



BUAP

**Facultad de
Administración**

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

**“PRÁCTICAS DE LITERACIDAD CIENTÍFICA
DISCIPLINAR: ELECTRÓNICOS QUE TRABAJAN EN
RED”**

TESIS

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

PRESENTA:
ROCÍO BRAMBILA LIMÓN

DIRECTORA DE TESIS:
DOCTORA ALMA CECILIA CARRASCO ALTAMIRANO

PUEBLA, PUE., SEPTIEMBRE DE 2015

“Esta investigación fue realizada con apoyo del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla”

Esta investigación también fue realizada gracias al apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

“Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes”

Bernardo de Chartres

Agradecimientos

A mis padres Luz María e Ignacio, por ser el apoyo incondicional, ejemplo intachable y guía precisa en mi vida. Gracias por la vida y el amor brindado.

A mi hija Ana Tere, mi compañera paciente y motor que me impulsa a perseguir mis metas. Gracias por llegar a mi vida.

A mi esposo Víctor, ejemplo de superación, constancia y lucha en el mundo académico, impulsándome desde el desafío y la confianza. Gracias por permitirme conocer un mundo tan apasionante.

A mi hermano Roberto por sus palabras de aliento y apoyo. Gracias por regresar a ser parte de la familia.

A la Dra. Alma Carrasco Altamirano, modelo como docente, investigadora y ser humano. Gracias por su apoyo, conocimientos y compromiso durante la Maestría y en la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Rollin Kent Serna, excelente investigador, docente y líder íntegro. Gracias por sus conocimientos y sugerencias para la creación y elaboración de esta tesis.

A ellos les expreso mi eterno agradecimiento, admiración y cariño por permitirme formar parte del Cuerpo Académico y creer en mí.

A los Maestros Jaqueline Mata Santel y René Ponce Carrillo por sus valiosas aportaciones y ser precursores del trabajo del cuerpo académico que inspiraron esta tesis.

A mis compañeros del Cuerpo Académico. Gracias por compartir los conocimientos adquiridos en la Maestría y su amistad entrañable.

A las autoridades de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

A mis profesores en la Maestría agradezco sus conocimientos y experiencia compartida durante estos dos años de formación.

Índice

Capítulo I. Planteamiento del Problema

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	5
1.1 Objetivo General.....	7
1.1.1 Objetivo Objetivos Particulares.....	8
1.1.2 Preguntas de investigación.....	8
1.1.3 Justificación.....	9

Capítulo II. Marco Contextual

2.1 Las políticas de Ciencia y Tecnología.....	13
2.1.1 El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018.....	13
2.1.2 Programa Nacional de Posgrados de Calidad.....	16
2.2 El doctorado objeto de estudio. Electrónica en el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica.....	17
2.2.1 Origen y formación histórica del Instituto.....	18
2.2.2 Plan y objetivos de estudio del programa doctoral.....	21
2.2.3 Actores.....	23
2.2.3.1 <i>Investigadores y producción científica</i>	23
2.2.3.2 <i>Investigadores e investigación reconocida</i>	26
2.2.3.3 <i>El grupo de investigación estudiado Comunidad de práctica estudiada</i>	27

Capítulo III. Marco Teórico: Aprendiendo a ser autores en ciencias dentro de una comunidad de práctica

3.1 El Doctorado desde el Neoinstitucionalismo.....	31
3.1.1 <i>Aprender a hacer ciencia y a ser científicos</i>	37
3.2 Trabajo colaborativo.....	39
3.2.1 <i>Aprendizaje social y situado</i>	42
3.3 Comunidades de práctica en un doctorado científico.....	43
3.4 Aprender a leer y escribir para la ciencia.....	47
3.4.1 <i>La situación retórica</i>	49

Capítulo IV. Marco Metodológico

4.1 Descripción del proyecto.....	55
4.1.2 <i>Objeto de estudio</i>	55
4.1.3 <i>Sujetos de investigación</i>	55
4.2 Tipo de investigación.....	58
4.3 Recursos de Investigación.....	60
4.3.1 <i>Instrumentos</i>	60
4.3.2 <i>Recursos de investigación</i>	60
4.4 Categorías de análisis.....	61

Capítulo V. Análisis de resultados

5.1 Actores, miembros y roles científicos asumidos.....	63
5.2 Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica....	69
5.3 Finalidad y usos de la escritura científica.....	76
5.3.1 <i>Aprendizajes y potencialidades de la escritura académica</i>	81
5.3.2 <i>Elección de los medios de comunicación de hallazgos</i>	82
5.3.3 <i>Las revistas como medio reconocido</i>	83
5.3.4 <i>Revistas de especialización temática</i>	83
5.4 Enculturación, colaboración y retos en el proceso de comunicación.....	84

Capítulo VI. Conclusiones.....	92
Bibliografía.....	98
Anexos	
Anexo 1.....	103
Anexo 2.....	106

INTRODUCCIÓN

Este trabajo da cuenta las prácticas de literacidad en una red científica formadora de investigadores en electrónica. Describe cómo a través de diferentes tareas en la dinámica de su formación y en diferentes momentos de la organización de la actividad científica como una comunidad de práctica, sus miembros se convierten en autores.

La escritura científica, producida en el marco de las prácticas de literacidad disciplinar, es un producto indispensable en la descripción de trayectorias formativas en el doctorado. El objetivo de este trabajo de tesis es describir las actividades letradas en un grupo disciplinar, describir cómo se forman los doctores en el trabajo colaborativo de red, describir cómo llegan a publicar para difundir sus resultados.

Según Atwood III (1950) publicar o perecer es el dilema del investigador, es a través de las prácticas letradas que construye su reputación y va dando forma a su trayectoria científica.

Becher señala que al publicar para una comunidad científica “una pieza de propiedad intelectual privada” pasa a ser del dominio público (2001:108). El conocimiento sobre el que se construyen nuevas investigaciones es nutrido por la producción científica de las distintas disciplinas. Es así como la escritura de textos científicos es un recurso que alimenta a la propia disciplina y a la vez, al proceso formativo del estudiante doctoral.

Mata refiere en su tesis de grado que “cuando la comunicación llega a los lectores puede convertirse en un punto de referencia para apoyar el desarrollo de un campo de conocimiento y el reconocimiento que los destinatarios hacen se expresa en citas que reconoce el trabajo y alimenta el prestigio del autor o grupo autor” (2014:1).

Los científicos para pertenecer a la disciplina y ser reconocidos por sus iguales, son medidos por índices de productividad e impacto, es decir el número de veces que sus trabajos son citados y referenciados en otros productos escriturales. La escritura científica sirve también para legitimar su misma actividad en el mundo de la ciencia. Es así como la escritura de textos de y para la ciencia se convierte en un quehacer fundamental para la comunidad científica.

¿Cómo aprende el científico en formación a ser autor? Es una interrogante que se han planteado distintos trabajos de investigación (Carrasco y Kent, 2011, Gutiérrez, 2012, Mata 2014) en el marco del trabajo del Cuerpo Académico 249 de PROMEP. Han concluido estas investigadoras que es a través de los procesos de socialización en los grupos de investigación de los que participa. En el apartado del capítulo teórico de esta tesis se abordará este tema, aportando a la investigación consideraciones sobre la participación del joven científico en una comunidad de práctica.

Esta tesis se organiza por medio de cinco capítulos y un apartado de conclusiones finales. En primer capítulo se presenta el planteamiento

del problema, así como los objetivos (general y particulares) del proyecto. Posteriormente se muestran las preguntas de investigación, así como la justificación del estudio.

En el capítulo dos, se presenta el marco contextual de las políticas de Ciencia y Tecnología para situar el Doctorado como espacio de participación de los sujetos de estudio. Mediante apartados se muestran los diferentes aspectos que afectan a nuestros actores. El primero se refiere a las políticas del entorno nacional de ciencia y tecnología, posteriormente se mencionan aspectos importantes del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 y del Programa Nacional de Posgrados de Calidad. A continuación se retomarán algunos aspectos del doctorado en estudio, explicando el origen y formación del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica INAOE, después se explica el plan y objetivos de estudio del programa doctoral. Finalmente se contextualiza el grupo investigado, mostrando su origen y logros. Se rescata y contrastan estos datos de productividad y procesos productivos con datos locales, nacionales e internacionales.

El tercer capítulo presenta los referentes teóricos que esta tesis ha tomado como puntos de partida. Se inicia presentando a el Doctorado desde el Neoinstitucionalismo Posteriormente se presenta el trabajo colaborativo. Un tercer eje de reflexión es el de Comunidades de Práctica en un doctorado científico posteriormente (el trabajo colectivo, las trayectorias formativas, los roles y el acompañamiento). Finalmente se vincula el aprendizaje de la lectura y escritura científica disciplinar como recurso formativo de científicos que trabajan en red.

El cuarto capítulo corresponde a la metodología, es donde se describe el proyecto de investigación de tipo cualitativa. Asimismo se

presentan los recursos e instrumentos de recolección de información. Un elemento clave de este apartado es la perspectiva socioantropológica (cfr. Kent, 2012) que permite el acercamiento al objeto de estudio.

En el quinto capítulo se muestran los resultados obtenidos a través de los fragmentos de entrevistas aportados por los informantes. Se encuentran organizados en torno a los ejes de investigación que rigen esta tesis.

En el sexto capítulo se expresan las conclusiones que permitió esta investigación. Aportes que serán de utilidad a distintos actores y tomadores de decisiones del Sistema Educativo Nacional mexicano.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

La formación de capital humano de alta especialización es hoy un tema central en el marco de las preocupaciones federales e internacionales que discurren sobre las complejidades del sistema de ciencia y tecnología, y sus múltiples relaciones. Se afirma y se establece que “La política de financiamiento y evaluación del doctorado del gobierno federal mexicano. La actividad científica mexicana se realiza hoy en una diversidad creciente de establecimientos, como los Centros Públicos de Investigación, las universidades, algunos organismos del gobierno federal y contadas empresas. Estos establecimientos compiten por fondos, tanto del CONACyT como de otras fuentes internacionales” (Kent y Carrasco 2011). En este sexenio (EPN 2013-2018) se plantea que el gobierno federal apoyará a los grupos de investigación existentes, se ampliará la cooperación internacional, en temas de investigación científica y desarrollo tecnológico, con el fin de tener información sobre experiencias exitosas, así como promover la aplicación de los logros científicos y tecnológicos nacionales, finalmente promoverá la participación de estudiantes e investigadores mexicanos en la comunidad global del conocimiento. y una de sus propuestas principales consiste precisamente en la señalada en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Estrategia **3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.**

La formación de capital humano de alta especialización ha sido abordada desde distintas disciplinas y estudiada desde un abanico amplio de perspectivas. En este trabajo se adopta la perspectiva socioantropológica y se emplea el término de Comunidad de Práctica. (Wenger y Lave, 1998) (Wenger, McDermott y Snyder, 2002)

Se entiende por Comunidad de Práctica.

“un grupo de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas o un interés común acerca de un tema, y que profundizan su conocimiento y pericia en esta área a través de una interacción continuada» (Wenger, McDermott y Snyder, 2002)”

Cumming (2008) describe las características abrumadoramente positivas de las comunidades de la práctica en el área de la educación doctoral.

Estudiar las Comunidades de Práctica dentro de un Doctorado Científico es relevante para los responsables de políticas públicas, particularmente para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, porque es a través de ellas dónde la participación con distintos niveles de responsabilidad, contribuye a la formación de identidad a través de diversas prácticas académicas, tales como la literacidad académica, prácticas que transforman y crean a un nuevo científico. (Wenger y Lave, 1998)

El presente trabajo pretende aportar una descripción dinámica de una Comunidad de Práctica exitosa, ya que en los 15 años de trayectoria ha logrado egresar a 10 Doctores en Ciencias, los cuales están insertados en el mercado laboral nacional e internacional. Se propone mostrar una caracterización en el marco de los trabajos de investigación del Cuerpo Académico 249 “Investigación científica, desarrollo tecnológico y

vinculación social”¹. El aporte de esta tesis es caracterizar una comunidad de Práctica del INAOE.

Como contribución al estudio de trayectorias formativas de científicos (cfr. Kent y Carrasco, 2012) se investigan prácticas de literacidad en un grupo de investigación del Doctorado en Electrónica del INAOE. Particularmente se presentan las líneas de investigación (LGAC), redes de colaboración y comunicación científica en distintos medios reconocidos por la disciplina como ejes de análisis de las prácticas científicas de comunidades disciplinarias y se indaga también sobre las condiciones institucionales para apoyar este trabajo.

1.1 Objetivo General

El objeto de estudio es describir las actividades y procesos de producción académica en una comunidad de práctica, del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, situada en una red disciplinar internacional.

1.1.1 Objetivos Particulares

1.1.1.1 Describir en los actores, miembros de la comunidad de práctica estudiada los roles científicos asumidos.

¹ Coordinado por Rollin Kent y Alma Carrasco en la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

1.1.1.2 Describir las tecnologías como recursos y soportes de lectura en escritura científica que utilizaron los actores estudiados.

1.1.1.3 Describir la finalidad y usos de la escritura científica que le atribuyen este grupo de doctores en su actividad y que ha sido construída durante su trayectoria formativa.

1.1.1.4 Describir los procesos de enculturación científica adquiridos a través del aprendizaje colaborativo en los actores estudiados.

1.1.2 Preguntas de investigación

El trabajo de investigación de un grupo disciplinario está guiado por la producción de nuevo conocimiento. El nuevo conocimiento debe ser publicado y los destinatarios de esta publicación son los miembros especializados de una disciplina. Los miembros de una comunidad científica pueden distinguirse entre los especialistas o líderes de la investigación y los recién llegados o investigadores en formación. Para abordar el estudio de un grupo disciplinar como coautores científicos nos planteamos las siguientes preguntas:

(1) ¿El grupo disciplinario de investigación cambia o se reconforma en función de las exigencias permanentes de renovación de los objetos de conocimiento disciplinar?

(2) ¿El trabajo de colaboración científica exige la conformación de grupos de investigación disciplinar más allá de los límites institucionales?

(3) ¿Es la comunicación científica como exigencia de aporte al nuevo conocimiento un detonador para realizar trabajo en red?

(4) ¿El liderazgo de investigación se construye y se reconoce institucional o disciplinariamente?

(5) ¿El liderazgo se modifica según la tarea de investigación o los modos de participación en un proyecto?

(6) ¿Cuál es la finalidad que le atribuyen los miembros del grupo estudiado a la escritura científica en virtud de su inserción laboral actual?

(7) ¿El proceso de aprendizaje de las prácticas de literacidad científica sirve para mostrar los roles que los miembros del grupo estudiado han adquirido al interior de una red de investigación internacional a la que pertenecen?

(8) ¿Qué explica la duración y el éxito científico perdurable de esta red?

1.1.2 Justificación

En el nivel de educación Superior en México, el nivel más elevado lo ocupa el Doctorado, que es el nivel reconocido por el Sistema Educativo Mexicano como el formador de científicos, mismos que puedan llevar a México a la Economía del conocimiento, que se plantea como reto un país que desea crecer y contribuir al bienestar de su población.

A partir de la década de los noventa los programas de Posgrado son impulsados en México y crece el número de programas ofertados. Actualmente existen 890 programas doctorales de calidad reconocida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT.

CONACyT, que está conformado por científicos y tomadores de decisiones está dedicado a impulsar la formación de recursos humanos de alta especialización y necesita que exista un grupo de investigadores especialistas en líneas de investigación claras y definidas que sean reconocidas y apoyadas por cada comunidad disciplinar y que se vean representadas en el sistema de ciencia y tecnología mexicanos.

Esta tesis dará cuenta de cómo en el crecimiento y expansión de programas doctorales en los últimos tiempos, las formas de organización y de institucionalización son muy importantes para la producción científica escritural.

