Actualmente sus actores científicos y tecnológicos enfrentan nuevos retos, particularmente frente a políticas públicas como el PNPC-CONACYT.

La BUAP siendo una institución reconocida en educación superior y una organización que ha impulsado el desarrollo científico, recibe financiamiento para el desarrollo de sus proyectos directamente asociado a su legitimidad y reconocimiento como institución de educación superior impulsando así el desarrollo científico en distintas disciplinas, como es el caso del Doctorado de Física Aplicada.

Este conjunto de reglas, ideas, normas y valores que se constituyen en el campo nacional de la educación superior y la investigación científica conforman el entorno institucional donde está inserta la organización llamada BUAP y a su vez depende del mismo.

3.4.5 Génesis, desarrollo e institucionalización científica en la BUAP

El grupo de investigadores y docentes que impulsó la creación del doctorado en Física Aplicada tenía el objetivo de crecer la física como ciencia aplicada e innovar para generar más especialistas en el área. Al inicio la física en la BUAP se ofrecía exclusivamente desde la facultad de física matemáticas y actualmente tiene dos sedes, también se desarrolla en el Instituto de Física.

3.4.6. Autoría Científica

La producción de artículos científicos es la moneda de cambio en el mundo académico. A través de los textos académicos se dan a conocer a la comunidad disciplinar los hallazgos del campo disciplinar estudiado y es esa comunidad disciplinar la que valora la pertinencia, novedad y aportación de los mismos. La escritura es un tipo de actividad científica alrededor de la cual se organizan otras actividades.

Campbell (2003), desde una mirada sociológica propone reconocer los procesos de enculturación informal de los procesos de formales de acompañamiento y asesoría en la formación doctoral.

El estudiante doctoral vive un pasaje de status y un cambio de identidad de aprendiz a colega (Laudel & Gläser 1998). Para convertirse en miembro de su disciplina, asimila conocimiento codificado y tácito y realiza actividades especializadas de su área de estudio enmarcada en una disciplina, en este caso Física Aplicada. Uno de las expresiones de reconocimiento de su comunidad

disciplinar es la publicación, el científico se vuelve profesional de la ciencia al publicar en revistas especializadas internacionales y pasa así a formar parte de una comunidad global anglo-parlante (cfr. Moreno, 2012). Es el trabajo colaborativo, la coautoría y la autonomía, lo que ayuda a los estudiantes de doctorado a desarrollar de la producción de trabajos de investigación en inglés. (cfr. Moreno, 2012).

Es interesante señalar que, conforme a lo reportado en la entrevista, 95% de los estudiantes que estudian la licenciatura de Física en la BUAP continúan sus estudios al posgrado y uno de los lugares en los que se forman es precisamente el INAOE. "La misma naturaleza del área exige llegar a un doctorado", señala la investigadora entrevistada. Ello pone de manifiesto la adopción estudiantil de normas académicas asociadas a la producción científica como la elaboración de tesis y la presentación de avances de investigación en congresos, dos de las exigencias del Programa Nacional De Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, programas en cuyo marco normativo se establecen periodos de titulación dado que uno de los indicadores valorados es la eficiencia terminal y, asimismo se valora la salida pública de la investigación vía presentaciones en congresos y publicaciones en revistas reconocidas por la comunidad disciplinar.

Es impórtate mencionar que en esta última categoría no se mencionaron referentes teóricos debido a que es una línea de investigación que se presentó en el desarrollo practico de la investigación

En esta investigación se propone una caracterización de la trayectoria formativa de un Doctorado en Ciencias Duras Aplicadas (Física Aplicada), con fundamento en los planteamientos teóricos señalados en este capítulo. Se plantea una clasificación para investigar dinámicas organizacionales en el proceso de formación Doctoral y contrastar las dinámicas organizacionales formales e informales que suceden en los doctorados.

En el siguiente capítulo analizaremos el fondo del problema a través de procedimientos específicos que incluyen pasos y técnicas, como la recolección de datos, por medio de técnicas de investigación principalmente la “entrevista” mediante el método científico para obtener el resultado de esta investigación.

CAPITULO 4

MARCO METODOLOGICO.

Introducción

Este trabajo de tesis se enmarca en el proyecto: *Marco institucional, formación de científicos y vinculación social* del Cuerpo Académico 249 de la BUAP perteneciente a la Maestría en Administración y Gestión de Instituciones educativas, de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

El Cuerpo Académico 249 ha realizado el estudio comparativo interinstitucionales, experiencias formativas de estudiantes de doctorado, institucionalización de la ciencia en México como parte de la formación de jóvenes científicos cada uno de estos en diversos centros que forman investigadores. El proyecto actual pretende realizar la caracterización de los doctorados en ciencias naturales y ciencias duras de la BUAP pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

El Universo de estudio son los posgrados científicos en ciencias duras puras, duras puras aplicadas que pertenecen al PNPC de la BUAP.

En esta tesis se Caracteriza la evolución y el desarrollo del Doctorado de Física Aplicada perteneciente a la Facultad de Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

4.1 Tipo de investigación y método.

La investigación es de tipo cualitativa teniendo como punto de partida la exploración de las Instituciones de Educación Superior y los centros de investigación ya sean facultades o Institutos con el propósito de describir los centros, su organización, y así establecer similitudes o diferencias en cómo

funcionan los doctorados en torno a la formación doctoral, en relación a las políticas de ciencia y tecnología.

En la investigación cualitativa, “El investigador comienza examinando el mundo social y en este proceso desarrolla una teoría coherente con lo que observa que ocurre” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio.).

La investigación cualitativa consiste en un conjunto de prácticas interpretativas que describen las rutinas, los momentos y sentidos problemáticos de la vida de los individuos, a través del uso sistemático y la recolección de materiales empíricos, apuntes de campo, entrevistas conversaciones, recursos audio-visuales y fotográficos, memos y otros registros; en un ambiente social natural con la finalidad de extraer su significado e interpretar dicha realidad social (Denziny Lincoln, 2000)

En esta investigación se emplea un enfoque de análisis interpretativo fundamentado en los datos. Interesa indagar sobre interacciones, organización y contexto del entorno del Doctorado de Física Aplicada, se obtendrán datos a través de narrativas que surgen de la entrevista y, para el tratamiento de la información, se recurrirá a la construcción de categorías que permitan elaborar un análisis e interpretación de los datos con base en el marco teórico desarrollado en el capítulo anterior.

Este tipo de investigación se muy acotado y la aportación de este caso sumara elementos interpretativos para explicar la formación de científicos en la BUAP, centra en un caso de estudio exploratorio el cual es un primer acercamiento a un tema escasamente estudiado. A diferencia de un estudio explicativo, un exploratorio es un estudio parcial porque no estudia todos los elementos del objeto, es un estudio parcial.

Esta investigación exploratoria es un estudio de caso cualitativo sobre la caracterización del doctorado en Física Aplicada de la BUAP tiene como objetivo analizar su evolución y transformación que ha presentados desde su

implementación en la Universidad a la Fecha en relación con la políticas establecidas por el PNPC , sus líneas generales y científicas, su internalización y colaboración y las implicaciones que han tenido estas categorías para la formación de científicos.

Investigación de campo.

El trabajo de campo consistió en reunir información a través de entrevistas guiadas con los sujetos de investigación aproximadamente de una hora de duración cada una fueron realizadas por el Dr. Rollin Kent y por Ma. Alejandra Del C. Dardón estudiante de la Maestría en Administración y Gestión de Instituciones Educativas. Previamente se concertó una cita con el responsable o coordinador de posgrado.

Se grabó cada una de las entrevistas posteriormente se transcribieron en versión estenográfica a través de la paquetería Office Word con una extensión de 12 a 20 páginas por entrevista.

Investigación documental.

La revisión documental consistió en la consulta de artículos especializados sobre la formación de científicos en distintas disciplinas del conocimiento resultado de investigaciones realizadas en diferentes países del mundo incluyendo México. Siendo enriquecida esta investigación con la consulta pertinente de los clásicos estudios sociológicos de la ciencia quienes dan pauta al enfoque neo institucional el cual es parte fundamental de esta investigación. El marco teórico sirvió como base para elaborar categorías de análisis que permitieran observar la génesis, desarrollo e institucionalización científica del Doctorado de Física Aplicada de la BUAP.

4.2. Instituciones participantes

Las 13 instituciones participantes, que ofrecen estudios de posgrado en ciencia duras puras, ciencias blandas puras y ciencias duras puras aplicadas

reconocidos por el PNPC que fueron seleccionadas para realizar la investigación para el proyecto son:

	Doctorado	Año de creación	Entidad
1	Doctorado en Ciencias (Física)	1984	Instituto de Física
2	Doctorado en Ciencias (Física Aplicada)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
3	Doctorado en Ciencias (Matemáticas)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
4	Doctorado en Ciencias Químicas	1994	Facultad de Ciencias Químicas
5	Doctorado en Ciencias (en la especialidad de Ciencia de Materiales)	1995	Instituto de Física
6	Doctorado en Ciencias Microbiología	1995	Instituto de Ciencias
7	Doctorado en Dispositivos Semiconductores	2006	Instituto de Ciencias

Tabla 1. Instituciones participantes (Carranza, G. 2015)

Esta tesis de maestría se centra en el doctorado de Física Aplicada de la BUAP.

4.3 Descripción de los sujetos de investigación

El acceso al sitio y el acuerdo con los sujetos para ser entrevistados ocurrió gracias a la gestión realizada por el líder del proyecto *“La investigación científica y el desarrollo tecnológico en la Universidades Públicas Mexicanas”* realizando sin ningún contratiempo de acuerdo a la programación acordada. Obteniendo por parte de los entrevistadores una amplia disposición y generosidad para compartir sus experiencias formativas (doctorandos) y de formación (coordinadores).

Sujetos de Estudio.

A continuación se muestra las características de los sujetos entrevistados.

	Coordinador	Coordinador o director	Doctorado
1	Dr. Luis Ernesto Fuentes Ramírez	Director	Doctorado en Microbiología
2	Dr. Jesús Arriaga	Coordinador	Física
3	Dra. Sara Montiel Smith	Coordinadora	Ciencias Químicas
4	Dra. Marcela Méndez	Coordinadora	Física Aplicada
5	Dr. Salvador Alcántara	Director	Dispositivos Semiconductores
6	Dr. Francisco Mendoza	Director	En Matemáticas

Tabla 2. Sujetos de estudio.

4.4 Técnicas de la investigación

El recurso fundamental de recolección de información fue la entrevista. A continuación se describen los insumos de la investigación.

Entrevista

Al formar parte del proyecto *La investigación científica y el desarrollo tecnológico en la Universidades Públicas Mexicanas: Marco institucional, formación de científicos y vinculación social* se elaboró una guía de entrevista para directivos o coordinadores década centro que aportaron información para el análisis de nuestro estudio.

Guía de entrevista producto del trabajo realizado en el cuerpo académico 249 de la BUAP.

EJES TEMATICOS	PREGUNTAS SELECCIONADAS
Descripción general del Centro	<p>Año de creación Programas doctorales que ofrece Líneas de investigación que maneja Cuerpos académicos Generaciones egresadas Publicaciones Patentes registradas</p>
Decisiones institucionales	<p>¿Cuáles son los objetivos del programa doctoral? ¿Ha habido cambios en el plan de estudios del doctorado? ¿Cuáles y a qué responden? ¿La experiencia de formar doctores ¿ha servido para abrir nuevas líneas de investigación? ¿Con quiénes trabajan, Cuáles son sus socios nacionales e internacionales?, ¿Cuáles son sus grupos de referencia? (Dicotomía: localista y cosmopolita). ¿De dónde consiguen sus fondos para investigación?</p> <p>¿Hay un reclutamiento pasivo o salen a buscar buenos doctorandos? ¿En dónde? ¿Hay diferencias en el trato nacional e internacional? Si no todos los doctorados van a hacer investigación, ¿han contemplado estas exigencias laborales para orientar otras experiencias formativas en el doctorado? (Asociado al mercado de trabajo) ¿Qué proyectos han desarrollado (LGAC)? ¿Cómo han evolucionado estas (LGAC)? ¿Cómo ha cambiado la estructura decisoria para hacer investigación: decide el centro o el investigador o el socio externo?... ¿Cómo ha cambiado esto en 80, 90 y 2000?</p>
Tutoría y acompañamiento	<p>¿Cómo se organizaron los Comités Tutoriales? (son institucionales o amplios, con profesores invitados) Durante el proceso mismo de desarrollo de la tesis ¿estuvo participando en distintos grupos en distintas instituciones, en distintos países? ¿Qué movilidad estudiantil ha habido?</p>

	¿Qué apoyos académicos o institucionales recibe el estudiante de doctorado para hacer artículos científicos?
Productos de investigación: publicaciones y patentes	<p>¿Qué productos de investigación son valorados en este doctorado?</p> <p>¿Qué se espera que los estudiantes produzcan además de sus tesis?</p> <p>¿Qué y dónde publican los académicos de este centro? ¿Y los estudiantes?</p> <p>¿Qué importancia le dan a la coautoría?</p> <p>¿Cuántos coautores típicamente se reconocen en este campo de estudio?</p> <p>¿Cuál es el congreso o evento académico que más valoran en este doctorado?</p> <p>¿Qué apoyos recibe el estudiante para asistir a congresos nacionales e internacionales?</p>
Seguimiento de egresados	<p>¿Dónde se han colocado los egresados?</p> <p>¿Dónde trabajan?</p> <p>¿Están en el SNI?</p> <p>(Datos de seguimiento y ubicación laboral de egresados)</p>
Para proyecto general: experiencia doctoral procesos y condiciones	<p>¿Hay cambios entre centros? ¿En qué consisten?</p> <p>¿Hay diferencias entre áreas y disciplinas?</p>

Tabla 3. Inspirada en Alma Tapia (2011)

Tratamiento de la información.

Después de establecer este sistema de categorías o indicadores en los que se pueden observar los datos obtenidos por medio de las transcripciones de entrevistas y apuntes de campo, se procedió a codificar los textos de las transcripciones de la siguiente manera artesanal:

Se analizó cada entrevista, resaltando en Word Office los fragmentos de textos (párrafos u oraciones) correspondientes a cada categoría.