Para autores como Bazerman, 2012; Blakeslee, 1997; Russel, 2001; Carrasco y Kent, 2011 la publicación de textos científicos es un elemento central para el quehacer científico. Es “una moneda de cambio (Kent, 2013) y citando a Mata “es evidencia que se convierte en recurso para el reconocimiento de la comunidad disciplinar, así como también es un insumo para formular propuestas y metodologías de investigación y constituye un parámetro que mide la productividad del investigador” (2014:7).

En el artículo denominado “Leer y escribir en el doctorado o el reto de formarse como autor de ciencias” los autores Kent y Carrasco (2011) concluyen categóricamente que “no se es científico sino en la medida que se es autor” ya que el proceso de literacidad que conlleva a la escritura de

textos científicos es la demostración de generación de conocimiento innovador. Además es una vía para ser reconocido y respetado como científico por sus iguales.

Este estudio cobra importancia ya que nos permitirá observar de manera dinámica las prácticas epistémicas y de literacidad colaborativas en un doctorado científico, que cumple con criterios de exitoso, debido a la periodicidad de formación de capital humano de alto nivel que se inserta en el mercado laboral nacional e internacional.

Para una institución educativa, conocer más acerca de las Comunidades de Práctica es de suma importancia porque permite refinar su organización académica y garantizar nuevas generaciones de miembros.

Particularmente para el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, el aporte de este trabajo consiste en hacer visible un el modelo social de aprendizaje que ha sido exitoso al formar capital humano altamente calificado que se inserte de forma satisfactoria al mercado laboral, académico y no académico.

Finalmente este trabajo marca el inicio en mi formación como investigadora interesada en las trayectorias académicas doctorales en México y me permitirá obtener el grado de Maestra en Administración y Gestión de Instituciones Educativas.

CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL

La formación de capital humano de alta especialización es hoy un tema central en el marco de las preocupaciones federales e internacionales que discurren sobre las complejidades del sistema de ciencia y tecnología, y sus múltiples relaciones. En este sexenio (EPN 2013-2018) el gobierno federal plantea que apoyará a los grupos de investigación existentes, ampliará la cooperación internacional en temas de investigación científica y desarrollo tecnológico, buscará tener información sobre experiencias exitosas, así como promover la aplicación de los logros científicos y tecnológicos nacionales, y promoverá la participación de estudiantes e investigadores mexicanos en la comunidad global del conocimiento. Una de sus propuestas principales consiste precisamente en uno de los señalamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, específicamente en la estrategia 3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.

2.1 Las políticas de Ciencia y Tecnología

En el contexto educativo internacional y nacional, formar y fortalecer capital humano es central, organismos como el Banco Mundial ha diseñado cuatro pilares que permiten observar el nivel de desarrollo de una economía del conocimiento, entre los cuales está la formación de una población bien educada y calificada como esencial para la creación, adquisición, diseminación y utilización efectiva del conocimiento. En el ámbito nacional, es importante retomar el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI), del gobierno de la República y el Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

2.1.1 Programa Especial de Ciencia

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018.

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI), se formula los elementos de planeación transversales para todos los sectores involucrados en esas actividades. Esto implica, en primer término, mantener la figura establecida para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la Ley de Ciencia y Tecnología. En esa estructura, la Presidencia de la República mantiene la responsabilidad de conducir, a través del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, las políticas públicas en la materia. En la primera sesión del Consejo en el mes de septiembre de 2013, se confirma que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es por mandato de ley el responsable de formular y coordinar las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Las secretarías de estado, entidades y organismos del Gobierno Federal deberán por tanto coordinarse con él para el diseño y la aplicación más apropiada de esas políticas.

Para apoyar a la Presidencia de la República y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a coordinar mejor los esfuerzos del Gobierno Federal, el 2 de abril de 2013 fue creada en la Oficina de la Presidencia, la Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta es la primera vez que se cuenta con un espacio de este tipo al que se le han dado funciones específicas establecidas en el Reglamento Interno de la Oficina de la Presidencia. La estrecha colaboración entre la Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y las dependencias y entidades del Gobierno Federal, seguramente contribuirá a avanzar con mayor celeridad y armonía en la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Especial.

También permitirá una mayor eficacia y transparencia en la utilización de los recursos públicos, lo que estimulará una mayor inversión en la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del país, incluyendo la del sector privado.

En palabras del director del CONACyT el Dr. Enrique Cabrero Mendoza, (PECiTI, 2014-2018), “se han puesto en marcha estrategias encaminadas a fortalecer las capacidades de ciencia, tecnología e innovación: incrementar los recursos en el sector, aumentar los niveles de capital humano altamente calificado, generar más y mejor infraestructura científica y tecnológica y fortalecer la existente, implementar políticas que consideran la heterogeneidad entre las entidades y en mejorar la vinculación entre los sectores académico y privado. Además de lo anterior, también es necesario integrar todos estos elementos en una política pública coherente, que sea clara y eficaz, capaz de traducir el conocimiento en aplicaciones diversas y de articular los esfuerzos de todos los actores involucrados en la materia para promover el desarrollo de México. De esta forma, el PECiTI se constituye como la herramienta en donde se definen los objetivos, y las estrategias para la consolidación de las capacidades en ciencia, tecnología e innovación. Se trata de un esfuerzo que tiene como finalidad establecer los valores nodales en el sector y los mecanismos de política pública a implementarse para lograr la transición de México hacia la economía del conocimiento”

Lo que resta, como estudiosos de las políticas públicas es desentramar cómo serán puestas en práctica éstas políticas, en los próximos años, como se traducen los esfuerzos emprendidos por el Gobierno Federal en el fortalecimiento red de Ciencia y Tecnología que

permita posicionar mejor a México en una economía globalizada.

2.1.2 Programa Nacional de Posgrados de Calidad

Es el CONACyT quien administra, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Su principal objetivo es asegurar la calidad en la formación de capital humano en las diferentes áreas del conocimiento. Durante el periodo 2006-2012, el padrón se incrementó más de dos veces, lo que es un avance significativo para el SNCTI. Sin embargo, únicamente representa 19% de un universo mucho mayor de programas registrados por la SEP a nivel nacional (en 2012 había en México 8,317 programas de posgrado escolarizados).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) fue creado por disposición del H. Congreso de la Unión el 29 de diciembre de 1970, como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, integrante del Sector Educativo, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Surge como un organismo enlace entre el gobierno y las instituciones con el fin de regular las políticas de investigación, ciencia y tecnología del país. Es responsable de elaborar las políticas de ciencia y tecnología en México y de impulsar del desarrollo de la ciencia en las Instituciones de Educación Superior y de los Institutos avocados a esta actividad.

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; En esta ley se le da un marco jurídico y legal a las políticas establecidas por el CONACyT que sirven como guía normativa que regula las actividades

científicas en instituciones de educación superior, centros de investigación y sectores diversos que impulsan la investigación.

La actividad de los investigadores es también impulsada y regulada por las políticas de CONACyT. Para conocer las cifras del número de investigadores con los que cuenta México, se retoman datos del mismo Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, que refiere que en 2012, México contaba con un total de 46,066 investigadores, de los cuales 32.3% laboraba en empresas, 20.6% en el gobierno, 44.4% en las IES, y el restante 2.7% en instituciones privadas sin fines de lucro. En ese año, la proporción de investigadores en México por cada mil integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA) fue de 0.9, cifra que no sólo está muy por debajo de las de países avanzados, como Alemania, con 7.9, o el Reino Unido, con 8.2, sino de muchos otros, incluso algunos países de América Latina. Con una TMCA de investigadores de 4.6% correspondiente al periodo 2001-2012, tendrían que pasar 20 años para alcanzar los valores actuales de países como Argentina o Turquía, que cuentan con alrededor de 2.5 investigadores por cada mil miembros de sus PEA.

Hay un reto en materia de formación de científicos en México. De ahí la necesidad de entender mejor como se dan los procesos formativos. Esta tesis describe el trabajo de un grupo disciplinario que en el contexto Nacional, ha tenido éxito la formación en la formación de Doctores y en el trabajo colaborativo en materia de investigación de sus egresados.

2.2 El doctorado objeto de estudio. Electrónica en el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)

Particularmente la investigación se sitúa dentro de un Centro de

Investigación Pública, perteneciente al nivel de Ciencia y Tecnología. Este es el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).

En la década de 1970 se da auge a la creación de centros públicos de investigación por parte del CONACyT. El centro estudiado es centro público de investigación.

Los datos de caracterización del INAOE han sido tomados de la información proporcionada en su página institucional: www.inaoep.mx

2.2.1 Origen y formación histórica del Instituto

El 12 de noviembre de 1971, el Presidente de la República Luis Echeverría Álvarez expide, un decreto presidencial para crear el INAOE como un organismo descentralizado, de interés público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con sede en Tonanzintla, Puebla y cuyos objetivos son:

1. Preparar investigadores, profesores especializados, expertos y técnicos en astrofísica, óptica y electrónica.
2. Procurar la solución de problemas científicos y tecnológicos, relacionados con las citadas disciplinas.
3. Orientar sus actividades de investigación y docencia hacia la superación de las condiciones y resoluciones de los problemas del país.

Este centro es heredero de una gran tradición científica que data de

1942, cuando Luis Enrique Erro fundó el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla. Este lugar perteneciente a San Andrés Cholula, se escogió como el lugar idóneo para la instalación del Observatorio, el cual cumplía en ese entonces con altura geográfica ideal y mínima incidencia luminosa de poblaciones cercanas.

Las puertas a la astronomía moderna en México y Latinoamérica se abren con la inauguración de la Cámara Schmidt de Tonantzintla, con la que se inauguró este Observatorio. La importancia del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla traspasó las fronteras de México, siendo reconocida la labor realizada por astrónomos reconocidos internacionalmente, entre los que figuraron el mismo fundador Luis Enrique Erro; el Dr. Guillermo Haro, el Prof. Luis Rivera Terrazas, el Dr. Luis Munch y el astrónomo Enrique Chavira, entre otros.

El INAOE posee una colección de alrededor de 15 mil placas astrofotográficas obtenidas en la Cámara Schmidt de diversas regiones de la bóveda celeste, principalmente de las constelaciones de Orión, el Toro, Cáncer, Escorpio, Sagitario, Osa Mayor, Osa Mayor, entre otras.

Erro fue sustituido en la dirección del Observatorio por el doctor Guillermo Haro, bajo cuya dirección se convirtió en uno de los centros más importantes de América Latina por la calidad del trabajo científico que en él se llevaba a cabo. El mismo Haro se dio cuenta de la importancia para el país de la óptica y la electrónica, por lo que en 1971 decidió fundar el INAOE.

En 1972 se iniciaron los estudios de maestría en Óptica y en 1974 los de Electrónica. En 1984 se inició el programa de doctorado en Óptica, y en 1993 los programas de doctorado en Electrónica; así como la maestría y doctorado en Astrofísica. Finalmente, en agosto de 1998 se inició el programa de maestría y doctorado en Ciencias Computacionales.

Para lograr que los estudiantes se encuentren en un ambiente de trabajo adecuado y desarrollen al máximo sus capacidades, se exige de ellos una dedicación de tiempo completo. El INAOE por su parte les proporciona áreas de trabajo, laboratorios y equipo de cómputo, así como apoyo para conseguir becas e instituciones nacionales y extranjeras.

El INAOE Pertenece al Sistema de Centros Públicos de Investigación del CONACyT. Sus líneas de investigación se orientan a la siguientes áreas: Astrofísica, Óptica, Electrónica, y Ciencias Computacionales, tiene como misión: *“contribuir como centro público de investigación a la generación, avance y difusión del conocimiento para el desarrollo del país y de la humanidad, por medio de la identificación y solución de problemas científicos y tecnológicos y de la formación de especialistas en las áreas de Astrofísica, Óptica, Electrónica, y Ciencias computacionales y áreas afines.”* (www.inaoep.mx)

Las autoridades que han llevado la organización de este centro de investigación han estado preocupadas por su desarrollo y crecimiento y han impulsado proyectos como la construcción del Observatorio Astrofísico

“Guillermo Haro” en Cananea, Sonora y lidera la participación nacional en el proyecto mexicano-estadounidense Gran Telescopio Milimétrico (GTM), ubicado en la cima del Tliltépetl (Volcán Sierra Negra, Puebla).

Las redes de colaboración de los científicos que trabajan en este centro de investigación abarcan los cinco continentes.

El departamento de electrónica había servido de apoyo al desarrollo de la astrofísica en México. Debido al desarrollo de la electrónica como disciplina el INAOE impulsa el desarrollo de esta área que es objeto de estudio de esta tesis.

El INAOE ofrece cuatro programas doctorales: astrofísica, óptica, electrónica y ciencias computacionales. El penúltimo, el de electrónica, es el objeto de estudio de esta tesis.

2.2.2 Plan y objetivos de estudio del programa doctoral

El presente trabajo de investigación aborda un Posgrado Nacional de calidad, el Doctorado en Ciencias en la Especialidad en Electrónica, el cual se incorpora al programa de Posgrados de calidad, en el año 1994. Y se encuentra en el rubro de los programas consolidados.

El programa se plantea un máximo de cuatro años para formar a los jóvenes científicos. Un requisito institucional es contar con un asesor de tesis especialista en el tema de investigación a desarrollar. Como parte de

su responsabilidad, el asesor sugiere los cursos que deberán aprobar de los programa de Maestría y Doctorado en Electrónica, como recursos formativos que alimenten el proyecto de tesis. Es decir, el plan curricular ha sido diseñado *ad hoc* para cada estudiante hasta cubrir un mínimo cuatro cursos optativos de Doctorado en Electrónica. Una exigencia normativa académica para asegurar la calidad del programa es la obligación de los doctorandos de aprobar estos cursos con calificación mínima de 8.5. Posteriormente deberán aprobar el examen general y sustentar otro examen predoctoral en dónde presentarán ante un Comité el desarrollo de un proyecto de investigación de carácter innovador e independiente.

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias deberán presentar y aprobar su proyecto de tesis doctoral ante un jurado experto en el tema de investigación, previamente autorizado por la Academia de Electrónica. Otro requisito indispensable para convertirse en Doctores en electrónica será publicar al menos dos artículos científicos derivados del trabajo de Tesis Doctoral, en revistas o congresos de prestigio con arbitraje. Artículos publicados generalmente en inglés. Como parte de las exigencias formativas deben aprobar el *Test Of English as a Foreign Language* demostrando competencia en el idioma inglés con un puntaje mayor a 550 puntos.

El proceso formativo de los doctorandos en electrónica es un ejemplo de la organización curricular de los doctorados en ciencias duras, 35 cursos optativos y siete claros criterios de compromiso estudiantil. Ver en el Anexo 1 el programa curricular completo del doctorado.

Este programa doctoral orienta sus actividades científicas y de desarrollo tecnológico a cultivar en cuatro líneas de trabajo: Comunicaciones; Diseño de circuitos integrados; Instrumentación; y Microelectrónica. Esta investigación da cuenta de procesos formativos doctorales en la línea de acción y generación del conocimiento: Diseño de circuitos integrados

2.2.3 Actores

2.2.3.1 Investigadores y producción científica

El área de Electrónica del INAOE está formada por 35 investigadores y 2 ingenieros, 21 técnicos y 2 administrativos, además de una decena de becarios colaborando en laboratorios y actividades administrativas.

La pertenencia al SNI del personal científico (33 investigadores) pone de manifiesto su productividad, esta se distribuye de la siguiente manera: un candidato, 23 investigadores nivel I, en nivel II se tienen seis investigadores, 1 nivel III. Solo tres investigadores no son miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

Los datos más recientes publicados en la página oficial de consulta, se vierten a continuación.

Durante 2013 se han publicado 75 artículos arbitrados en revistas

científicas, han sido aceptados otros 18 y se han enviado 12. Asimismo, en el rubro de memorias en extenso, se publicaron 57 con arbitraje internacional y 13 con arbitraje nacional.