Posteriormente, en el listado de categorías se recuperaron los extractos de textos pertenecientes a cada código, complementando con apuntes de las entrevistas y lo establecido en el marco teórico, permitiendo así que en la redacción de hallazgos se interpretaran y triangularan los datos.

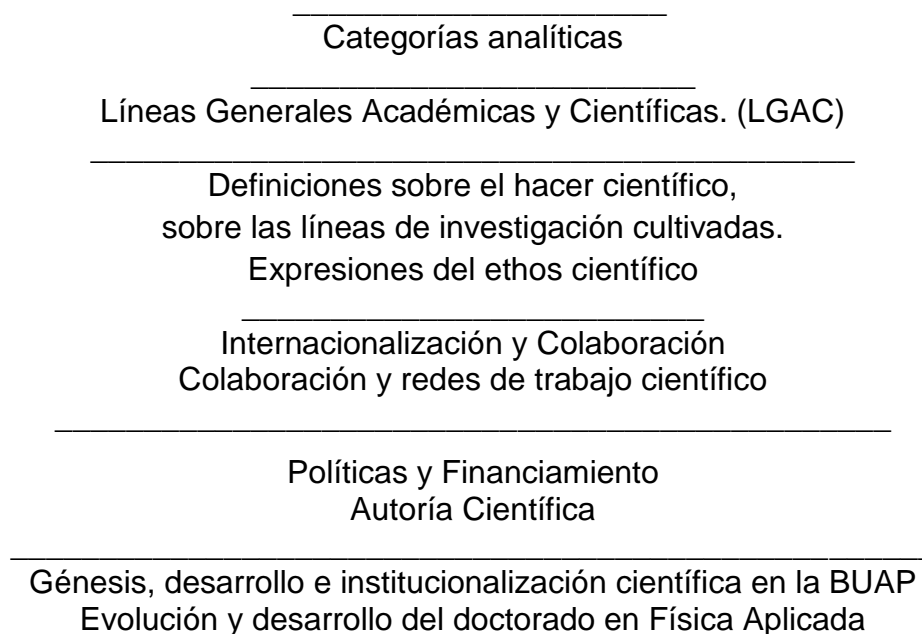
Triangulación de datos: usar datos obtenidos de las diferentes entrevistas sobre el mismo evento.

Triangulación de investigadores: usar la opinión distintos investigadores sobre el mismo evento o problema.

Triangulación Teórica: usar distintas perspectivas conceptuales para interpretar u mismo conjunto de datos.

4.5 Propuesta analítica

Esquema inspirado en Méndez Flor (2012)



Los resultados que a continuación se presentan a través de una narrativa que al igual que en las categorías corresponde a los siguientes momentos de análisis: Contexto institucional, líneas generales Académicas y Científicas, expresiones del ethos científico, génesis, desarrollo e institucionalización científica en la BUAP específicamente del doctorado en Física Aplicada.

CAPITULO V

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este capítulo se analiza la evolución y desarrollo del Doctorado de física Aplicada de la Facultad de Física Aplicada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Este Doctorado se oferta desde 1993 y antes se llamó de optoelectrónica y en el 2004 cambió su nombre al actual con el fin de mostrar que su trabajo se ampliaba a más áreas. Esta y otra información presentada en este capítulo proviene de la entrevista realizada a las autoridades del Doctorado en Física Aplicada y del portal doctoral de la Facultad de Físico Matemáticas de la BUAP.

Haciendo referencia al Marco contextual el CONACYT viene a representar una nueva etapa de apoyo a la investigación y el posgrado. Como instancia federal que impulsa y norma la actividad científica desde la década de 1980, ha marcada la organización de los centros de investigación para el desarrollo mismo de la investigación y para su trabajo de formación de científicos. En la BUAP, como en otras universidades son los grupos académicos disciplinarios quienes han impulsado el desarrollo de la investigación y la formación de científicos gracias al desarrollo de los doctorados.

También la Secretaria de Educación Pública (SEP) a través del Programa Institucional de Fortalecimiento a la Investigación (PIFI, AÑO) contribuye a desarrollar los doctorados de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Quan Kiu, 2011).

En consecuencia con estas definiciones federales y para impulsar de forma institucional la ciencia en la BUAP, se crea en el año de 1980 una primera estructura para regular la investigación y el posgrado, se trata de la Secretaria de Investigación y Posgrado (SIP), actualmente Vicerrectoría, la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP). A través de VIEP se organizan,

norman y distribuyen apoyos financieros, para fortalecer el desarrollo académico de los programas de posgrado y de la investigación. Es la VIEP la que impulsa la incorporación de los posgrados de la BUAP al padrón de posgrados de calidad de CONACYT (PNPC) instancia federal que al reconocerlos ofrece apoyos económicos adicionales para el desarrollo de la investigación y la formación de científicos.

La creación del primer doctorado tuvo lugar en 1984, en la Tabla 2, sobre el origen histórico de los doctorados se aprecia el año de creación de los programas existentes. El doctorado estudiado fue el primer doctorado científico en la BUAP. La tabla también muestra el reconocimiento que CONACYT hace a los programas doctorales de la BUAP ya que sólo dos de 19 programas doctorales, los que no están marcados con negritas en la tabla, actualmente no están reconocidos por el PNPC.

	Doctorado	Año de creación	Entidad
1	Doctorado en Ciencias (Física)	1984	Instituto de Física
2	Doctorado en Ciencias (Física Aplicada)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
3	Doctorado en Ciencias (Matemáticas)	1993	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
4	Doctorado en Ciencias Fisiológicas	1994	Instituto de Fisiología
5	Doctorado en Ciencias Químicas	1994	Facultad de Ciencias Químicas
6	Doctorado en Historia	1994	Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
7	Doctorado en Sociología	1994	Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
8	Doctorado en Ciencias (en la especialidad de Ciencia de Materiales)	1995	Instituto de Física
9	Doctorado en Ciencias Microbiología	1995	Instituto de Ciencias
10	Doctorado en Ciencias Ambientales	1996	Instituto de Ciencias

	Doctorado	Año de creación	Entidad
11	Doctorado en Derecho	1998	Facultad de Derecho y Ciencias Sociales
12	Doctorado en Ciencias del Lenguaje	1999	Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
13	Doctorado en Dispositivos Semiconductores	2006	Instituto de Ciencias
14	Doctorado en Economía Política del Desarrollo	2008	Coordinación de Posgrado
15	Doctorado en Literatura Hispanoamericana	2010	Facultad de Filosofía y Letras
16	Doctorado en Procesos Territoriales	2010	Facultad de Arquitectura
17	Doctorado en Ciencias de Gobierno y Política	2011	Instituto de Ciencias de Gobierno y Desarrollo Estratégico
18	Doctorado en Investigación e Innovación Educativa	2014	Facultad de Filosofía y Letras
19	Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos	2014	Facultad de Ciencias de la Electrónica

Tabla1. Años de creación de los doctorados BUAP (Carranza, G. 2015)

De los doce doctorados de la primera generación, solo cuatro pertenecen a las ciencias sociales y ocho a las ciencias naturales. En las primeras dos décadas del desarrollo de los doctorados en la BUAP es evidente que las disciplinas duras puras y duras aplicadas tienen una mayor presencia.

DOCTORADOS DISCIPLINAS DURAS	DOCTORADOS DISCIPLINAS BLANDAS
Especialidad de Ciencia de Materiales	Ciencias de Gobierno y Política,
Física	Ciencias del Lenguaje
Física Aplicada	Economía Política del Desarrollo
Matemáticas	Doctorado en Derecho
Microbiología	Investigación e Innovación Educativa
Ciencias Fisiológicas	Literatura Hispanoamericana
Ciencias Químicas	Sistemas y Ambientes Educativos
Dispositivos Semiconductores	Sociología
	Procesos Territoriales

Tabla 2. Cuadro de los Doctorados de la BUAP pertenecientes al PNPC (Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, s.f2)

Como parte de este análisis se elaboró una caracterización de los atributos particulares del Doctorado de Física Aplicada y que permite observar las líneas de acción y generación de aplicación de conocimientos (LGAC), expresiones del ethos científico, internalización y colaboración, políticas y financiamiento.

El reconocimiento del posgrado en física aplicada es evidente para las personas que dirigen el doctorado. Así lo expresa la coordinadora:

ENTREVISTADA: En términos del nivel educativo, el nivel académico pues yo digo que va a la par con los demás no, o sea la física es la física aquí y en donde sea, afortunadamente la planta académicas es de muy buena calidad es reconocida a nivel nacional, a nivel mundial incluso podríamos decirlo, la experiencia de nuestros profes de mayor edad son bastante buenos, bastante reconocidos y bueno los jóvenes ahí vamos, pero yo digo de igual manera, entonces eso puedo comentar al respecto.

A la planta académica de una primera generación se suman jóvenes investigadores que se suman a la tarea de hacer ciencia y adoptan como forma de trabajo los valores universales de la ciencia.

Colaboración e internacionalización son rasgos del doctorado estudiado que no sólo se han mantenido por ser un requisito para ser posgrado de calidad, sino que son expresiones de un ethos científico de la comunidad disciplinar estudiada que le hacen actualmente al PNPC en la BUAP. La oferta formativa ha transitado desde ser concebida como una disciplina dura pura a ser concebida como integración de disciplinas duras puras y duras puras aplicadas. Esta evolución se ha interiorizado de una forma natural en la formación de los doctorantes en Física Aplicada siendo un ejemplo de la integración de disciplinas y de oportunidad para formar científicos aplicados. Como siguiente punto se narrará el origen de este doctorado y cómo ha evolucionado desde su nombre de inicio, que era Optoelectrónica, al nombre actual de Física Aplicada para dar cabida a más áreas de estudio e investigación y dar un giro hacia una orientación aplicada.

Otro análisis es sobre las LGAC impulsadas en este doctorado, no solo se rigen sino se actualizan en torno a las exigencias disciplinares que alimentan las exigencias administrativas del CONACYT, al trabajar como comunidad de

investigadores cuyos integrantes mantienen colaboración con otros investigadores en física de otros estados de país y de otros países.

También se analiza la construcción del ethos científico en el territorio académico de los doctorantes en formación en la disciplina de Física Aplicada de la BUAP. Ethos como categoría analítica general que describe una forma de hacer que distingue a la actividad científica.

5.1. El Origen: Física Aplicada

La creación de la Escuela de Físico Matemáticas fue aprobada por el Honorable Consejo Universitario de la BUAP en febrero de 1950. La relevancia histórica de esta Escuela se sintetiza en las siguientes palabras:

"Para tener un concepto científico, moderno, del mundo, es necesario el estudio metódico y concienzudo de las matemáticas y de la física nuclear, dado que estas ciencias han tenido un desarrollo extraordinario en los últimos años, modificando radicalmente la mayor parte de las ideas científicas anteriores.... Si nuestra universidad no proporciona esta enseñanza vive ignorante y retrasada... Para solucionar este problema se ha pensado en la creación de la Escuela de Físico Matemáticas que ahora propone". (Horacio Labastida Muñoz)

En ese entonces, años 50 del siglo pasado, apenas existía una escuela de ese tipo, en la UNAM. La escuela de Físico Matemáticas de la BUAP fue la segunda que se creó en nuestro país. Ello da cuenta de un impulso a las ciencias duras y particularmente a la física desde los inicios de la investigación en la BUAP.

En su origen como organización que buscaba especializar físicos se expresaron dos retos para la escuela de física: su reconocimiento como facultad a partir de la existencia de un posgrado y la formación de docentes especializados en física, tarea que debía ser atendida a la par de atender a la de formar investigadores. El 9 de abril de 1954, la academia de profesores presentó al

Honorable Consejo Universitario una petición encaminada a convertir la escuela en facultad, solicitando al mismo tiempo que el título otorgado por la misma fuese el de Maestro de Ciencias Físico Matemáticas, con la especialidad en Física. Sin embargo cinco meses más tarde la misma academia de profesores pidió que el grado otorgado fuese simplemente el de Físico, pues la connotación habitual de la palabra maestro causaba confusión. Sin embargo el máximo órgano de gobierno no aprobó el cambio arguyendo, entre otras cosas, que la idea al fundar la escuela había sido justamente la de formar profesores en Física y Matemáticas.

En lo referente a la trayectoria y evolución del doctorado en Física Aplicada importa destacar que la física en la BUAP tiene dos sedes tanto en la facultad de ciencias Físico matemáticas como el Instituto de Física. El grupo de investigadores y docentes que impulso la creación del Doctorados en Física Aplicada tenía el objetivo de desarrollar la Física como ciencia aplicada e innovar para generar más especialistas en el área y esta orientación facilitó la decisión institucional innovadora de integrar una facultad y un instituto para la construcción de esta oferta formativa.

El primer instituto de investigación en la BUAP, el Instituto de Ciencias (ICUAP) se creó a finales de la década de 1970. Una década después se creó el Instituto de Física Luis Rivera Terrazas. A decir de la coordinadora del doctorado entrevistada, el instituto de Física tuvo desde su origen una orientación teórica. Sobre su origen señaló:

INVESTIGADORA: ...entonces aquí en la facultad hubo gente que despertó a hacer investigación en la parte experimental, pero ahí era más teórico, entonces como que fue difícil, incluso no fue fácil llegar y decirles oigan abran un área experimental por decir, entonces los profes de acá dijeron porque no armamos un posgrado pero lo orientamos a las áreas experimentales y allá están las área teóricas, entonces así fue como nació la idea y bueno lo sometieron obviamente a las autoridades después de un proceso que se llevó a cabo y se estableció el posgrado en física que en un principio se le llamó el posgrado en optoelectrónica el cual surge en 1993. Después para dar cabida a otras áreas que no pertenecían a optoelectrónica, se analizó el nombre más adecuado a los perfiles de egreso y se le puso Física Aplicada el cual surge en el 2004.