Con los 33 investigadores e ingenieros que conforman el área de Electrónica, resulta un cociente de 2.06 Artículos Arbitrados en Revistas Científicas por investigador, y 1.63 Memorias en Extenso con Arbitraje Internacional por investigador. La combinación simple de estos cocientes resulta en 3.75 productos de investigación por investigador reportados en revistas y foros internacionales.

Estos datos cobran relevancia si comparamos disciplinas, usando datos del Atlas de la Ciencia Mexicana 2014. Este programa doctoral pertenece al área de Ingeniería y observamos en la Figura 1 la distribución del número de artículos y citas publicados de 2010 a 2013, son de 5 artículos. Es decir el cociente es de 1.25 artículos por año. En el Estado el área de ingenierías ocupa el segundo puesto, por debajo del área de Ciencias Físicas.

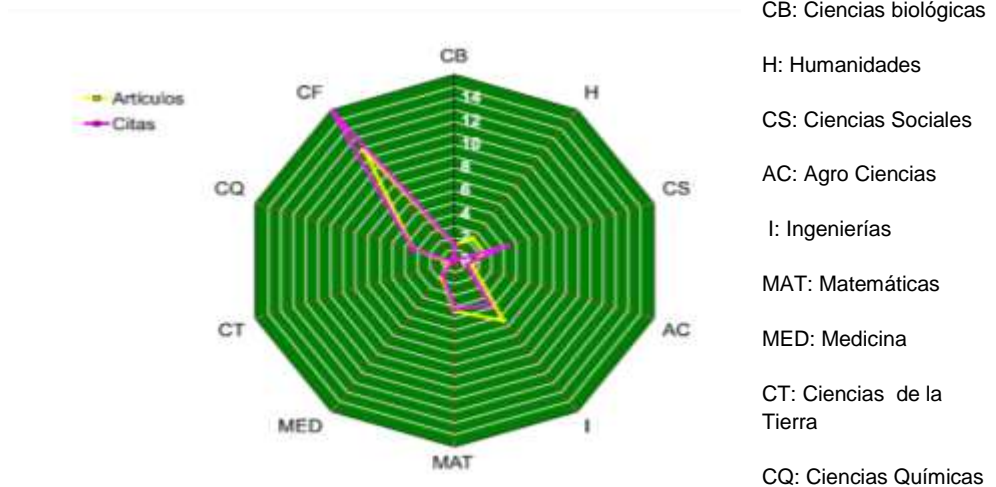


Figura 1. Distribución del número de artículos y citas publicados de 2010 a 2013, en Puebla. (Atlas de la Ciencia Mexicana 2014)

En el área de Ciencias Físicas, el Estado de Puebla tiene un 6.4% de la producción científica nacional, ocupando el segundo lugar, solo por debajo del Distrito Federal que tiene el 6.5% de la producción científica nacional. (cfr. Atlas de la Ciencia Mexicana, 2014)

Ahora bien si situamos el dato de producción nacional en el marco de la ciencia internacional, México ocupa el lugar 23 de los países miembros de la Organización de desarrollo y Cooperación Económica OCDE, con únicamente el 0.81% de las publicaciones en el periodo correspondiente de 2009 a 2013 (Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. CONACYT, 2013). Vease tabla 1

PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN TOTAL MUNDIAL DE ARTÍCULOS DE LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA OCDE							
No.	País	Participación		No.	País	Participación	
		2013	2009-2013			2013	2009-2013
1	EUA	27.01	27.97	18	Austria	1.00	0.98
2	Reino Unido	7.78	7.79	19	Portugal	0.93	0.84
3	Alemania	7.30	7.38	20	Israel	0.93	0.96
4	Japón	5.60	5.97	21	Noruega	0.84	0.82
5	Francia	5.05	5.21	22	Finlandia	0.83	0.83
6	Canadá	4.48	4.57	23	México	0.82	0.81
7	Italia	4.42	4.33	24	Rep. Checa	0.77	0.76
8	España	3.93	3.87	25	Grecia	0.76	0.83
9	Australia	3.80	3.52	26	Nueva Zelanda	0.62	0.62
10	Corea	3.64	3.48	27	Irlanda	0.55	0.55
11	Holanda	2.68	2.63	28	Hungría	0.46	0.46
12	Suiza	1.95	1.90	29	Chile	0.45	0.44
13	Turquía	1.82	1.85	30	Eslovenia	0.28	0.28
14	Suecia	1.74	1.69	31	Rep. Eslovaca	0.23	0.24
15	Polonia	1.67	1.64	32	Estonia	0.12	0.12
16	Bélgica	1.48	1.45	33	Islandia	0.07	0.07
17	Dinamarca	1.10	1.04	34	Luxemburgo	0.06	0.05

Fuente: Institute for Scientific Information. Incites Global Comparisons, 2014.

Tabla 1. Participación en la Producción total mundial de los países miembros de la OCDE. Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. CONACYT, 2013

2.2.3.2 Investigadores e investigación reconocida.

Se tienen 31 proyectos vigentes, de los cuales 16 son proyectos apoyados por CONACyT.

Cada año el departamento de electrónica atiende un promedio de 55 estudiantes de maestría y 30 estudiantes de Doctorado que se incorporan a los proyectos de investigación en marcha. Actualmente se tienen 31 proyectos vigentes, de los cuales 16 son proyectos apoyados por CONACyT

Ya se ha señalado en esta tesis que un objetivo del PECiTI 2014 es la formación de recursos humanos. La mirada específica al estudio de comunidades científicas y la de comunidad de práctica, en el contexto mexicano

En esta tesis se estudia a una comunidad de electrónica que publica para aportar a la comprensión del trabajo científico empírico.

Este capítulo muestra el complejo sistema científico nacional en el

que las trayectorias doctorales estudiadas se organizaron, ya que el INAOE es una organización inserta en un campo institucional regido por reglas, normas y políticas las cuales a su vez moldean la formación de nuevos doctores y su actividad científica.

2.2.3.3 El grupo de investigación o Comunidad de práctica estudiada

Surge en 1993 cuando el Dr. Víctor Champac Vilela, llega al INAOE, proveniente de la Universidad Politécnica de Cataluña, dónde se había formado como doctor en Ciencias y había formado parte de su planta académica desde 1989 como Profesor Asociado. Junto con otros investigadores, pasa a ser parte de la planta académica del doctorado en electrónica en el INAOE, en 1994. Desde esa fecha ha trabajado de manera colaborativa con el Doctor Joan Figueras de la Universidad Politécnica de Cataluña en España, el Doctor Jaume Segura, de la Universidad de las Islas Baleares en España, el Doctor Charles Hawkins, de la Universidad de Nuevo México en Estados Unidos de Norteamérica, el Doctor Paulo Texeira, del Instituto de Sistemas e Ingeniería Informática, Investigación y Desarrollo en Lisboa Portugal, el Doctor Marcelino Bicho dos Santos de la Universidad Técnica de Lisboa, Portugal, el Doctor Michel Renovell, El Laboratorio de Informática, Robótica y Microelectrónica Montpellier, Francia, el Doctor Ricardo Reis de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, en Portoalegre, Brasil.

En un periodo de casi dos décadas el Dr. Champac ha formado a diez doctores en Ciencias, mismos que en la tabla 2 se muestran, señalando el año de egreso, el título de su tesis de grado, resaltando el tema de investigación de cada uno, el grupo con el que trabajo

colaborativamente y su inserción laboral actual.

En el capítulo de resultados, se muestran los títulos, temáticas abordadas y la red de científicos que colaboraron en los trabajos doctorales, ordenadas cronológicamente.

La formación de nuevos investigadores se da en el marco de investigación colaborativa en las que los doctorandos aprenden a investigar y a publicar.

En la tabla 2 se muestra el número de colaboraciones, expresado en ponencias o artículos científicos, a través del tiempo.

Integrantes y lugar de asignación	Número de colaboraciones	Periodo de colaboración
Grupo español	44	1990-2014
Grupo mexicano, dentro de INAOE	20	1998-2014
Grupo portugués	21	2009-2014
Grupo francés	8	2004-2012
Grupo norteamericano	6	2002-2012
Grupo brasileño	10	2009-2010
Estudiantes de doctorado	48	1998-2015
Estudiantes de maestría	16	1997-2012

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del *Curriculum Vitae* del Dr.

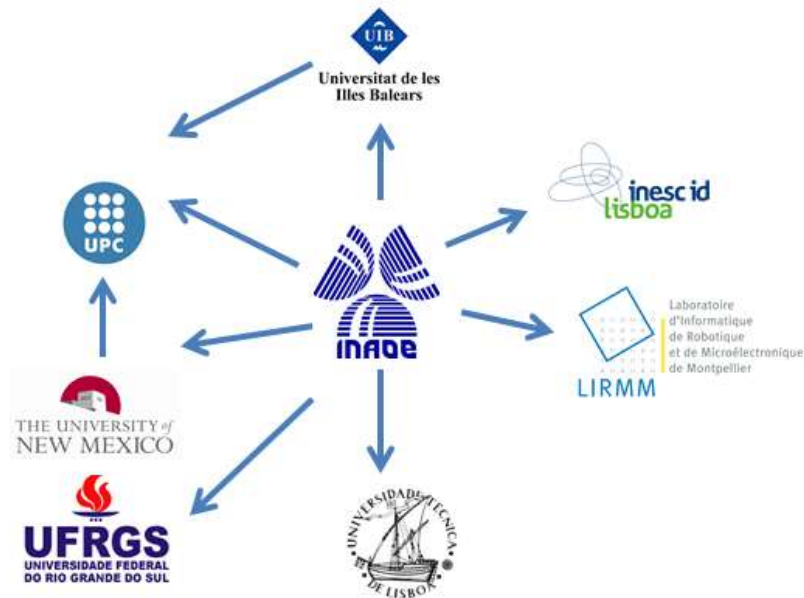
Champac recuperado el 1 de febrero de 2015.

http://www.inaoep.mx/~cdi_cde/Solicitudes%20de%20Promocion/Coordinacion%20de%20Electronica/Dr.%20Champac%20Vilela%20Victor%20H/c%29%20Curriculum%20Vitae%20%28ingles%29.pdf

A continuación se muestra un gráfico con la red internacional generada en estos últimos 25 años de colaboración científica.

Si comparamos el dato de la producción media del área de electrónica en el INAOE, que es de 3.7 este grupo de investigación, supera la media ya que es de 7.2 productos científicos por año. Es casi el doble de la producción por investigador dentro de la institución. En palabras del Dr. Champac, al preguntarle a qué le atribuye éste logro *“me rijo por mis propias exigencias, no por las exigencias del INAOE, me comparo con los españoles, franceses, alemanes, si ellos pueden, yo también aunque tenga menos recursos”*.

Figura 3 Red de colaboraciones con las universidades miembros de la red disciplinar



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del *Curriculum Vitae* del Dr. Champac recuperado el 1 de febrero de 2015.

http://www.inaoep.mx/~cdi_cde/Solicitudes%20de%20Promocion/Coordinacion%20de%20Electronica/Dr.%20Champac%20Vilela%20Victor%20H/c%29%20Curriculum%20Vitae%20%28ingles%29.pdf

Se puede afirmar que el INAOE como centro de investigación es reconocido por su productividad científica, mayor que la exigencia mínima de CONACyT de un artículo por año. En este contexto institucional el investigador estudiado casi duplica el número de publicaciones lo hace trabajando de forma colaborativa con investigadores de otros países e incorpora al desarrollo de esta investigación a estudiantes de maestría y doctorado. Esta tesis busca describir cómo opera esta red de colaboración científica en beneficio de los procesos formativos de nuevos doctores.

Capítulo 3. Marco Teórico

3.1 Introducción

Esta investigación describe el impacto formativo en jóvenes doctores en electrónica de sus formas colaborativas para la producción científica en el marco de un trabajo de red sostenido por un investigador del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) quien dirige y ha participado en investigaciones internacionales. Daremos cuenta de la evolución y cambio de esta forma social de hacer ciencia en un grupo visto como una comunidad de práctica en relación con otras comunidades de práctica, formando una red de participación científica.

Este capítulo se estructura en cuatro secciones. En la primera se abordará el Doctorado desde el Neo institucionalismo, como perspectiva adoptada, en una subsección se conceptualizará cómo se aprende a hacer ciencia y a ser científicos. En la segunda sección se explicará el trabajo colaborativo desde el aprendizaje social y situado. En la tercera sección se explicarán los referentes teóricos en relación a las comunidades de práctica en un doctorado científico. En la última sección se hará referencia al aprendizaje de la lectura y escrituras para la ciencia, haciendo énfasis en la situación retórica.

3.2 El Doctorado desde el Neoinstitucionalismo

El doctorado científico es el nivel máximo de logro y exigencia intelectual o tecnológico de un sistema educativo y en nuestro país, es

además un sitio de formación y de aprendizaje, pero también un lugar de producción de nuevo conocimiento (Kent, 2010). En suma el doctorado científico es un lugar de enseñanza, más aprendizaje, más investigación (Clark, 1997), un mecanismo de apertura y renovación intelectual científica y tecnológica.

Las instituciones científicas son sistemas anidados complejos, que por un lado reproducen tradiciones de prácticas disciplinarias y por otro lado desarrollan cambios y se re-convierten de forma continua. Afirma Kent (2013): “Hay procesos de cambio endógenos (Mahoney and Thelen 2013) así como adaptaciones al entorno externo compuesto por un campo organizacional complejo (Pfeffer and Salancik 2003).” Lejos estamos de asumir que las organizaciones son estáticas. Su dinamismo es una realidad para el trabajo de los científicos que las integran.

El estudio de una organización científica exige también reconocer las particularidades propias de la dinámica disciplinar y entender el marco normativo en el que se realiza la ciencia en cada país. Las disciplinas “contemplan 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” (King y Brownell citados por Becher, 2001)

Para acercarnos al estudio de los científicos daremos cuenta en este trabajo de un doctorado en electrónica, una disciplina dura aplicada y, particularmente, de las formas en las que un grupo de investigación en dicho doctorado se ha organizado para colaborar en la investigación y en

la publicación de resultados.

En un contexto cambiante, el doctorado como espacio privilegiado de formación de los jóvenes científicos también expresa modificaciones respecto a sus formas anteriores de organizarse. Estas modificaciones se derivan de las propias exigencias disciplinarias así como de la creciente colaboración internacional para el desarrollo de las investigaciones. Kent (2015) se pregunta si la categoría de institución (con su carga de estabilidad, reproducción y homeostasis) debe ser complementada por la de redes para dar cuenta de este mundo líquido, como lo hace Carolyn Wagner (2008) en su interesante estudio sobre los nuevos “colegios invisibles”, las redes científicas emergentes en el mundo. Puesto que un aspecto singular del grupo estudiado es su larga duración (de quince años hasta la fecha), es necesario considerar tanto las variables que inciden sobre su carácter dinámico cambiante como las que le han dado estabilidad a lo largo del tiempo.

En el caso de los centros públicos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT, al cual pertenece el INAOE, los entornos son complejos pues están compuestos tanto por el campo nacional de políticas de educación superior mexicana y ciencia como por las comunidades científicas disciplinarias con las cuales se identifican los integrantes de las disciplinas y que rebasan las exigencias nacionales (DiMaggio and Powell 1991, citados por Kent, 2010).

La diferencia entre una organización y una institución es de suma importancia, para la sociología. Ambos términos difieren y sin embargo están íntimamente relacionados. En este trabajo interesa diferenciar la

organización científica de la ciencia como institución. Una organización es un ente en una sede geográfica plenamente identificada, tiene instalaciones, nombre, logotipo, autoridades, personal, empleados. Entonces el INAOE es una organización (Kent, 2010).