Aunque el origen del programa de posgrado fue teórico las exigencias disciplinares mismas y el reto de formación de una diversidad de especialistas hicieron que la BUAP impulsara la creación de este doctorado aplicado y que alentara la participación de dos grupos de investigación en la institución.

5.2. Líneas de Generación y aplicación de Conocimiento. (LGAC)

Uno de los fundamentos de esta investigación es la sociología de la ciencia, para este trabajo es de particular interés conocer sobre la manera en que opera la ciencia como un sistema social, reconocer las diferencias territoriales disciplinares y de especialización, como lo señala Bartolucci: “diferencias culturales y lingüísticas por consiguiente de los sistemas políticos e ideológicos en los que están insertas (Bartolucci, 2000, p.21).

Merton sostiene que la ciencia como las demás instituciones sociales se basa en valores que el científico tiende a desarrollar. A este conjunto de valores y normas de la ciencia, que se derivan de su objeto de estudio y de los métodos de la disciplina lo denominó ethos científico (Merton, 1977). La actividad científica se define por la producción de nuevo conocimiento y al formar nuevos científicos se les forma en los valores científicos precisamente al acompañarles en la tarea de producir nuevo conocimiento.

La diversidad de especialización en cada disciplina es grande. Las políticas de ciencia y tecnología en México ofrecen un nombre para dar cuenta de esta diversidad: Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LGAC). Sobre las LGAC impulsadas en el doctorado la entrevistada señala que la formación inicial del científico y su especialización en ciertas LGAC define una trayectoria de investigación que queda registrada en la exigencia administrativa de formar y actualizar permanentemente su CVU en las bases de CONACYT. Contrario a suponer que esta exigencia es equivocada, la entrevistada muestra en su respuesta que es valorada por los académicos del centro como un recurso para

conocer la trayectoria de los investigadores formados. La alimentación del CVU, en palabras de la coordinadora del doctorado:

...lo más importante es que lo siguen alimentando como investigadores, esto permite, quedando en los registros del egresado del Doctorado en Física Aplicada, permitiendo el seguimiento de su crecimiento como investigadores a través de la publicación de artículos, además de saber su colocación en diferentes estados de la república llevando a cabo las líneas de investigación que desarrollaron en el posgrado, siendo esto un orgullo para la facultad de pertenecer a un programa reconocido por el PNCP.

A partir de lo anterior podemos afirmar que las plataformas institucionales del CONACYT resultan de importancia para la comunidad científica. Al formalizar explícitamente los valores científicos (cfr. Merton, 1973) CONACYT demanda un tipo de rendición de cuentas para conformar una base informativa que es también aprovechada por los grupos científicos que forman a los nuevos científicos. Adoptamos entonces la idea de Merton sobre el aporte de cada científico a la comunidad disciplinar:

De esta manera fue Merton el pionero, al establecer que es la búsqueda del reconocimiento que se espera obtener a cambio de la información original que cada científico aporta al fondo común del conocimiento científico, lo que constituye el motor que pone en marcha la actividad científica y participa del mantenimiento del ethos” (Fernández y Torres; 2009 p. 7)

5.3. Internacionalización y Colaboración

Siendo la comunicación una tarea central de la actividad científica y que determina las formas de organización científica, interesa conocer más sobre las formas de colaboración disciplinar en el doctorado que nos ocupa. Comunicar hallazgos de investigación es una característica central de la vida académica. La tarea de comunicar debe ser aprendida por cada científico impactando su formación en un nivel cognitivo y, como moneda de cambio en el mundo de los

especialistas disciplinares, es un recurso de reconocimiento individual y organizacional. En el aspecto social-normativo, publicar resulta entonces ser una forma para establecer la reputación en el quehacer científico. (Becher, 2001)

Las revistas científicas como soportes de comunicación permiten establecer relaciones entre distintos grupos, investigadores, comunidad académica, organización y entorno. La forma en que se da a conocer el nuevo conocimiento en los doctorados es por medio de las publicaciones científicas. En el posgrado que se investiga, la publicación científica es un requisito formal de titulación a nivel de doctorado y algunas de las actividades rutinarias que se realizan en el programa formativo están dirigidas para que los estudiantes logren cumplir con este propósito.

En las palabras de la coordinadora del doctorado, resulta central para la formación de nuevos investigadores la participación colaborativa internacional de profesores y estudiantes de centro:

*INVESTIGADORA: Específicamente en el doctorado, bueno, pues yo creo que como disciplina este digamos que va a la par no, lo que si podríamos recalcar es este la colaboración con grupos de investigación de otros países, por ejemplo en el doctorado tenemos la fortuna de que hay colaboraciones en proyectos de gran prestigio no, anteriormente hubo un proyecto que se llamó **El Pier Arguer**, es un proyecto en el cual colaboraron el grupo de óptica, Dr. Cordero específicamente y sus colaboradores, en este proyecto trabajaron varios países a nivel mundial, entonces es una de las grandes contribuciones llamémosle así, otro segundo proyecto grande es el que ahora se está llevando a cabo con el área de partículas que es este el acelerado que esta e Suiza, entonces estos grupos de trabajo pues, nosotros podríamos decir que pues estamos a la par con la gente del extranjero, tenemos la capacidad, los recursos humanos , hay varios estudiantes por ejemplo en este momento: 3 o 4 que están viajando continuamente a Suiza y pues por lo que me comenta el responsable están dejando muy bien en alto a la Universidad, y hay proyecto menores, de menor escala pero de igual importancia, hay otros proyectos también colaborando con otros países, entonces, yo pudiera decir que algo particular de la universidad es que tenemos o se ha tenido hasta el momento la capacidad y el apoyo institucional obviamente para que haya colaboración con el extranjero y tener y participar en proyectos de gran escala.*

Este comentario resalta la importancia para el grupo de investigadores de ligar sus tareas de investigación y formación al desarrollo de proyectos. Los proyectos de investigación en curso ofrecen a los aprendices oportunidades de insertarse en un trabajo en marcha y ofrecen a los investigadores de distintas sedes de investigación oportunidades de investigación y desarrollo.

Como comunidad de investigadores mantienen colaboración con otros investigadores en física de otros estados del país, como en Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), y del estado de Puebla. En la BUAP y con investigadores de otras dependencias como el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). El tipo de colaboración sobresaliente, más que en el desarrollo de proyectos, ocurre en la participación de investigadores diversos en los procesos formativos de los estudiantes. Las estancias estudiantiles en centros de investigación en el extranjero a través de las becas mixtas de CONACYT y la participación de investigadores nacionales en los comités tutoriales son expresiones permanentes de colaboración.

5.4. Políticas y Financiamiento

La BUAP es una organización universitaria inserta en un campo institucional regido por reglas, normas y políticas de educación superior, las cuales a su vez moldean la formación de nuevos doctores y la actividad científica que están a su vez regidas por políticas de ciencia y tecnología.

Hacer ciencia en la BUAP exigió, entonces nuevas formas de actuación, pensamiento y legitimación. Actualmente sus actores científicos y tecnológicos enfrentan nuevos retos, particularmente frente a políticas públicas como el PNPC-CONACYT que, a decir de los investigadores entrevistados, son aplicadas por administradores que no necesariamente piensan como científicos. En palabras de la coordinadora del Doctorado:

INVESTIGADORA: No pues eso yo creo que todo mundo, tiene al menos conciencia de eso, yo creo que lo más ideal es que este evaluado por la gente que lo desarrolla, que lo trabaja, este..., un político pue que puede saber de cómo se lleva a cabo el desarrollo. Cuáles son las necesidades, cuales son las aplicaciones, ¿Que se puede hacer? ¿Qué no se puede hacer? ¿Cuándo se puede hacer? ¿Cuándo no se puede hacer? ¿No? Entonces hemos tenido muchos problemas en términos de asignación de proyectos y de formalismos y de leyes, etc. Debido a que la gente que lo decide no es del área y no sabe de lo que se desarrolla o en lo que consiste la ciencia, entonces yo no estoy de acuerdo y no creo que mucha gente que estamos en esta área pues estamos de acuerdo en que la decisiones fuertes las toma gente que no pertenezca al área, lo más ideal es que sea gente... pues que sea del área porque es la que conoce y es la que sabe cómo se maneja todo esto.

En su organización regular, el doctorado padece las exigencias institucionales del CONACYT y de la propia BUAP en materia de asignación y ejercicio de los recursos financieros para el desarrollo del trabajo y la divulgación de los resultados de investigación. A decir de la entrevista: Debido a que la gente que lo decide no es del área y lo más importante no sabe cómo se desarrolla o en que consiste la ciencia. La mejor administración de un doctorado parece ser entonces uno de los retos institucionales que la BUAP como IES debe atender.

5.5. Autoría Científica

La producción de artículos científicos es la moneda de cambio en el mundo académico. A través de los textos académicos se dan a conocer a la comunidad disciplinar los hallazgos del campo disciplinar estudiado y es esa comunidad disciplinar la que valora la pertinencia, novedad y aportación de los mismos. La escritura es un *tipo de actividad científica* alrededor de la cual se organizan otras actividades. Es inseparable de una práctica social (Lave, 2007) que está diferencialmente organizada por disciplinas (Becher y Trowler, 2001).

Realizar investigación de frontera y realizar trabajo interdisciplinario de investigación son dos de los puntos destacables del objetivo institucional de un espacio que forma doctores en Física Aplicada de la FCFM de la BUAP respecto

al primero, la investigación de frontera, este trabajo presenta algunos de los rasgos formativos institucionales que apoyan consecuentemente este objetivo y que están directamente asociados con la producción académica. En palabras de la coordinadora del Doctorado:

INVESTIGADORA. Uno de los retos de la escritura académica en este doctorado es el de la escritura en inglés. Si se pretende que un doctorado tenga reconocimiento internacional será necesario que los estudiantes, además de publicar, escriban sus disertaciones en inglés. Publicar los trabajos de tesis en inglés en la página institucional permitirá que los académicos de otras partes del mundo conozcan estas investigaciones.

Hacer público el trabajo en inglés de los estudiantes de doctorado, señala la entrevistada, facilita que estos jóvenes investigadores sean conocidos en otras universidades y posibilita su ingreso a programas postdoctorales, necesarios en la formación de científicos.

La preparación de un texto académico para presentar en un congreso sigue entonces un proceso de construcción compartida en el que los estudiantes ensayan las formas académicas de organización, exposición y valoración de un género reconocido: ponencia de congreso. . Este género puede ser de hecho la antesala de la publicación.

Continuar en la carrera académica exige a los físicos aplicados hacer dos tipos de productos académicos: tesis de grado, géneros escolares o institucionales que tienen un limitado público escolar y que se elabora con el propósito fundamental de certificar el aprendizaje del estudiante; y ponencias para ser presentadas en congresos internacionales ante un público de científicos e investigadores. Este producto académico tiene como propósito fundamental presentar los hallazgos y avances de las investigaciones ante un público de especialistas y abonar a la discusión ya puesta en marcha por esta comunidad: es la salida pública del trabajo de tesis.

En el CVU de CONACYT de cada estudiante que ha pasado por este doctorado queda registrada la producción académica de los egresados, las líneas de generación y aplicación de conocimiento de las que participan, los estudiantes que ya han asesorado y en general su trayectoria. Uno de los ejes de indagación que nos interesa desarrollar se refiere precisamente a la producción académica para determinar la colaboración entre los estudiantes de este doctorado BUAP y los académicos de la misma institución o de otras instituciones.

CONCLUSIONES

El grupo de investigación del que formo parte se ha propuesto estudiar la institucionalización de la ciencia en la BUAP. Estudiar el Doctorado en Física Aplicada aporta a este reto de investigación información y análisis sobre un doctorado específico.

Si tomamos en cuenta la información expresada en los resultados y siendo la física la ciencia más antigua, la que más escuela ha hecho en el mundo y en la BUAP ha disparado la investigación científica y el desarrollo tecnológico podemos concluir que:

1.- El Doctorado en Física Aplicada es uno de los primeros doctorados que se formó en el marco de las políticas nacionales de Conacyt, dependencia creada en 1990. Siendo las políticas nacionales y las exigencias disciplinarias las que definen la organización del trabajo de un doctorado. En el caso de la ciencia universitaria, los entornos son complejos pues están constituidos tanto por el campo nacional de políticas de educación superior mexicana y ciencia como por las comunidades científicas internacionales con las cuales se identifican los integrantes de las disciplinas (cfr. DiMaggio and Powell 1991, citados por Kent, 2015).

2.- Las facultades universitarias para ser reconocidas como tales exigen contar con un posgrado. La Facultad de Físico Matemáticas logra este estatus en 1993. La ciencia como institución influye así en la vida académica de una organización. Entendiendo a la institución científica como un conjunto de “mecanismos de orden social y cooperación que procuran normalizar el comportamiento de un grupo de individuos.” (cfr. Kent, 2010)

3.- El Doctorado en Física Aplicada al ser reconocido por el Conacyt, como posgrado de calidad (PNPC), expresa dos dimensiones explicadas por el Neo institucionalismo: normativa y reputacional (cfr. Kent, 2010). (Bourdieu, 1976, en Kent Serna, (s.f.)), y Whitley et al conciben “el estudio de la ciencia como una forma institucional particular de regulación reputacional y de los sistemas de evaluación de la investigación.” (Whitley et al. en Kent Serna, R. (2010).

4. - Desde su origen, primero como escuela y después como Facultad de Físico matemáticas, el grupo docente y académico ha mostrado disposición a la colaboración, en materia de formación de científicos, con otras unidades académicas de la BUAP. El doctorado está cubriendo el objetivo de abrir nuevas líneas de investigación, siendo los egresados los que están colaborando en otros institutos y facultades continuando con la línea de trabajo aprendida en el doctorado, siendo este un parámetro importante y que se cumple en las evaluaciones de CONACYT con documentos comprobables ya que una vez que el estudiante ingresa a la maestría o el doctorado el CONACYT le abre un CVU.