Una institución es un conjunto de reglas, valores, normas e ideas que son reconocidas y asimiladas es decir legitimadas por la sociedad, que además explican y proporcionan identidad a las organizaciones. La ciencia es la institución que estudiamos en este trabajo. Por ejemplo el INAOE es una organización que se identifica discursivamente como un centro público de investigación con un alto liderazgo a nivel internacional en el ámbito de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos en Astrofísica, Óptica, Electrónica, Ciencias Computacionales y áreas afines, comprometido con el desarrollo nacional a través de la promoción de valores sociales de solidaridad, creatividad y alta competitividad. No obstante, no se explicaría el éxito científico de esta organización sin tomar en cuenta su dimensión propiamente institucional, es decir las normas, los valores y las prácticas que caracterizan a sus comunidades de investigadores.

El reto fundamental del doctorado es hacer ciencia y formar científicos. Como institución y como organización las instancias que hacen ciencia solo pueden ser entendidas en su complejidad. La perspectiva neoinstitucional nos brinda las herramientas necesarias para estudiar procesos complejos.

Es primordial dejar asentados unos elementos conceptuales específicos del neoinstitucionalismo. Los procesos institucionales están compuestos por tres dimensiones elementales: la regulatoria, la normativa y la cognitiva (Meyer and Rowan 1977, citado por Kent, 2010). La

dimensión regulatoria se refiere a los reglamentos, prohibiciones e incentivos *formales* que regulan a la organización y la participación de sus integrantes. La dimensión regulatoria, da cuenta de lo que está establecido en las leyes, los estatutos y los manuales de organización. La dimensión normativa se establece por el *deber ser*, por las normas (generalmente no escritas) que los actores se sienten inducidos a observar; puede no siempre armonizar con la dimensión regulatoria. Específicamente para el mundo de la ciencia, una norma esencial es la difusión de hallazgos de investigación; los actores se guían por búsqueda del reconocimiento o prestigio mediante la publicación de artículos arbitrados en revistas internacionales. Por último la dimensión cognitiva de los procesos institucionales tiene que ver con la manera aceptada de hacer las cosas. Nos referimos a las rutinas prácticas, generalmente especializadas, que los científicos, como actores de una organización adoptan, ya sea por imitación o aprendizaje.

El distinguido sociólogo Johan P. Olsen (2007) nos brinda premisas centrales del Neoinstitucionalismo: son las instituciones las que crean los elementos de orden y comportamientos futuros en la vida social, de manera duradera y sobre todo independiente de la propia organización y que afecta de manera directa a los actores de una forma individual.(cfr. Kent, 2010)

En síntesis ¿qué es el doctorado como expresión de una institución científica? un conjunto de reglas duraderas y prácticas constituidas en estructuras de significados y recursos, sin importar que cambien los individuos que las ejecuten son procedimientos estandarizados. Significa que los diferentes actores científicos y tecnológicos se ven inmersos día a día en las políticas públicas nacionales y en las exigencias que establecen

como comunidad científica a partir del desarrollo de una disciplina. En el caso INAOE, es una institución nacionalmente reconocida por atender a las exigencias del PNPC-CONACYT y dado que organiza su trabajo de investigación a través de comunidades disciplinarias, son ellas las que pautan las formas de adoptar y capitalizar estas políticas nacionales. Pasamos a explicar en la siguiente sección a la colaboración como condición central del hacer investigación.

En los centros Públicos de Investigación CONACyT se reconoce e impulsa la colaboración como un componente sumamente importante para el desarrollo de la ciencia ya que es el ámbito donde se da la enseñanza y la formación de los recursos humanos altamente especializado. Los procesos formativos se llevan a cabo a través de cursos formales y en donde los profesores-investigadores como actores muestran su manera de ver el mundo a los doctores, quienes a su vez desarrollan las actitudes, las habilidades y conocimientos de acuerdo a la disciplina de la que se trate. El Doctorado en Electrónica estudiado, ver Anexo 1 en esta tesis, ofrece solo cursos optativos entre cuya oferta la especialidad de la investigación le lleva a elegir cuatro.

Los doctores aprenden al tomar sus cursos formales en grupos, al hacer simulaciones en los laboratorios y compartir sus conocimientos en cubículos con otros estudiantes que ingresaron antes que ellos en el programa doctoral, conocen los distintos enfoques y logran identificar los procesos de la ciencia e inician sus carreras (cfr. Campbell, 2003).

El trabajo del investigador en las ciencias duras no es posible sin la colaboración de otros investigadores.

3.2.1 Aprender a hacer ciencia y a ser científicos

Para Campbell (citando a Merton, 1973:520) los científicos aprenden en sus tareas cotidianas cuatro funciones relevantes: investigación, docencia, administración y control del acceso. En este proceso el papel de la investigación es sumamente relevante ya que sin la generación de conocimiento no se tendría nada que proporcionar a los doctores, es decir: “nada relevante que enseñar”. La ciencia también se administra, con los criterios derivados del propio quehacer científico. Los científicos como comunidad que cuida y garantiza la calidad de su trabajo, reconocido por la propia comunidad disciplinar son también quienes controlan el acceso de los aprendices de científicos o de los científicos noveles que buscan formar parte de esta comunidad disciplinar. La generación de nuevo conocimiento no escapa entonces a las tareas administrativas de la organización ni de las exigencias regulatorias de la institución científica (cfr. Merton, 1973).

Específicamente se requiere generar en los doctores la conciencia y responsabilidad del hacer ciencia, el *ethos* científico, encontrando razones para realizar investigación basada en fundamentos científicos. A esto Campbell (2003) le llama “basarse en cero” este enfoque no significa solo lo “¿qué se va a hacer?” sino que además interviene el “¿cómo se va a hacer?” y se sintetiza en: “¿cómo se va a hacer para ir del punto A al punto B?”. “¿con quiénes se va a hacer?” (:899)

La idea central es que el doctorante sea capaz de decidir hoy el

método de investigación y que éste de manera no lineal puede ser el método de elección mañana. Es decir si cuenta con la capacidad de “idear una solución basada en la elección de hoy, tiene una mayor probabilidad de que sabrán como diseñar una solución en 10 años” (cfr.Campbell, 2003). La tarea del científico exige entonces aprender a ser independiente. Como parte de un grupo el aprendiz reconoce, se apropia y emplea los métodos, instrumentos y teorías para el desarrollo de una investigación y los criterios que orientan su trabajo. Pero se convierte propiamente en científico solo en la medida en que los desarrolla creativa y autónomamente.

Durante el proceso formativo los doctores sufren una “transición” de estudiante o aprendiz a construir una identidad como científico o colega (Campbell, 2003), esto significa que a lo largo de un breve e intenso período adquiere los enfoques y las formas de vislumbrar el mundo del grupo disciplinario al que pertenecen y también a través de la continua interacción con el investigador o los investigadores del grupo del que forman parte. De esta manera se hacen miembros de la comunidad científica de la disciplina a la que pertenecen; adicionalmente logran una formación intersubjetiva, ya que aprenden en un entorno de trabajo de otros científicos que colaboran como comunidad para el desarrollo de sus trabajos. Es una transformación identitaria, producto de encarar retos y trabajo intenso que debe lograrse en cuatro años.

Como menciona Campbell (2003:925) “sin embargo, los científicos no operan en aislados unos de otros, o de los miembros de otros grupos. Interactúan con representantes de los organismos de financiación, fabricantes de equipos y grupos de interés público por lo que [...] un

importante componente es lograr objetivos científicos”. Lo anterior nos explica que la colaboración y la participación no solo son locales sino que además puede ser internacional ya que los diferentes actores implicados en la organización de la ciencia intervienen armónicamente para el desarrollo de la ciencia y de la investigación.

3.3 Trabajo colaborativo

A la luz de la perspectiva Neoinstitucionalista las interacciones y los trabajos colaborativos en las investigaciones representan un reflejo de la manera de organización social donde los actores, en este caso, los doctores, los investigadores, las políticas científicas y las demandas del centro de investigación y del grupo disciplinario plantean demandas y exigencias que los científicos deben atender.

Campbell (cita a Delamont y Atkinson, 2003) quienes afirman que la “supervisión formal y enculturación informal” son procesos que viven los doctores en su transición de pregrado a posgrado. Lo que consideran estos autores es el gran valor del conocimiento tácito y las habilidades que desarrollan en la resolución de problemas, en el desarrollo cotidiano de su trabajo, ya que se aprende a responder de forma independiente y hacen así frente a la naturaleza indeterminada del hacer científico. Esto quiere decir que las condiciones no siempre serán las óptimas, que los resultados en ocasiones son inciertos e inestables o simplemente no son los esperados y en ello el doctorante demuestra la diferencia que existe entre él y un estudiante que no busca ser científico, ya que el aprendiz de científico no solo se da cuenta de las cosas, sino que además brinda una

respuesta contingente y estructurada a un mundo desordenado y reconoce a la naturaleza de las ciencias.

Estos procesos de aprendizaje dirigido y tácito se dan en un ambiente relativamente controlado. Por un lado las reglas de participación son claras pero los tiempos de realización del trabajo científico y las maneras de adoptar estas reglas no pueden ser universalmente prescritas.

Se puede decir que lo que se enseña de manera formal y por escrito puede no ser tan decisivo como lo que lo que los doctores aprenden a hacer al participar en la interacción informal con sus pares y profesores locales y, con especialistas que no necesariamente forman parte de su grupo local. Reconocemos en este proceso de formación a la colaboración local o internacional como una forma de trabajo reconocida.

Como lo sugiere Campbell (2003:926) “el éxito de la realización de proyectos de investigación y la transición del estudiante a científico emerge a través de la interacción social que refleja las diferencias individuales y las circunstancias que surgen en situaciones y contextos particulares” y es con esta particular forma de colaboración como los doctores desarrollan su *ethos* científico.

Contrario a lo que se cree, los sistemas de enseñanza científica rígida pierden fuerza porque la negociación es una forma reconocida de intercambios formativos. Como lo menciona Campbell (2003:926) “...la enseñanza de las ciencias es un logro intersubjetivo, que es producido en

una buena parte como resultado de ensayo, error y de negociación entre profesores y estudiantes” es decir la colaboración entre los distintos actores. Siempre que los investigadores o mentores dan continuidad a sus perspectivas, construyen y mantienen procesos endógenos de la ciencia y su transmisión hacia los doctores. Lo anterior tiene fundamento en los procesos de socialización y enculturación que son pilares constitutivos de la formación para hacer ciencia. Si se ve de esta manera la empresa científica es una práctica humana, es una práctica social, lo que nos lleva a entender cómo es que la cultura científica se reproduce.

Significa que los doctores no son estudiantes pasivos, lo que aprenden lo adquieren “haciendo las cosas” a través de la práctica (Campbell, 2013). Encontrando significados en un contexto de interpretación de los patrones derivados de la interacción social que se lleva a cabo en el proceso de su formación.

Los miembros de la comunidad científica se ven envueltos en actividades formales e informales con los doctores en las etapas finales de su formación y estos con los novicios a los cuales ayudan a emerger en las perspectivas de la comunidad local y asimismo de la disciplina a nivel global a través de las relaciones o colaboraciones con muchos otros grupos más.

Ahora bien, una de las expresiones de la colaboración es la producción de artículos científicos que dan cuenta de resultados de trabajo, de intereses y recursos compartidos para el desarrollo de la investigación. Los estudiantes de doctorado son beneficiados en su

formación por estas redes de colaboración temática entre investigadores de distintos países. En este trabajo mostramos expresiones de la colaboración entre investigadores de seis países que han impactado en la formación de diez estudiantes de doctorado y que se expresa en la producción de sus tesis de grado.

1.3.1 Aprendizaje social y situado

Al conocer las formas de participación de los doctores en realidad estamos estudiando formas y procesos de aprendizaje social. “En síntesis, en lugar de pensar al aprendizaje como el replicar las ejecuciones de otros o por la adquisición del conocimiento transmitido en la instrucción, sugerimos que este aprendizaje ocurre a través de participación centrípeta en el currículo de aprendizaje del ambiente de la comunidad. Porque el lugar del conocimiento es una comunidad de práctica, las preguntas de aprendizaje se adscriben a los ciclos de desarrollo de esa comunidad.” (Lave y Wenger, 1991, p.100).

La teoría del aprendizaje situado sostiene que el conocimiento se adquiere y distribuye entre los integrantes de una comunidad de práctica (p. 98). El aprendizaje no ocurre fuera de la situación social en la que se realiza, “[...] debe ser entendido respecto a una práctica, como un todo, con una multiplicidad de relaciones –con la comunidad y con el mundo más ancho.” (p. 114). En este sentido, se define a la Comunidad de Práctica como “Una serie de relaciones entre personas, actividades y mundo, en el tiempo y en relación con otras comunidades de práctica tangenciales y sobrepuestas.” (p. 98). Los doctorandos, desde su ingreso al programa doctoral, aprenden a investigar y a publicar participando de las acciones de

una comunidad disciplinar que tiene una expresión singular en cada grupo de investigación pero que también reconoce y cultiva formas y valoraciones universales del hacer ciencia. Estos procesos de aprendizaje no están exentos de conflictos (cfr. Cumming, 2008)

Otros autores como Bloomer y Hodkinson (2000) sugieren también que las carreras de aprendizaje se entienden mejor como interrelaciones complejas. Es por ello que nos interesa dar cuenta de cómo trabaja una red científica en la producción de textos científicos, organizándose para ello en comunidades de práctica (cfr. Shacham & Od-Cohen, 2009; Janson, Howard & Schoenberger-Orgad, 2004).

3.4 Comunidades de práctica en un doctorado científico

Campbell (2003:900) afirma “que el éxito en la ciencia consiste en ir más allá de los elementos científicos aparentemente más objetivos, en particular en un ámbito de actividades que emergen de procesos de interpretación y la interacción con otros”.

Una comunidad de práctica es definida como una serie de relaciones entre personas, actividades y mundo, en el tiempo y en contacto con otras comunidades de práctica (Cfr. Lave & Wenger, 2007, pág. 36). El concepto de comunidad es fundamental definirlo, porque las personas participan en una red de colaboración internacional que no implica necesariamente que los individuos estén presentes físicamente, o que el grupo identificable esté bien definido, o que los límites socialmente sean

explícitos. Implica, sí, que los participantes pertenezcan a un sistema de actividad del cual comparten la comprensión de lo que están haciendo y de lo que significa eso que hacen en sus vidas y para los fines de cada comunidad. En las comunidades de práctica se privilegia, por tanto, reconocer la finalidad de la actividad como eje de la interacción de sus integrantes y como recurso para multiplicar posibilidades de participación en las tareas en que cada participante, realiza y al hacerlo asume distinto grado de responsabilidad al reconocer y visualizar el fin último del grupo.

En palabras de Wenger: “las comunidades de práctica pueden pensarse como historias compartidas de aprendizaje” (p. 87). Estas comunidades permanecen en constante producción y reproducción de aprendizajes. El proceso en el que el experto muestra sus aprendizajes al novato varía en función de la complejidad de los mismos. La apropiación de estos aprendizajes varía asimismo, en función de las habilidades del aprendiz y de las oportunidades que se le proporcionen al recién llegado para participar en las actividades que le permitan acceder a dichos aprendizajes. De este modo la participación en una práctica cultural, el aprender a ser científico en este caso, asegura conocimiento compartido como principio epistemológico del aprendizaje. La estructura social de esta práctica, sus relaciones de poder y sus condiciones para la legitimidad definen las posibilidades del aprendizaje situado, es decir, las posibilidades de aprender asumiendo progresivamente más responsabilidades para la participación periférica legítima (cfr. Lave & Wenger, 2007).

Para Wenger (2001) lo que significa comprender y apoyar el aprendizaje puede explicarse desde distintas miradas sociales: para los individuos, significa que el aprendizaje consiste en participar y contribuir a

las prácticas de sus comunidades; para las comunidades, significa que el aprendizaje consiste en refinar su práctica y garantizar nuevas generaciones de miembros; para las organizaciones, significa que el aprendizaje consiste en sostener interconectadas las comunidades de práctica, a través de las cuales una organización sabe lo que sabe y, en consecuencia, llega a ser eficaz y valiosa como organización.

La comunidad científica puede ser aparentemente un grupo fraternal y cálido, pero cada estudiante construye su adhesión al grupo a partir del trabajo realizado, de las pruebas superadas y de mostrar su compromiso y disposición al *ethos* del grupo (cfr. Tapia, 2010). La interacción del alumno en un grupo de trabajo y/o a la comunidad disciplinaria es gradual. Al principio ocurre solamente en el discurso formal de los maestros. A medida que el recién llegado va superando los obstáculos y comienza a ser reconocido como un individuo que comparte la misma ideología, lenguaje y forma de trabajo, se va identificando como miembro de un grupo, lo que le da sentido de pertenencia (cfr. Fortes y Lomnitz, 1991).

Al estar en contacto con un grupo de investigación, los estudiantes comienzan a identificarse con otros modelos tales como los ofrecidos por sus compañeros de laboratorio, investigadores de otros institutos que conocen en congresos y con científicos que llegan a conocer sólo a través de su obra. Formar parte de una comunidad disciplinaria resulta pues de la participación en procesos de interacción cara a cara y del reconocimiento de los autores referidos en la bibliografía especializada sobre tema de investigación.

Al pasar a ser miembro real de un grupo de trabajo de una comunidad científica, el estudiante aprendiz se inicia y permanece participando. La estructura social de esta interacción puede ser compleja. En principio puede estar constituida por estudiantes de maestría y doctorado, investigadores que realizan una estancia posdoctoral, científicos visitantes y el jefe de laboratorio (cfr. Carrasco & Kent, 2011). Participar en un grupo de estas características, les enseña una serie de reglas de comportamiento social y les indica cual es la estructura de un grupo de trabajo (cfr. Fortes y Lomnitz, 1991).

La Teoría del aprendizaje situado sostiene que el conocimiento se distribuye entre una comunidad de práctica y sólo se puede entender con el 'apoyo interpretativo' proporcionado por la participación en la propia comunidad de práctica (Lave y Wenger 1991, 98). Wenger (1998) se refiere a la participación dentro de una comunidad de práctica como una 'fuente de identidad'. En el proceso de la participación, las identidades de los recién llegados cambian a medida que se reconoce cada vez más pertenecer y contribuir a una comunidad de práctica.

El concepto de aprendizaje como participación por lo tanto, ayuda a explicar 'la evolución de las prácticas y la inclusión de los recién llegados y el desarrollo y la transformación de las identidades "(Wenger 1998,:41) El aprendizaje se produce a través de la participación en las actividades y contribuye a una identidad cada vez mayor dentro o a través de comunidades de práctica.

3.5 Aprender a leer y escribir para la ciencia

Con el término literacidad científica nos referimos al conjunto de conocimientos, valores y comportamientos que, implicados en el ejercicio de las prácticas letradas de comprensión y producción de textos científicos.

La constante lectura de producciones académicas le permite al joven científico interactuar con autores reconocidos por la comunidad científica. Ésta interacción proporciona al estudiante un punto de referencia sobre el contenido y la forma de los textos publicados. Posteriormente y conforme el estudiante tenga mayor dominio sobre su tema disciplinar, puede comunicarse con los autores mediante el uso del correo electrónico, mismo que funciona como canal que propicia que el doctorando establezca relaciones con especialistas de diferentes partes del mundo y con ellos realice trabajos colaborativos haciendo experimentos o compartiendo información relevante así como que permanezca a la vanguardia en tanto temas de investigación de su área disciplinar.

Desde la perspectiva de la retórica de la ciencia, es posible “identificar constructos y categorías que se derivan de las actuales prácticas discursivas en ciencia y ofrecen formulaciones que explican cómo se construye el discurso y como este es juzgado como ciencia” (Carrasco & Kent, 2011:1230). Para los doctorandos es necesario entender de la escritura científica la forma en la que estructuran la información, los criterios de clasificación (género) para su publicación y los filtros que atraviesan para que finalmente sea publicada. Esto remite a la idea de *gate keeper*, (cfr. Englander y López Bonilla, 2011) entendido no como guardián

sino como colaborador vigilante. Reconocer y atravesar los filtros son también aprendizajes del ser científico.

Los roles científicos que un estudiante debe aprender son autor, lector, crítico, editor y experto local (Campbell, 2003). Para (Laudel & Gläser, 2008) los roles son aprendiz, colega, colega experto y mentor y miembro de élite.

A continuación se muestran la tabla 4 con los ámbitos y roles que durante su formación doctoral aprenderá. (Carrasco, Kent, Méndez, 2015)

Tabla 3. Roles y aprendizajes doctorales.(Carrasco, *et. al.*,2015)

Ámbito	Roles
Práctico-cognitivo	Llevar a cabo procedimientos concretos en un área específica de conocimiento
Profesional	Participar en política y gestión comités, grupos de examen, y las comisiones de evaluación
Miembro de una comunidad disciplinaria	Revisar presentaciones de revistas y protocolos de investigación y trabajar en los comités científicos de las conferencias

El trabajo de Stracke (2010) muestra que las etapas posibles de participación en un grupo se pueden clasificar en tres momentos que a nuestro juicio no son necesariamente secuenciales, si se piensa en un grupo de investigación como comunidad de práctica: compartir la finalidad

de la investigación, compartir el proceso de investigación, y el intercambio de conocimientos sobre cuestiones prácticas (cfr. p.4). Para los estudiantes estudiados el intercambio de todo tipo de información era considerado como muy útil. “Los miembros del grupo agradecieron recibir retroalimentación constructiva sobre su investigación, su presentación en papel, sus proyectos de capítulos y otros materiales” (p.6).

Los textos publicados, es decir previamente validados, del campo de investigación son recursos fundamentales para el trabajo de escritura académica, que es una forma particular de retórica. Son insumos importantes que le ofrecen al aprendiz las bases para “hablar científicamente” (cfr. Carrasco & Kent, 2011: 1233). Esto justifica que los expertos les recomienden la lectura constantemente artículos científicos para que se apropien del lenguaje científico, comprendan su estructura y reconozcan a otros especialistas de su disciplina. Como tarea necesaria para apropiarse del tema y situarlo en el marco de la discusión internacional.

3.5.1 La situación retórica

Toda comunicación escrita debiera contemplar al menos tres elementos básicos: la audiencia -el destinatario del texto; el tópico -la materia específica acerca de la cual se escribe; y el propósito -el objetivo hacia el cual propenden las intenciones del productor del texto y el efecto que se desea lograr en el destinatario. Estos tres elementos conforman el problema retórico, o situación retórica. (Benítez, 2000)

Bitzer (1968) y Flower y Hayes (1981) son los investigadores que más han influido en los estudios acerca de la situación retórica. El primero postula que existen tres componentes en toda situación retórica:

- una exigencia, marcada por un sentido de urgencia en la mente del escritor potencial, que inicia el proceso retórico;

- una audiencia apropiada, constituida por las personas que pueden ser influidas por el discurso, que puedan ser mediadoras del cambio (es decir, capaces de transformar el mundo y la realidad; capaces de llevar a cabo los cambios que supuestamente se esperan después de la lectura de un texto) y que tengan la habilidad de eliminar o mitigar la exigencia; y

- un conjunto de limitaciones, que afecta las elecciones del escritor y de la audiencia (por ejemplo, las limitaciones impuestas por un género retórico determinado).

Ahora ¿por qué enfocarse a la escritura y la publicación científicas? Un investigador reconocido es alguien que ha publicado y cuyos trabajos han sido citados por su comunidad disciplinaria. La comunicación formal o las aportaciones organizadas en artículos publicados en revistas especializadas y en presentaciones en congresos, tienen un reconocimiento proporcional a la frecuencia con la que son empleados como referencias de posteriores publicaciones por integrantes de la comunidad científica que los valora como importantes. Generalmente los científicos maduros dan por sentado que sus estudiantes deben aprender a escribir y publicar exitosamente, y sin embargo no siempre se pone atención en la complejidad cognitiva, valorativa y práctica que ello implica.

Afirma Becher (2001) que “el proceso de publicación está sujeto a la influencia de muchas variables, que incluye el alcance y la naturaleza del mensaje que se trasmite, la forma elegida para transmitirlo (artículo, libro o cualquier otro medio), la cantidad de personas que lo generan y su edad y su reputación. (p. 117). Cuando un doctorando participa del trabajo de un grupo de investigación participa en realidad de los proyectos en las líneas desarrolladas por el investigador titular y experto científico tutor y formador del joven científico. Cada científico forma en realidad parte de una red más amplia de investigadores con quienes se asocia para trabajar un aspecto particular y publicar en su área experta. Esto encierra una interacción continua entre investigadores jóvenes y maduros, locales y alejados para ser autores. Para Prior (1998) la autoría se construye y distribuye en la práctica como actividad situada, que implica leer, hablar, observar, actuar, pensar, hacer y sentir.

Autores como Maher, et al., (2008) sostienen que la escritura doctoral es una práctica social discursiva (p. 272). La producción científica, como evidencia del trabajo desarrollado es un eje del trabajo analítico para el proceso de la formación y para los productos publicados en inglés (Buckingham, 2008) para una comunidad disciplinaria internacional. El grupo científico estudiado aquí publica únicamente en inglés, lingua franca de su comunidad disciplinaria.

Laudel y Gläser (2008, p.388) proponen reconocer que “las fases iniciales de la carrera de científico contienen la transición de la dependencia a la independencia en la investigación”. Si aceptamos que la

independencia de un investigador está proporcionalmente asociada a sus publicaciones, interesa en esta investigación dar cuenta de la construcción colectiva de una reputación, como grupo académico que a lo largo de quince años ha colaborado para desarrollar investigaciones, difundir resultados y continuar por la ruta de producir conocimiento nuevo y de interés para los integrantes de una disciplina dura aplicada como lo es la electrónica.

Los aprendices de científicos aprenden la retórica de los textos científicos y las exigencias y recursos para la producción de estos textos. Los textos científicos que se publican son textos despersonalizados que sin embargo han sido escritos con una base de conocimiento personal de todo tipo; en los grupos de investigación se aprenden ambas cosas: tanto a saber dejar fuera las incertidumbres personales, los senderos no fructíferos, dificultades para desarrollar ciertas técnicas y procedimientos que fallaron. Como a reconocer la retórica exigida por la disciplina. (cfr. Delamont y Atkinson, 2001). En esta investigación se indagará asimismo sobre cómo han dejado fuera o no esos resultados que no funcionan, sobre cómo resuelven esta finalidad general de presentar resultados prácticos que funcionan. Señalan las autoras que los resultados positivos son sacralizados en las publicaciones y la tesis y se presentan en ausencia de los tropiezos y procesos singulares de dificultades que los investigadores pasaron para producirlos. Uno de los conocimientos tácitos que los estudiantes asimilan tiene precisamente que ver con estas creencias de no reportar los tropiezos.

Algunos autores plantean que nutre el programa doctorado muchas de las habilidades y prácticas útiles más allá de este doctorado, aquellas

que son de interés para empleadores postdoctorales. Empleadores no académicos buscan candidatos con habilidades para trabajar en equipo, para resolver problemas, habilidades para la comunicación interpersonal, iniciativa emprendedora y experiencia interdisciplinaria. (cfr. Shacham & Od-Cohen, 2009). “Nuestra investigación sobre el aprendizaje de los graduados de doctorado muestra como un discurso profesional mejora el discurso académico a través de la participación en el aprendizaje permanente (p. 291)

Siguiendo los planteamientos de Barton y Hamilton (2004) sobre literacidad, podemos decir que las prácticas sociales de producción científica ocurren en el marco de un interés de investigación guiado por la producción de nuevos conocimientos. Los eventos mediados por los textos escritos en una comunidad científica permiten inferir al menos tres elementos de una práctica que fusionan la producción académica con los procesos formativos de los jóvenes científicos: los actores, las tecnologías y los usos de la escritura científica.

El saber comunicar estos hallazgos cita Campbell (a Traweek,, 2003, pág. 98) “no solo proporciona un análisis de grano fino de la naturaleza evolutiva del proceso de formación a lo largo de sus diversas etapas, ella también demuestra la importancia de la comunicación escrita, oral o reflexiva entre los científicos de alto nivel y los novicios”.

Querer comunicar algo, buscar una audiencia apropiada, producir en inglés una artículo que reporta resultado de investigación que interesa a una comunidad disciplinaria, trabajar colaborativamente para investigar y comunicar, son algunos de los móviles que guían y organizan el trabajo

científico.

En esta tesis se estudia al doctorado como sitio de formación de científicos, desde una perspectiva Neo-institucional que atiende a la complejidad del hacer ciencia. Se busca interpretar particularmente cómo se organiza un grupo de investigación como comunidad de práctica para investigar y producir artículos científicos y cómo se apropian de las exigencias de la disciplina para aprender por enseñanza explícita o tácita todo lo que se debe ser aprendido para formar parte de una comunidad disciplinar.

Capítulo IV Marco Metodológico

4.1 Descripción del proyecto

Este proyecto de investigación está enmarcado en los trabajos del Cuerpo Académico 249 “Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico y Vinculación Social” dirigido por los doctores Rollin Kent y Alma Carrasco de la Facultad de Administración de la BUAP.

El proyecto en curso, en el que se inscribe esta tesis es la *caracterización del doctorado científico en Puebla: la BUAP y el INAOE*.

Los centros de estudio elegidos en 2015 por el grupo de investigación son:

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).

4.1.2 Objeto de estudio

El objeto de estudio son los procesos de producción académica dentro de una comunidad de práctica situada en una red disciplinar internacional, actividades y procesos que ocurrieron como parte de su trayectoria formativa.

4.1.3 Sujetos de investigación.

Los sujetos de investigación son diez doctores en ciencias egresados del doctorado en Electrónica del INAOE y el doctor que los formó, miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Se muestran los títulos, temáticas abordadas y la red de

científicos que colaboraron en los trabajos doctorales, ordenadas cronológicamente.

Clave	Año de egreso	Título de la tesis	Tema investigación	Red investigadores	Inserción laboral
D1	2002	Modeling of Open Defects in CMOS Integrated Circuits and Test Techniques for Submicron Technologies	Metodología en técnicas de pruebas para identificar circuitos defectuosos.	Grupo mexicano y grupo español	Investigador en la compañía líder como fabricante de circuitos integrados del mundo
D2	2003	Design Techniques to enhance noise tolerance in CMOS digital dynamic circuit	Técnicas de diseño tolerantes a ruido en circuitos dinámicos	Grupo mexicano	Investigador en la compañía líder como fabricante de circuitos integrados del mundo
D3	2005	Signal Integrity Verification for On-chip Long Interconnect Lines	Técnica de verificación de la integridad de la señal	Grupo mexicano y grupo español	Investigador en la compañía líder como fabricante de circuitos integrados del mundo
D4	2007	Test and Diagnostic of Open Defects in CMOS Nanometer Technologies	Metodología en técnicas de pruebas para identificar circuitos defectuosos	Grupo mexicano, grupo español y grupo americano	Investigador de universidad estatal SNI

Clave	Año de egreso	Título de la tesis	Tema investigación	Red investigadores	Inserción laboral
D5	2008	Signal Integrity Testing for High Speed Signals	Técnicas de diseño tolerantes a ruido en circuitos dinámicos	Grupo mexicano y grupo español	Investigador en la compañía líder como fabricante de circuitos integrados del mundo
D6	2009	An Aware Methodology to Evaluate Circuit Testability for Small Delay Defect	Metodologías para identificar retardos debido a defectos	Grupo mexicano y grupo español	Investigador de universidad estatal
D7	2010	Modeling and Design of Split-Drain MAGFETs and Possible Applications in Integrated Circuit Test	Modelado y diseño de transistores de campo magnético	Grupo mexicano	Asesor del Ministerio de Educación del Perú
D8	2012	Test and Diagnosis of Interconnect Opens considering Process Variations.	Metodologías para identificar defectos utilizando técnicas estadísticas	Grupo mexicano y grupo francés	Investigador de universidad privada.
D9	2013	Robust Aging Monitoring and Mitigation in Nanometer Integrated Systems.	Vigilancia del envejecimiento de circuitos integrados	Grupo mexicano, grupo brasileño y grupo portugués	Posición laboral empresarial

Clave	Año de egreso	Título de la tesis	Tema investigación	Red investigadores	Inserción laboral
D10	2014	Methodology to Improve Reliability in Nanometer Technologies considering Process Variations	Metodología para la mejora de la confiabilidad de los sistemas y circuitos electrónicos	Grupo mexicano y grupo español	Posición laboral empresarial como investigador

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Curriculum Vitae del Dr. Champac recuperado el 1 de febrero de 2015.

http://www.inaoep.mx/~cdi_cde/Solicitudes%20de%20Promocion/Coordinacion%20de%20Electronica/Dr.%20Champac%20Vilela%20Victor%20H/c%29%20Curriculum%20Vitae%20%28ingles%29.pdf

4.2 Tipo de investigación.

Esta investigación cualitativa se desarrolla desde una doble perspectiva socioantropológica y sociológica. Con un enfoque neoinstitucionalista hicimos un acercamiento de las condiciones institucionales que hacen realidad los estudios de doctorado.