En Puebla existen tres instituciones de nivel que imparten la disciplina de Física a nivel posgrado, por lo que podemos considerar que el mayor número de investigadores está centrado en Puebla: INAOE, Instituto de Física y la Facultad de Físico Matemáticas. La colaboración parece ser un signo de este posgrado. Las redes de investigación son agrupamientos sociales de investigadores cuyos miembros establecen criterios para valorar el mérito y la reputación de los integrantes de la comunidad de tal manera que pueda cumplir con sus objetivos. (Becher, 2001)

5.- El Doctorado en Física Aplicada, igual que en otros programas deben publicar para la comunidad internacional y deben hacerlo en inglés. “Publicar es un indicador valorado por el sector de Ciencia y Tecnología que responde a la necesidad creciente de justificar el gasto público que se realiza en este sector debido a la alta inversión que se hace en un joven doctorando” (Mata Santel, 2013)

Continuar en la carrera académica exige a los físicos aplicados hacer dos tipos de productos académicos: tesis de grado, géneros escolares o institucionales que tienen un limitado público escolar y que se elabora con el propósito fundamental de certificar el aprendizaje del estudiante; y ponencias para ser presentadas en congresos internacionales ante un público de científicos e investigadores. Este producto académico tiene como propósito fundamental presentar los hallazgos y avances de las investigaciones ante un público de

especialistas y abonar a la discusión ya puesta en marcha por esta comunidad: es la salida pública del trabajo de tesis.

En resumen, la organización del doctorado en Física Aplicada el cual desde su origen se administra por las políticas de Ciencia y Tecnología siendo estas una fortaleza de la BUAP que es reconocida por el CONACYT lo que le permite el reconocimiento como PNPC. El doctorado estudiado surge y se ha desarrollado como una apuesta a la investigación desde una facultad en una universidad estatal, contexto en el cual desarrollar el *ethos científico* fue un reto particularmente importante. Además de la pertinencia de sus LGAC se han preocupado por la construcción permanente de colaboración como premisa de la formación del doctorado, que los estudiantes toman como un aspecto “natural” de su formación.

Como ejemplo de esto podemos mencionar que para los doctorantes en formación publicar no atiende exclusivamente a una norma administrativa para ser parte del PNPC sino que se convierte en un reconocimiento del tipo de investigación que un investigador o un grupo realizan y de su aporte al fondo común de conocimiento científico. De esta forma las publicaciones de los doctorandos en su trayectoria formativa cumplen al menos dos propósitos del hacer científico en México: difundir resultados de investigación pertinentes y de interés a la disciplina y alimentar la colaboración con otros especialistas en el tema al dar visibilidad al grupo. Como consecuencia las publicaciones son un parámetro importante que permite cumplir con las evaluaciones de CONACYT para permanecer en el PNPC.

Este reconocimiento obliga al doctorado a seguir las exigencias institucionales del hacer científico que se traducen en normas del PNPC: Sin embargo no todo es positivo, el programa doctoral presenta algunas complicaciones. Los hallazgos de esta investigación arrojan luz sobre los retos que deben resolver los organismos encargados del doctorado en el marco de las exigencias del PNPC.

REFERENCIAS

Arechavala Vargas, Ricardo. (2011). *Las universidades y el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en México: una agenda de investigación*. Revista de la Educación Superior, XL (2)(158), 41-57.

Bazerman, Ch.(1988). *Shaping writing knowledge. The genre and activity of experimental article in science*. Madison WI: The University of Wisconsin Press

BUAP. (2015). *Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, 2015*, from www.buap.mx

Becher, Tony, (2001), *Tribus y Territorios Académicos*, Barcelona: GEDISA.

Becher, T., & Trowler, (2003). *Tribus y Territorios Académicos*, Barcelona: GEDISA.

Clark, B. (1993). *The Research Foundations of Graduate Education: Germany, Britain, France, United States and Japan*, Berkeley: University of California Press.

Carranza, G. (2015). *Organización administrativa y académica del Doctorado en Ciencias Químicas de la BUAP y sus implicaciones para la formación de científicos*. (Grado de Maestría). México Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

CORRALES, V. A. y TAPIA, M. “*Reinserción Laboral de egresados de Programas de Posgrado en Ciencias Sociales*”. Revista de la Coordinación de Estudios de Posgrado. Núm. 40, 2000. Disponible en:

<http://www.posgrado.unam.mx/servicios/productos/omnia/anteriores/40/index.php>
(Marzo, 25, 2010).

CONACYT. (2011, Marzo 18). “*Consejo nacional de ciencia y tecnología*”.
[HTTP://www.conacyt.mx/](http://www.conacyt.mx/)

DiMaggio, Paul J., & Powell, Walter W. (1999). *Retorno a la jaula de hierro: El isomorfismo institucional y la racionalidad colectiva en los campos organizacionales*. In Paul J. DiMaggio & Walter W. Powell (Eds.), *El nuevo institucionalismo en la teoría organizacional* (pp. 104-125). México: Fondo de cultura económica.

Fortes, J., & Lomnitz, L.A. (1991). *La formación del científico en México: adquiriendo una nueva identidad*. Siglo Veintiuno Editores.

Gobierno de la república (2013) *Plan nacional de Desarrollo 2013-2018*. Recuperado de: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Lav/Mis%20documentos/Downloads/PND-introduccion.pdf>

Hernández Sampieri, Fernando, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación* (4a. ed.). México: McGraw Hill

Kent Serna, Rollin, & Carrasco Altamirano, Alma. (2010). *El doctorado científico como parte del Sistema de CyT en México: Evolución reciente y retos*. Paper presented at the "La responsabilidad social del posgrado", Universidad de Colima.

Kent Serna, Rollin. (2010). *Trayectorias de formación de jóvenes científicos en tres disciplinas y tres instituciones de la región poblana: una propuesta de investigación. Protocolo del proyecto de investigación. Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, BUAP. México.*

Kent Serna, Rollin. (2011). *Trayectorias de formación de jóvenes científicos en México. Protocolo de Investigación. Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, BUAP. Puebla, México*

Laudel, Grit, & Gläser, Jochen. (2008). *From apprentice to colleague: The metamorphosis of Early Career Researchers*. *High Educ Springer*, 55, 387-406.

Merton, Robert K (1973 [1942]). *La estructura normativa de la ciencia*. Reproducido de: *La sociología de la ciencia*, 2. Madrid, Alianza Editorial, pp. 355-368. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/antilia/lecturas/merton.htm>

Méndez Ochaíta, Flor. (2012) *Estudio Comparativo de las dinámicas organizacionales en dos doctorados científicos*. (Tesis inédita de maestría), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Notimex Redactor: Jair López Vega, Jair (2014) *Política y Sociedad/ El Financiero // 030113*.

Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018

© Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Quan Kiu, Arturo. (2012). *El desarrollo de la investigación científica en México: El caso de cómo se institucionalizó la Ciencia en la BUAP*. (Tesis inédita de maestría), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Recursos humanos en ciencia y tecnología-
http://siicyt.main.conacyt.mx/siicyt/docs/estadisticas3/informe2012/capitulo_2_rhcyt.pdf.

Rollin Kent Serna, 2010, *La expansión, diferenciación e institucionalización del sistema de ciencia y tecnología en México: una interpretación neo-institucionalista*.