Desde la perspectiva antropológica nos acercamos a reconstruir los procesos formativos escriturales en doctores. Se ve a esta actividad como eje central del trabajo de una red y se estudian los roles que los miembros de un grupo de investigación asumen de manera dinámica, también se describen las tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica y se muestra interés en la finalidad y usos de esta.

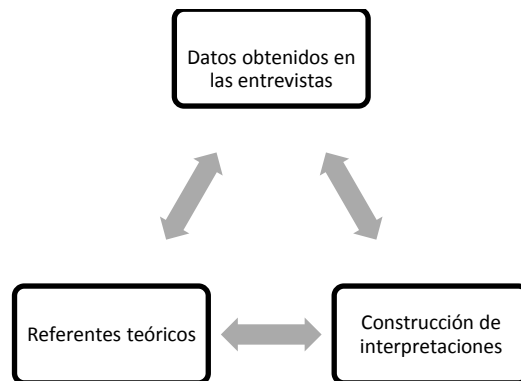
Esta tesis utiliza una metodología cualitativa, que se define como un conjunto de prácticas interpretativas, que parten de una realidad natural concreta y describen lo que le sucede a las personas en sus rutinas,

actividades y problemáticas, basándose de información recabada, como en esta investigación a través de entrevistas, con la finalidad de dar significado e interpretar estos datos.(cfr.Denzin &Lincoln, 2000)

Uno de las técnicas utilizadas para asignarle un significado a lo observado es la triangulación que según Denzin & Lincoln: 4-5 es “acercarse e interpretar el fenómeno simultáneamente desde varios ángulos: se hace la misma pregunta a diferentes personas, se intenta documentar lo que en entrevistas se ha afirmado” .

En estas tesis se analizaron e interpretaron datos recopilados a través de las entrevistas a los informantes. Se construyeron categorías analíticas fundamentadas en el marco teórico. En un segundo momento se leyeron los datos para interpretar y describir los hallazgos encontrados.

En el siguiente esquema se muestra esquemáticamente el proceso de triangulación, utilizado en esta tesis.



4.2.1 Investigación de Campo

El trabajo de campo se ha desarrollado en tres etapas. La primera se realizaron entrevistas semiestructuradas a todos los miembros del grupo. El primer contacto se estableció para realizarles una invitación a

participar en el proyecto, después de obtener su autorización por escrito se procedió a realizar una entrevista vía skype. La segunda etapa consistió en hacer una entrevista al Doctor que los formó y asesoró durante su formación doctoral. La última etapa se rastreó y compiló los datos sobre la producción escrita – artículos, ponencias, “letters” y tesis – generados por el grupo a lo largo de 15 años a través de la herramientas bibliométrica y de evaluación de producción científica a través de *Scopus* de Elsevier y consultando el *Currículum Vitae* proporcionado por el investigador/asesor.

4.2.2 Investigación Documental

Se utilizó la revisión de textos recuperados a través de portales científicos como www.scholar.google.com y de EBSCO Host y de los textos recomendados en el Cuerpo Académico 249, con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento del tema, para el desarrollo de las capacidades reflexivas y críticas a través del análisis, interpretación y confrontación de la información. Esta información revisada sirvió para sustentar el contenido del Marco Teórico y desarrollar las categorías de análisis en esta tesis.

La investigación documental sirvió para identificar elementos asociados a comunidad de práctica, aprendizaje social situado y literacidad científica como categorías centrales.

4.3 Recursos de Investigación

4.3.1 Instrumentos

Para esta investigación, se utilizó una guía de entrevista diseñada

por la Doctora Alma Carrasco Altamirano, investigadora que conduce el Cuerpo Académico en la Facultad de Administración de la BUAP. Esta guía de entrevista puede consultarse en el Anexo 2.

4.3.2 Recursos de investigación.

Para llevar a cabo las entrevistas se utilizó el software de la paquetería Grabadora de Llamadas Callnote Premium. Posteriormente se hizo la transcripción de las mismas en el software de la paquetería de Office Word, con una extensión en promedio de 10 páginas.

Para este trabajo se analizaron las entrevistas, se codificaron los textos de manera “artesanal”, analizando cada entrevista, resaltando en Word Office los fragmentos de textos correspondientes a cada categoría triangulando los datos obtenidos de las diferentes entrevistas sobre el mismo evento y teóricamente, utilizando las distintas perspectivas teóricas para interpretar un mismo conjunto de datos.

4.4 Categorías de análisis

Para elaborar el guión y el posterior análisis de las entrevistas realizadas, se crearon tres categorías señalados como ejes centrales en este trabajo de tesis: comunidad de práctica, aprendizaje social situado y literacidad científica. Cabe señalar que estas categorías fueron el producto de la revisión de literatura y el análisis de los datos en diferentes momentos de la investigación. Dado que se trata de una investigación cualitativa, estas categorías son el resultado de una reconstrucción constante, siguiendo el proceso de triangulación explicado antes.

Tabla 5 Categorías de análisis

Proceso formativo
Actores, miembros y roles científicos asumidos
Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica
Finalidad y usos de la escritura científica
Enculturación, colaboración e incertidumbre en el proceso de comunicación

A partir de las categorías identificadas como relevantes se propuso establecer criterios analíticos comparativos y de contraste a partir del análisis de las entrevistas realizadas. De ello se da cuenta en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV Análisis de resultados y conclusiones

En este capítulo se analizarán las entrevistas de ocho de los diez doctores que participan en un grupo de investigación para describir el impacto formativo del trabajo colaborativo para la producción científica. Los entrevistados forman parte de una red de trabajo dirigida por un investigador reconocido del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Como participantes de la red, los doctores en electrónica forman parte de investigaciones en las que participan investigadores de otros países, a partir de las cuales producen publicaciones internacionales. Daremos cuenta de la evolución y cambio de esta forma social de hacer ciencia en un grupo visto como una comunidad de práctica.

Para cumplir con esta intención se han construido cuatro categorías analíticas, mismas que sirven de apartados en este capítulo. Se expondrán los resultados extraídos de las entrevistas realizadas para esta tesis. Con el fin de ilustrar y mostrar cómo se expresan estas dimensiones en el trabajo de investigación realizado por esta red.

Recordemos las categorías.

- Actores, miembros y roles científicos asumidos
- Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica
- Finalidad y usos de la escritura científica
- Enculturación, colaboración e incertidumbre en el proceso de comunicación

5.1 Actores, miembros y roles científicos asumidos

El trabajo de investigación está indisolublemente ligado a publicación de hallazgos. Al igual que los científicos formados, los estudiantes durante su formación doctoral asumen distintos papeles o roles científicos tales como autor, lector, crítico, editor y experto local (Carrasco, Kent y Méndez, 2015). Los entrevistados de esta investigación confirmaron en sus trabajos la adopción de estos roles. En el primer rol, el de autor, todos los entrevistados reportaron que han escrito al menos dos artículos en revistas internacionales. El doctor que más textos científicos produjo, publicó trece artículos durante su permanencia en este grupo de trabajo colaborativo. Véase D3 en Cuadro 3.

El rol de lector es adoptado por todos los informantes. Los integrantes de esta red alimentan su trabajo autoral al participar como lectores de los trabajos de otros. En el cuadro 3 observamos el tipo de lecturas disciplinarias especializados que realizaron éstos doctores durante su formación y como insumo para su trabajo de investigación. Se trata de artículos científicos de revistas internacionales, fundamentalmente en soporte electrónico.

Es una práctica común de los doctores producir artículos en inglés para revistas aceptadas por su comunidad disciplinar y es en estas mismas revistas donde conocen y consultan los trabajos de otros científicos.

Frente al uso profesional de una segunda lengua, resalta que el indicador del dominio de L2, inglés, para quienes ingresan al doctorado estudiado es de 550 puntos de TOEFL. Ello significa que se les demanda un muy básico manejo del inglés. La lectura regular de artículos en inglés y

la producción de los mismos ponen de manifiesto que el aprendizaje durante el doctorado, como integrantes de una red de investigación, no sólo es un aprendizaje disciplinar sino que impacta en su manejo del inglés y de otras lenguas como recurso indispensable para comunicar y conocer el trabajo de investigación.

En el rol de crítico los jóvenes investigadores en formación realizan el papel de expertos para juzgar el trabajo de otros. D5 comenta la importancia que tiene la crítica de los pares para la mejora del trabajo. Al aprender a ser críticos en el grupo interno los doctorandos también reconocen la importancia de considerar al público del trabajo y a reconocer otras formas, otros enfoques o perspectivas para desarrollar o interpretar e trabajo.

Después de exponer avances de tesis realizamos una reunión entre compañeros y expusieron sus puntos de vista respecto al trabajo presentado y como lo habían percibido, la honestidad ayuda a ver las cosas desde otro punto de vista. Este tipo de crítica definió como darle un enfoque diferente y atacar el problema desde otra perspectiva.

Las entrevistas dejaron ver que todos los doctores habían ejercido este rol crítico de manera activa. Aprenden en la práctica los valores de la comunidad y desarrollan un *ethos* científico, en términos mertonianos, alimentan y reproducen el escepticismo organizado.

Ser autor, lector y crítico son tres de las tareas indispensables de la formación doctoral. Para ser alguien en una comunidad disciplinar el rol que tiene más importancia es el rol de autor. Aprender a ser autor ocurre

como proceso alimentado de la lectura de otros trabajos terminados y de la crítica de otros trabajos en proceso y terminados. La autoría entonces no se alimenta sólo del ejercicio de escribir, al leer y criticar los científicos está ejerciendo responsabilidades de una comunidad que los forman también como autores.

Estos tres roles: lector, crítico y escritor de artículos científicos, expresan tareas y actividades asociadas con la producción académica que son generalizadas a todos los investigadores entrevistados. Hay otras tareas en cambio que sólo comprometen a algunos de los integrantes de esta red. Otras tareas que conforman un cuarto rol, el rol de editor. Revisar y valorar para aprobar o rechazar un artículo científico es una responsabilidad asumida por aquellos investigadores a quienes la comunidad disciplinar distingue. El rol de editor es asumido en este grupo solo por D1.

En el rol de editor, este papel activo de participación en una comunidad de investigación es enseñado tácitamente por el asesor; los doctores lo aprendieron al observar a su mentor realizar tareas de editor y no porque recibieran cursos formales de edición de textos científicos.

Un rol distinto es el realizado por especialistas reconocidos por un grupo de investigación. En la literatura éste se reconoce como rol de experto local. Lo hemos dejado para el final porque cada científico puede ser un experto local en diversas tareas: teóricas y técnicas, propiamente asociadas a la especialidad disciplinar; pero puede también ser un experto

editor.

Un informante menciona claramente el rol de experto local. Dentro de esta comunidad el doctores pertenecientes a una red. Él se había vuelto experto en el manejo de la estadística, debido a su interés e iniciativa para aprender y era reconocido como experto por su disposición enseñar a los otros miembros de la comunidad. Hablando de uno de su colega, uno de los entrevistados afirma:

Sí, era el quien ayudaba al doctor en los temas de estadística. Era el que les enseñaba a los demás estudiantes de doctorado temas que había desarrollado para mi tesis con métodos estadísticos y modelos matemáticos complejos. (D6)

La formación doctoral de D6 lo especializó en tareas que cada uno de los integrantes del grupo demandaba. Todos aprecian la participación especializada de los compañeros y esta especialización se convierte en un recurso de participación en un grupo de investigación. Quien coordina al grupo de investigación se apoya así en estudiantes que en su trabajo se convierten en colegas.

Para otros autores como Laudel & Gläser (2006) los roles son aprendiz, colega, colega experto y mentor y miembro de élite. Con esta propuesta, a los roles descritos antes se agregaría el de mentor o tutor y el de miembro de élite. Podemos decir que los colegas expertos asumen en parte tareas de mentoría. Puede observarse también, en la Tabla 3 que 6 de los doctores formados en este grupo son actualmente investigadores en otros centros. Entre los entrevistados, los doctores D1 y D3 han asumido todos los roles. Ambos pueden ser también reconocidos como miembros de élite y se encuentran actualmente colaborando desde la industria con el

grupo y red de investigadores.

En materia de colaboración, ser colegas toma diversas expresiones entre los integrantes de un grupo. Para la formación de nuevos integrantes de la red, D3 está siendo cotutor con su primero asesor, y ahora colega, de un nuevo estudiante doctoral del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

También como miembros de élite, D4 y D6 actualmente son miembros del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. La adopción de estos roles pueden dar cuenta de las formas en las que se transforman un aprendiz para convertirse colega y en miembro de élite de un grupo de investigación. El reconocimiento como miembro de élite se expresa en citas a sus trabajos y en certificación por el SNI, como lo expresa D6 en el siguiente fragmento de entrevista. *Tomando como base métricas estándares, como el número de citas de trabajos publicados, considero que es bastante buena. Además, de pertenecer al gremio del Sistema Nacional de Investigadores (D6)*

Los distintos roles aprendidos y a través de los cuales participan los integrantes de la red pueden también expresarse, con D6 en dos ámbitos: práctico-cognitivo y miembro de élite.

Carrasco, Kent y Méndez (2015), describen tres ámbitos en los que durante su formación los doctores aprenden roles técnicos disciplinarios, administrativos y académicos profesionales. Ver tabla 3 de esta tesis.

Respecto a roles académicos en el ámbito práctico-cognitivo, el asesor y líder académico del grupo estudiado afirmó en la entrevista:

Mi interés principal es lograr que mis estudiantes entren y sean aceptados en las conferencias internacionales en las que participo, incluso he invitado a uno de mis estudiantes a ser local chair de una conferencia internacional celebrada en México, esta experiencia vi que enriqueció mucho su labor como científico reconocido.

Analizando la respuesta anterior se concluye que el asesor, como líder del grupo, también está interesado en garantizar que en eventos disciplinares académicos los doctores tuvieran una participación protagónica. Su preocupación no es solo graduar doctores sino formar científicos reconocidos con una buena reputación dentro de la comunidad científica.

Los doctores en formación de este grupo estudiado participan como miembros activos de una comunidad disciplinar y al hacerlo aprenden, en el ejercicio de las tareas, roles distinto que los forman como científicos. El aprendizaje de estos roles no es el resultado de un programa formativo que sigue una secuencia de exigencias progresivas como entrenamiento técnico especializado. El aprendizaje de los roles científicos ocurre en el ejercicio mismo de realización de la investigación a través de la cual los aprendices de científico observan y son acompañados en las tareas dirigidas a mostrar a la comunidad disciplinaria internacional los aportes de un grupo de investigación.

5.2 Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica

Los textos publicados, es decir previamente validados, del campo de investigación son recursos fundamentales para el trabajo de escritura académica, que es una forma particular de retórica. Son insumos importantes que le ofrecen al aprendiz las bases para “hablar científicamente” (cfr. Carrasco & Kent, 2011). Esto justifica que los expertos les recomienden la lectura constantemente artículos científicos para que se apropien del lenguaje científico, comprendan su estructura y reconozcan a otros especialistas de su disciplina. Las tareas retóricas son necesarias para apropiarse del tema y situarlo en el marco de la discusión internacional (cfr. p. 59).

Con la finalidad de mostrar el mayor número de respuestas y observar de manera ordenada las opiniones de los diversos informantes se concentra la información obtenida en las entrevistas en tablas con el doble propósito de lograr ofrecer comparaciones entre los participantes de una red de investigación y de identificar las similitudes en los aprendizajes y participaciones reportadas. En la Tabla 8 se presenta información de ocho de los informantes sobre el uso de recursos tecnológicos en su quehacer científico.

Tabla 6 Resultados: Bases de datos, soportes de lectura y recursos tecnológicos empleados por electrónicos que trabajan en red.

Código	Bases de datos especializados	Soporte de lectura	Recursos tecnológicos
--------	-------------------------------	--------------------	-----------------------

Código	Bases de datos especializados	Soporte de lectura	Recursos tecnológicos
D1	La base por excelencia para la búsqueda de artículos es la IEEE Explorer y otra cuyo nombre exacto no recuerdo (algo como cityserse).	Circuit and systems, Transaction on VLSI systems, Electronic letters, Journal of electronic testing.	Los experimentos involucraron hardware y software. Por el lado del software se utilizó programas especializados de electrónica (Hspice, Cadence) por el hardware esto fue una estación de trabajo Sun con procesador Sparc y equipo de medición: osciloscopios, generadores de patrones, multímetros, fuentes, generadores de ondas.
D3	Bases de datos de revistas y conferencias especializadas de IEEE, así como también libros y tesis nacionales e internacionales .	Journal of Solid State Circuits, IEEE Transaction on Very Large Scale Integration Systems, IEEE Transaction on Computer Aided Design, IEEE Design & Test, IEEE Circuits and Devices, IEEE Circuits and Systems, IEEE.	Computadora. Software especializado para la simulación de circuitos integrados. Software para la generación de patrones geométricos para la construcción de circuitos a nivel transistor. Osciloscopio Generador de funciones.
D4	Scope, IEEE, Elsevier, Internet	Journal of Electronic Testing Theory and Applications (JETTA), Integration the VLSI Journal, VLSI Design.	Computadoras, software comercial y lenguajes de programación.
D6	Principalmente en la biblioteca del INAOE y electrónicamente por internet en el IEEE Xplore Digital Library.	De IEEE (Design and Test of Computers, Solid State Circuits, VLSI). De Elsevier (Microelectronics Journal, Microelectronics Reliability) De Springer (JETTA)	Computadoras personales, estaciones de trabajo y servidores Software especializado para el diseño y simulación proveídos por las compañías CADENCE, Mentor-Graphics and Synopsys Lenguajes de programación como C++ y Matlab.-

Código	Bases de datos especializados	Soporte de lectura	Recursos tecnológicos
D8	Especialmente en las bases de datos: IEEE, ACM digital library y Springer.	VLSI Design, Semiconductor Manufacturing, Defect and fault tolerance in VLSI Systems	Principalmente herramienta de diseño: HSPICE, MODELS IM, LEONARDO, FastScan, IC STUDIO, CALIBRE, C y un servidor con sistema operativo UNIX. Acceso a algunas revistas de investigación y tecnologías de fabricación estándar.
D9	Bases de datos de revistas, libros y publicaciones relacionados a: 1. Dispositivos semiconductores 2. Diseño de sistemas VLSI 3. Validación y pruebas a circuitos integrados 4. Ciencias de la computación	IEEE Design and Test. IEEE Circuits and Systems IEEE Computing in Science and Engineering	Computadoras y servidores con software CAD tales como HSPICE, Cadence, Mentor Graphics, PrimeTime. Todos los anteriormente mencionados son necesarios para el diseño y simulación de sistemas VLSI.

Código	Bases de datos especializados	Soporte de lectura	Recursos tecnológicos
D10	Base de datos científicas, que requieren suscripción como: IEEE Explorer. Elsevier – Science Direct.	IEEE Transactions on Nuclear Science. IEEE Transactions on Computer-aided-Design. IEEE Transactions on VLSI. IEEE Transactions on Electron Devices. IEEE Design and Test. IEEE Transactions on Reliability. Microelectronics Reliability. Microelectronics Journal.	Software orientado al diseño, análisis y simulación de circuitos. Software orientado al diseño, análisis y simulación de elementos finitos.

Al analizar la tabla anterior observamos que todos los informantes utilizaban bases de datos especializados en su disciplina, todos utilizaban insumos en un segundo idioma, la *lingua franca* de su disciplina, el idioma Inglés. El dominio técnico de L2 para los investigadores de la red resulta indispensable para la realización de su trabajo. Los soportes básicos de lectura son en inglés, tanto para acceder a grandes bases de datos como para especializarse en los aportes de la disciplina a través de lecturas encontradas generalmente en soportes de lectura electrónicos.

Entre las respuestas de los investigadores respecto de las bases de datos empleadas para investigar, uno de ellos refirió un género distinto del artículo científico: letter o carta. Letters que comunican un aporte a la comunidad científica. Resulta un recurso esencial para comunicar entre los científicos duros sus hallazgos y socializar un aporte que, aunque precisa un trabajo mayor para convertirse en artículos, delimita o marca un

territorio de reconocimiento a un grupo de investigación. Se trata de un género construido por los investigadores duros, letter, para formalizar que alguien ha llegado primero a un aporte disciplinar pero también para comunicar qué grupo de investigación, en qué laboratorio o institución está desarrollando una línea de investigación particular que puede ser de interés para otro grupo. Este singular recurso de comunicación es valorado como aporte por una red de editores científicos, los cuidadores de frontera que deciden que el aporte es tal para una comunidad disciplinar.

El recurso tecnológico para el desarrollo de sus investigaciones es fundamentalmente software. Destaca en sus respuestas el uso de software para diseño y simulación; se trata de software comercial y de software diseñado por ellos mismos. Resalta en sus respuestas el uso de lenguajes especializados para el tipo de tratamiento de los datos que precisan y algunas particularidades del equipo, hardware específicamente asociadas a las exigencias de su trabajo disciplinar. Asimismo nombran herramientas de laboratorio que precisan para la investigación y alimentan sus hallazgos y futuros productos escriturales.

Para la construcción y desarrollo de instrumental de trabajo, D8 reportó que emplean “revistas de investigación y tecnologías de fabricación estándar”.

Desde los lenguajes de programación hasta los simuladores. Señala explícitamente D10 sobre el software especializado:

Software orientado al diseño, análisis y simulación de circuitos.

Software orientado al diseño, análisis y simulación de elementos finitos.

Particularmente destaca el uso de estaciones de trabajo (hardware). Integran en su trabajo equipo de cómputo, estaciones de trabajo y software. Como lo expresa claramente D6 al preguntársele sobre los recursos tecnológicos empleados en la investigación:

*Computadoras personales, estaciones de trabajo y servidores
Software especializado para el diseño y simulación proveídos por
las (distintas) compañías.*

Existe una evolución en la utilización de recursos, ya que al volverse más especializados y sofisticados los temas de investigación, su instrumentación ha evolucionado del laboratorio y utilización de material físico como osciloscopios a utilización de simuladores a través de software.

Trabajar a través de simuladores a los que acceden los distintos integrantes de la red permite un trabajo colaborativo y verificable, sin que los miembros que intervienen en esa investigación se encuentren físicamente en el mismo laboratorio. Ello facilita la colaboración internacional entre investigadores que trabajan en distintas instituciones de distintos países.

5.3 Finalidad y usos de la escritura científica

Una de las finalidades de la escritura científica es la conversación entre especialistas. Para la producción de artículos o letters que reportan resultados o avances de investigación los científicos estudiados trabajan en colaboración. Construyen los textos a partir de la interacción sostenida en el trabajo con otros miembros de la red.

La producción científica publicada es un insumo fundamental para el trabajo de investigación. La exigencia de lectura de producciones académicas recientes vinculadas a su línea de investigación, permite al joven científico conocer los aportes disciplinarios y reconocer autores y grupos de investigación cuya reputación es reconocida por su comunidad científica disciplinar. Al leer los trabajos de otros el estudiante aprende sobre el contenido y la forma de los textos publicados. Posteriormente y conforme el estudiante tenga mayor dominio sobre su tema disciplinar, puede incluso comunicarse directamente con los autores.

El uso del correo electrónico y la comunicación digital sostenida ciertamente han cambiado las formas de interacción entre aprendices de científico e investigadores reconocidos. El correo electrónico, parte de la firma de un científico es un recurso central de interacción, que propicia que el doctorando establezca relaciones con especialistas de diferentes partes del mundo. Estos recursos de comunicación digital facilitan también que los jóvenes científicos en formación realicen con investigadores consolidados trabajos colaborativos haciendo experimentos o compartiendo información relevante. De modo que, además de estar a la

vanguardia en los avances de investigación de sus temas disciplinarios, la red digital ofrece oportunidades cotidianas de comunicación y trabajo de científicos que trabajan e redes colaborativas.

Tabla 7 Resultados: Escritura científica y publicaciones científicas.

Código	Elección en dónde publicar	Utilidad del aprendizaje de la escritura científica
D1		El aprendizaje de la escritura científica por su naturaleza metódica y documentada me permitió la generación de documentación de procesos, <i>best know methods</i> , y artículos en mi actual trabajo.
D3	Por el reconocimiento y divulgación internacional que se podría alcanzar al publicarlos en estos medios.	Es de gran utilidad ya que nos permite establecer de una manera formal y estructurada toda la información obtenida por medio del trabajo realizado. Impacta directamente a una formación organizada del pensamiento y en la forma de realizar tu trabajo no académico para poder reportar de una manera clara tus logros.
D4	Facilidad en el procesamiento de grandes cantidades de datos, se consideran herramientas estándar y aprobadas por la comunidad científica.	La escritura y publicación de resultados expuestos en revistas expone al autor a la crítica de expertos en el área donde se estén publicando Los resultados, este proceso permite a los autores desarrollar un nivel de autocrítica objetivo.

Código	Elección en dónde publicar	Utilidad del aprendizaje de la escritura científica
D6	Porque son medios especializados en el área de investigación con prestigio reconocido y que además tienen un gran impacto en la Sociedad académica e industrial.	Podría decirse que en cualquier trabajo es importante ser claro, preciso, metódico, sistemático, estructurado, hasta la presentación de resultados; entonces, la respuesta sería en el sentido de una formación integral para el desarrollo de cualquier trabajo profesional
D8	Las revistas fueron escogidas con base al tema y que la revista tuviera un alcance de divulgación de nuestro trabajo.	Se puede aplicar en la industria

Código	Elección en dónde publicar	Utilidad del aprendizaje de la escritura científica
D9	Nosotros publicamos nuestros hallazgos en revistas como IEEE Design and Test, Journal of electronic tesing de Springer y dimos a conocer nuestros resultados en conferencias internacionales como: VTS2011, LATW2014, ITC2014. Lo anterior fue así ya que estas revistas y conferencias son leídas y atendidas por la comunidad científica especializada en los tópicos a los cuales incursionamos	La escritura científica aprendida en maestría y doctorado sirve para dar a conocer resultados derivados de experimentos, pruebas y hallazgos de manera clara y concisa. Por mencionar un ejemplo, actualmente laboro en una empresa tecnológica de sector privado, la escritura científica que aprendí y desarrollé en el doctorado me ha servido como medio para mostrar y dar a conocer los principales resultados de los diseños y pruebas que desarrollamos periódicamente de manera efectiva al personal de la empresa.
D10	Por el factor de impacto de cada revista. Congresos y conferencias más importantes del área de Investigación.	En el sentido de saber expresar tus ideas en un lenguaje simple que pueda ser entendido de manera fácil por las demás personas, expertas o no expertas en mi área de trabajo

Los doctores entrevistados le otorgan “gran utilidad” a los procesos de literacidad científica, ya que describen atributos tales como “de naturaleza metódica y documentada” que sirve para “establecer de una manera formal y estructurada, clara y concisa toda la información”, les sirve para “desarrollar un nivel de autocrítica objetivo” y a ser “preciso y

sistemático”.

Esto los lleva a buscar publicar con mayor seguridad en revistas internacionales con un factor de impacto mediano y alto dentro de su comunidad disciplinar. Los entrevistados además con esta metodología aprendida y con la formación en la ciencia y como científicos participan en Conferencias, definidas por ellos mismos como las más importantes en su área de investigación.

Para integrar los aportes de los miembros de la red a un trabajo de investigación con rasgos disciplinares particulares.

Los electrónicos, como todos los científicos desarrollan nuevos conocimientos pero de forma paralela también desarrollan nuevas metodologías y realizan desarrollos tecnológicos.

Estas características del trabajo disciplinar de este grupo de electrónicos alimenta el trabajo de investigación del que participan ocho integrantes, dos de los cuales son además reconocidos por SNI.

Su vínculo con la industria alimenta el desarrollo tecnológico que alimenta también el trabajo de investigación del grupo.

Estos investigadores conocen de su reputación como grupo disciplinar y se saben atendidos y leídos por su grupo de iguales, pertenecientes a otros grupos distintos en otros países.

La divulgación y reconocimiento de sus hallazgos de investigación, no podrían ser leídos, referenciados o citados, si estos no se publican bajo los rígidos estándares de los editores, en este caso, vistos como cuidadores de frontera de su disciplina.

5.3.1 Aprendizajes y potencialidades de la escritura académica.

-Como género estructural

D1.- *“la escritura científica por su naturaleza metódica y documentada”*

D3.- *“que nos permite establecer de una manera formal y estructurada toda la información obtenida por medio del trabajo realizado”*

Como recurso metacognitivo; la escritura es también un recurso para organizar el trabajo académico ya que impacta directamente a una formación organizada del pensamiento y en la forma de realizar el trabajo no académico para poder reportar de una manera clara los logros.

Como recurso de conversación disciplinar

D1. *“Me permitió la generación de documentación de procesos, best know methods, y artículos”.*

D4. *“Expone al autor a la crítica de expertos en el área (lo que) permite a los autores desarrollar un nivel de autocrítica objetivo”*

Como recurso de comunicación profesional

La escritura científica aprendida en maestría y doctorado sirve para dar a conocer resultados derivados de experimentos, pruebas y

hallazgos de manera clara y concisa. Por mencionar un ejemplo, actualmente laboro en una empresa tecnológica de sector privado, la escritura científica que aprendí y desarrollé en el doctorado me ha servido como medio para mostrar y dar a conocer los principales resultados de los diseños y pruebas que desarrollamos periódicamente de manera efectiva al personal de la empresa. (D9)

5.3.2 Elección de los medios de comunicación de hallazgos.

D9.- Las revistas internacionales reconocidas por la comunidad disciplinar de electrónicos aplicados son, fundamentalmente: IEEE Design and Test, Journal of electronic testing de Springer.-

Los eventos académicos a los que reportan asistir para comunicar sus hallazgos son: conferencias internacionales como: VTS, (Simposio de Pruebas en Integración a gran escala, es un Congreso anual que explora las nuevas tendencias y nuevos conceptos en las pruebas, depuración y reparación de circuitos y sistemas microelectrónicos, ésta se celebra en California, Estados Unidos, con una asistencia promedio de 80 investigadores de diferentes países especializados en pruebas en microcircuitos electrónicos) LATW (Es un Congreso anual latinoamericano de Ensayo. Este es un foro reconocido por profesionales de la prueba y la tolerancia a fallos y tecnólogos de todo el mundo, especialmente de América Latina, para presentar y discutir varios aspectos del sistema, tablero, y pruebas de componentes y tolerancia a fallos con las consideraciones de diseño, de fabricación y de campo, Los trabajos ahí presentados son publicados por las editoriales más prestigiadas en el área de la electrónica a nivel mundial. Este congreso cambia de sede cada año, en distintas ciudades de América Latina) ITC2.(Es una conferencia de Transporte Inteligente, esta conferencia reúne a investigadores, ingenieros, profesionales, gerentes y responsables de las políticas de la academia, la industria y el gobierno para compartir y discutir lo último en su investigación

y desarrollo resultados las estrategias de aplicación, cambia de sede anualmente en diferentes países, acuden alrededor de 120 participantes).