Rodamilans, M., Cambras, T., Giménez, R., Alegret, M., Campanera, J. M., Gómez-Catalán, J., ... & Prat, J. (2012, July). *El trabajo colaborativo como herramienta de formación del profesorado. Valoración inicial del grupo de trabajo multidisciplinar CCT-FARMA*. In *Actas del III Congreso Internacional de Nuevas Tendencias en la Formación Permanente del Profesorado*. Barcelona.

Tapia Serrano, Alma Delia. (2011). *Autonomía: sinónimo de identidad científica para los astrónomos del INAOE*. (Tesis inédita de maestría), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Tapia, A. Kent, R. Velázquez, I. (2010) *La producción académica como parte de la conformación del ethos e identidad del joven científico*. Memorias del II Seminario Internacional de Lectura en la Universidad y I Congreso Nacional de Expresiones de Cultura Escrita en Instituciones de Educación Media Superior y Superior. UAA

UNESCO. (2010). UNESCO Science Report 2010: *The current status of science around the world*. Paris: UNESCO Publishing.

ANEXOS

Información oficial del doctorado en Física Aplicada

Las características generales del programa del doctorado se pueden observar en la página de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrados, véase:

Orientación: Investigación

Duración: 4 Años

Periodo Escolar: Semestral

Materias: 14/15

Créditos: 56/66

Inicio de Periodo escolar: Enero y Agosto

Año de creación: 1993

Líneas de Investigación.

El posgrado tiene 21 líneas de investigación

- Mecánica estadística de fluidos y fenómenos críticos.
- Biofísica molecular.
- Interacción de radiación electromagnética en materia condensada.
- Instrumentación óptica.
- Interferometría.
- Óptica estadística.
- Formación de imágenes.
- Interacciones ópticas en medios lineales y no lineales.
- Óptica cuántica.
- Óptica no lineal.
- Sistemas optoelectrónicos.
- Láseres y fibra óptica.
- Física matemática.
- Teoría de las interacciones fundamentales.
- Fenomenología de las partículas elementales.

- Análisis de imágenes médicas.
- Diseño e instrumentación de detectores de partículas con aplicaciones en la medicina.
- Física computacional para altas energías y física médica.
- Búsqueda de nueva física en aceleradores.
- Detección de fenómenos cósmicos ultra-energéticos.
- Nueva física-modelos y fundamentos.

Perfil de Ingreso.

- a. Conocerá la mayoría de los fenómenos físicos, y sabrá aplicar una estructura matemática lógica para su descripción, conocerá los experimentos que lo soportan.
- b. Tendrá conocimientos con la mayoría de los métodos experimentales de su área de especialidad, sabrá analizar, evaluar y criticar resultados experimentales.
- c. Conocerá, entenderá y discutirá las leyes fundamentales de la física, sabrá interpretar fenómenos naturales o procesos tecnológicos asociados a estas leyes.
- d. Conocerá y sabrá aplicar la matemática fundamental en la solución e interpretación de procesos físicos.
- e. Mostrará tener una adecuada comunicación asertiva, verbal y escrita sabrá expresarse con claridad y precisión sobre diversos conceptos de la física. Tendrá conocimientos de una lengua extranjera que le permitan comprender y comunicarse en su especialidad.
- f. Egresados de Maestría en Ciencias en Física Aplicada, Optoelectrónica, Física, Ingeniería y programas de áreas afines.

Perfil de Egreso:

Los estudiantes egresados deberán tener un perfil con las siguientes características:

a. Tendrá los conocimientos generales en física y un dominio avanzado del campo de su especialización, estará actualizado con las teorías, interpretaciones, métodos y técnicas para abordar y resolver problemas nuevos en la LGAC que desarrolla.

b. Será capaz de seguir e interpretar críticamente los últimos adelantos en las teorías y experimentos de su campo de conocimiento.

c. Será competente en el uso de las técnicas de investigación independiente, con la capacidad de interpretar los resultados de nivel avanzado, hará contribuciones originales dentro de los cánones de su disciplina.

d. Tendrá capacidad para incursionar en otros campos del conocimiento en áreas afines a la Física de manera autónoma. Desarrollará la investigación con responsabilidad social en equipos interdisciplinarios. Será competente en el uso de sistemas computacionales para el cálculo y la simulación numérica, el análisis de datos, escritura de reportes así como su presentación.

e. Tendrá los conocimientos y sabrá transmitirlos a través de los procesos de enseñanza aprendizaje adecuados, de acuerdo de su área de especialidad.

f. Será capaz de incorporar habilidades de investigación y convertirlas en un instrumento de aprendizaje, de la misma forma participará en la divulgación de las ciencias.

g. Será capaz de tomar decisiones, resolver problemáticas, dar respuestas críticas y creativas de manera multi-inter y trans-disciplinariamente a las diversas experiencias y actividades personales, sociales o profesionales en el contexto local, regional, nacional e internacional.

h. Sabrá comunicar conceptos, procesos de investigación y resultados científicos en lenguaje oral o escrito ante sus pares, en situaciones de enseñanza y de divulgación, en español e inglés.

Estudiantes Matriculados

Se ha instalado una utilidad que permite contrastar los miembros de la plataforma con el rol de alumno respecto a los matriculados oficialmente. Esta utilidad permite a la institución tener un parámetro de altas/bajas de los estudiantes matriculados en fechas posteriores al inicio de la docencia o las diferencias de matrícula causadas por los cambios de grupo o usuarios externos introducidos por el profesor o administrador.

2007 - 17

2008 - 23

2009 - 24

2010 - 8

2011 - 13

2012 - 16

2013 - 11

2014 - 13

2015 – 5

Las consultas de información de matrícula se hacen en el instante en que se invoca esta funcionalidad, de manera que podemos comprobar la lista de estudiantes en todo momento.

Mapa curricular

HT: Horas Teoría, HP: Horas Práctica, TC: Total de Créditos

Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
	Optativa I	4	2	10
DCFA 30200	Seminario I	2	0	4
DCFA 30300	Seminario II	2	0	4
DCFA 30400	Seminario de Tesis I		4	4
<i>Primer Semestre</i>				
<i>Segundo Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
	Optativa II	4	2	10
DCFA 30600	Seminario de Investigación I	0	2	2
DCFA 30700	Seminario de Tesis II	0	4	4
<i>Tercer Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
DCFA 30800	Seminario de Investigación II	0	2	2
DCFA 30900	Seminario de Tesis III	0	4	4
<i>Cuarto Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
DCFA 31000	Seminario de Investigación III		2	2
DCFA 31100	Seminario de Tesis IV		4	4
<i>Quinto Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
DCFA 31200	Seminario de Investigación IV		2	2
DCFA 31300	Seminario de Tesis V		4	4
<i>Sexto Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
DCFA 31400	Seminario de Investigación V		2	2
DCFA 31500	Seminario de Tesis VI		4	4
<i>Séptimo Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
	Redacción y escritura de la tesis			
<i>Octavo Semestre</i>				
Clave	Asignaturas	HT	HP	TC
	Redacción, escritura de la tesis y presentación del examen de grado			
<i>Total de créditos</i>				62