5.3.3 Las revistas como medio reconocido

D3.- Por el reconocimiento y divulgación internacional que se podría alcanzar al publicarlos en estos medios. D6.- Porque son medios especializados en el área de investigación con prestigio reconocido. D8.- Que la revista tuviera un alcance de divulgación de nuestro trabajo. D9.- (Porque) estas revistas y conferencias son leídas y atendidas por la comunidad científica especializada en los tópicos a los cuales incursionamos. D10.- Por el factor de impacto de cada revista. Congresos y conferencias más importantes del área de investigación. -Las revistas por los destinatarios o lectores

D6.- (Porque) tienen un gran impacto en la sociedad académica e industrial.

D8.- Se puede aplicar en la industria.

D10.- En el sentido de saber expresar tus ideas en un lenguaje simple que pueda ser entendido de manera fácil por las demás personas, expertas o no expertas en mi área de trabajo.

5.3.4 Revistas de especialización temática

D8.- *“Las revistas fueron escogidas con base al tema. El tema de este grupo de investigación es diseño de circuitos”*

D4.- *“Facilidad en el procesamiento de grandes cantidades de*

datos, se consideran herramientas estándar y aprobadas por la comunidad científica”

D6.- “Porque son medios especializados en el área de investigación con prestigio reconocido”

Tal y como se ha analizado, la escritura científica es un elemento de aprendizaje utilizado ampliamente por el grupo de investigación estudiado.

Las potencialidades de la escritura científica son expresadas como género estructural, como recurso metacognitivo y como recurso de conversación disciplinar y profesional.

Este grupo lleva sus hallazgos, convertidos en artículos y ponencias a revistas y conferencias internacionales prestigiadas, elegidas como un medio de reconocimiento disciplinar, tal y como ha quedado evidenciado en este apartado del capítulo de resultados.

5.4 Enculturación, colaboración y retos en el proceso de comunicación

Durante este proceso los doctores sufren una “transición” de estudiante o aprendiz a una identidad como científico o colega (Campbell, 2003), esto significa que adquiere los enfoques y las formas de vislumbrar el mundo del grupo al que pertenecen y también a través de la continua interacción con el investigador o los investigadores del grupo del que forman parte. De esta manera se hacen miembros de la comunidad científica de la disciplina a la que pertenecen; adicionalmente logran una formación intersubjetiva, ya que aprenden en un entorno de trabajo de otros científicos que colaboran como comunidad para el desarrollo de sus

trabajos

Como menciona Campbell (2003) “sin embargo, los científicos no operan aislados unos de otros o de los miembros de otros grupos. Interactúan con representantes de los organismos de financiación, fabricantes de equipos y grupos de interés público por lo que [...] un importante componente es lograr objetivos científicos”. Lo anterior nos explica que la colaboración y la participación no solo son locales sino que además puede ser internacional ya que los diferentes actores implicados en la organización de la ciencia intervienen armónicamente para el desarrollo de la ciencia y de la investigación.

Tabla 10 Resultados

Código	Colaboración	Incertidumbre	Valoración disciplinaria (enculturación)
D1	Las revisiones continuas en los avances de mi investigación han permitido que otros expertos revisen mi trabajo y sean capaces de descubrir algún caso faltante o bien sugerir alguna otra herramienta de procesamiento lo cual me ha permitido entregar mejores resultados	En alguna ocasión al revisar un conjunto de resultados, se encontró inesperadamente que no coincidían con lo esperado, lo cual no se publicó si no que se requirió hacer más investigación hasta encontrar la causa del error y corregirlo, después de ello fue posible publicar resultados coherentes.	Mi área de especialización (electrónica) y mi disciplina (testing) es actualmente un punto caliente en el desarrollo de tecnología (circuitos integrados) y se requieren de soluciones novedosas para poder continuar con la tendencia tecnológica actual, por lo que es bien apreciada por la comunidad internacional.

Código	Colaboración	Incertidumbre	Valoración disciplinaria (enculturación)
D3	El poder trabajar y discutir temas de investigación afines con investigadores de otros países me hizo madurar y entender cómo se Realiza investigación científica en otros países y que no hay limitaciones culturales y/o económicas para lograr tus objetivos.	No hubo dilema, simplemente los resultados se muestran sean positivos o negativos pero siempre con la debida justificación formal y el correspondiente respaldo bibliográfico	La comunidad internacional valora en gran medida las aportaciones de mejoras y de nuevas metodologías para resolver los problemas tecnológicos actuales. Además de que mi trabajo haya servido como parte de enlace para otros trabajos de investigación.
D4	Después de exponer avances de tesis realizamos una reunión entre Compañeros y expusieron sus puntos de vista respecto al trabajo presentado y como lo habían percibido, la honestidad ayuda a ver las cosas desde otro punto de vista. Este tipo de crítica definió como darle un enfoque diferente y atacar el problema desde otra perspectiva.	Al momento de obtener resultados no esperados, debido a un mal cálculo o por no considerar ciertos factores se descartan los resultados y se repiten los experimentos o simulaciones. Si por el contrario se presentan resultados que superan las expectativas se repiten	La aceptación o rechazo de publicaciones nacionales o internacionales en revistas o congresos coadyuva a continuar o redimir la investigación.

Código	Colaboración	Incertidumbre	Valoración disciplinaria (enculturación)
D6	<p>Para el desarrollo de mi trabajo doctoral hubieron dos contribuciones importantes de colegas que ayudaron en diversas maneras a mejorar significativamente mi trabajo.</p> <p>1) asesoramiento en el uso del lenguaje de programación C++ con el cual desarrolle una herramienta de simulación y 2) asesoramiento en el entendimiento y aplicación de métodos matemáticos estadísticos para procesos estocásticos.</p>	<p>Cuando esto ocurre es porque el trabajo aún no está concluido o bien puede ser un resultado positivo pero no esperado, sin embargo no fue el caso.</p>	<p>Tomando como base métricas estándares, como el número de citas de trabajos publicados, considero que es bastante buena. Además, de pertenecer al gremio del Sistema Nacional de Investigadores.</p>
D8	<p>Mi trabajo mejoro cuando exponía mis avances de tesis a mi asesor y compañeros de doctorado, ya que tenía diferentes puntos de vista para mejorar el trabajo.</p>	<p>Los resultados no esperados se discutían en equipo para dar una respuesta del comportamiento y después de comprobarlo con simulaciones se publicaron.</p>	<p>Creo que mi trabajo es bueno y hubiera sido mejor si se hubiera contado con nuevas tecnologías de fabricación.</p>

Código	Colaboración	Incertidumbre	Valoración disciplinaria (enculturación)
D9	<p>Hubo varias experiencias mientras estuve como estudiante doctoral. Dichas experiencias fueron fomentadas por el Dr. Víctor Champac ya que el realizaba continuamente reuniones entre sus estudiantes. En estas reuniones hablamos de los principales hallazgos encontrados así como de maneras óptimas para implementar soluciones a los retos que se presentaban en nuestros estudios. A parte de lo anterior, también se tenía el objetivo de mejorar nuestras habilidades como presentadores de trabajos de investigación científica.</p>	<p>A medida que se avanzaba lo largo de los estudios doctorales a veces se encontraban resultados no tan favorables. Cuando esto ocurría, se modificaban las propuestas para llegar a encontrar resultados más satisfactorios. Como ejemplo, recuerdo que en nuestras primeras propuestas, si bien realizaban su tarea adecuadamente (monitoreo de envejecimiento en sistemas VLSI), estas imponían un consumo de potencia considerable. Debido a lo anterior, se optó por reducir este inconveniente modificando nuestras propuestas a nivel hardware. Nunca tuvimos dilemas extra académicos para no realizar adecuadamente los estudios. Siempre comunicamos todos los resultados encontrados.</p>	<p>En el tiempo en el que estuve como estudiante doctoral se realizaban búsquedas continuas del estado del arte en mi disciplina. Con base en esto, los resultados y hallazgos de nuestras implementaciones sirvieron para mejorar problemas de detección de envejecimiento y fiabilidad en tecnologías actuales. Los resultados de estas propuestas se dieron a conocer en conferencias internacionales tales como LATW 2014 e ITC2014.</p>

Código	Colaboración	Incertidumbre	Valoración disciplinaria (enculturación)
D10	Hay muchas. Desde reuniones casuales que se convertían en debates en los diferentes cubículos de los miembros del grupo de investigación, reuniones de tres o cuatro miembros del grupo de investigación con nuestro asesor, el Dr. Víctor Champac, cada vez que algún miembro del grupo debía hacer una presentación para una conferencia o defensa de tesis, se tenía que hacer una presentación a todo el grupo de trabajo primero, para mejorar la presentación final con la retroalimentación respectiva.	Todo resultado era bueno. El principal problema era la manera de expresar ese resultado. Si no se empleaba un lenguaje adecuado para explicar de manera sencilla un resultado nuevo, no reportado o no esperado, se podía malinterpretar y dar una valoración negativa al trabajo de investigación.	Considero que nuestro trabajo de investigación ha recibido una valoración positiva de parte de la comunidad internacional y se ha visto reflejado en la aceptación de nuestros artículos científicos en diferentes revistas internacionales de un alto factor de impacto y en diferentes conferencias internacionales de prestigio.

Si bien los doctores entrevistados no estuvieron exentos de incertidumbre en el momento de comunicar sus hallazgos, algo que resulta evidente es la honestidad de su trabajo, ya nunca refirieron desechar o modificar las investigaciones, mostrando su compromiso con su grupo de

trabajo que se ha ido posicionando en su disciplina y con la ciencia misma con la búsqueda de la verdad como finalidad última.

Los retos a los que se enfrentan los miembros de este grupo de investigación, se encuentran en los momentos de revisión y análisis. Si es que no existen resultados a revisión o bien estos son congruentes con las hipótesis plantadas, se pasan al momento de publicación. Y es a través de un lenguaje elaborados y especializado como se expresan estos resultados, dándolos a conocer a la comunidad disciplinar.

Pero si bien los resultados no son los esperados, estos se someten a un riguroso análisis de los factores que influyeron en la obtención de resultados no esperados y cuando este proceso lleva a ubicar errores en el proceso, éste se reinicia hasta que se pueda reportar lo buscado y planteado en las hipótesis planteadas.

Para integrar los aportes de los miembros de la red a un trabajo de investigación con rasgos disciplinares particulares, estos electrónicos, como todos los científicos desarrollan nuevos conocimientos pero de forma paralela también desarrollan nuevas metodologías y realizan desarrollos tecnológicos.

Estas características del trabajo disciplinar de este grupo de electrónicos alimenta el trabajo de investigación del que participan doce integrantes (incluyendo al asesor y a un nuevo estudiante doctoral) , de los cuales dos son además reconocidos por SNI.

En este caso en particular, su vínculo con la industria alimenta el desarrollo tecnológico que alimenta también el trabajo de investigación del grupo.

La colaboración es evidente en este grupo, es su fuerza y resulta cohesiva para la permanencia de los miembros a pesar de ya no ser estudiantes, ni de percibir una remuneración económica por ella, aquí el desinterés, términos merthonianos queda evidenciado. También ha sido una fuerza centrípeta que supera las fronteras de tiempo y el espacio, ya que su ubicación física real es en diversas instituciones, diversos Estados de la República Mexicana, diversos países y con los miembros de toda la red, en diversos continentes. Acercados por la colaboración y la práctica de la misma en esta red invisible que sostiene y mantienen la producción de recursos humanos de alta especialización, tan necesarios para nuestro país y la ciencia vista como institución.

Para este grupo colaborar es sinónimo de madurez, de mejora significativa, de potencializar de habilidades, generadora de una visión crítica del trabajo grupal y finalmente es una fuente de inspiración que los lleva a superar las limitaciones culturales y económicas de los miembros integrantes de esta red de colaboración científica.

CAPÍTULO VI Conclusiones

En éste capítulo se retoman los hallazgos sobresalientes descritos en el capítulo anterior para formular algunas reflexiones que permitan construir algunas respuestas a las cinco preguntas planteadas en el capítulo del planteamiento del problema.

Para lograr lo anterior es necesario hacer explícitos los ejes de las preguntas

Actores, miembros y roles científicos asumidos

Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica

Finalidad y usos de la escritura científica

Enculturación, colaboración e incertidumbre en el proceso de comunicación

A continuación se presentan argumentos en torno a las cinco preguntas que dan origen a esta tesis.

¿El grupo disciplinario de investigación cambia o se reconforma en función de las exigencias permanentes de renovación de los objetos de conocimiento disciplinar?

El grupo estudiado como comunidad de práctica y parte de una red internacional de investigación se ha transformado desde hace quince años, debido a los cambios en la disciplina, es decir la electrónica exige cambios en los temas las LAGC para seguir a la vanguardia en la investigación de su área en particular, diseño de circuitos integrados. Pero también al interior de las prácticas académicas este grupo muestra

claramente su evolución en la administración del conocimiento. Volviéndose más productivo, más colaborativo con el paso del tiempo.

Son las políticas nacionales y las exigencias disciplinarias las que definen la organización del trabajo de un doctorado. En los centros de investigación del CONACyT, 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, 2015).

¿El trabajo de colaboración científica exige la conformación de grupos de investigación disciplinar más allá de los límites institucionales?

La formación de redes que soporten el desarrollo de la ciencia disciplinaria y la formación de científicos, son imprescindibles. Como la misma ciencia desde una perspectiva institucional que traspasa los límites organizacionales, territoriales, espaciales y del transcurso del tiempo. 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.” (Kent, 2010)

¿Es la comunicación científica como exigencia de aporte al nuevo conocimiento un detonador para realizar trabajo en red?

Indiscutiblemente los procesos de literacidad aportan elementos de trabajo colaborativo y de intercambio desde la autoridad generada por la reputación adquirida en la publicación de artículos científicos en revistas con un alto impacto de citación internacional.

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)

“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, 2014)

¿El liderazgo de investigación se construye y se reconoce institucional o disciplinariamente?

Disciplinariamente es dónde se construye el reconocimiento y reputación de un científico. Es muy interesante retomar que en las evaluaciones a las que se somete el asesor de este grupo de investigación, sus puntuaciones son mayores en los comités científicos nacionales que los obtenidos en las mediciones científicas nacionales, tales como el SNI.

¿El liderazgo se modifica según la tarea de investigación o los modos de participación en un proyecto?

A mayor número de participantes, el trabajo colaborativo crece en complejidad, en número de colaboraciones y de tareas. Existen otras variables como el grado de compromiso y las metas personales de cada miembro, como podemos observar a lo largo de los años, el grupo se acerca más a algunos países para su producción científica y se modifica en cantidad los productos escriturales en determinado periodo.

¿Cuál es la finalidad que le atribuyen los miembros del grupo estudiado a la escritura científica en virtud de su inserción laboral actual?

Para los miembros de este grupo la práctica de la escritura científica, que reconocen es en colaboración, pero que los forma para ser más metódicos, expresar sus ideas de forma clara y concisa, que les garantiza no solo reputación y prestigio disciplinar, sino que los posiciona en mejores lugares laborales, en comparación con otros estudiantes doctorales, que provienen de otras instituciones de nivel superior, que no elaboraron sus tesis, artículos científicos en inglés por ellos mismos y que por las prácticas académicas de su institución de origen, utilizaron traductores ajenos a su disciplina.

¿El proceso de aprendizaje de las prácticas de literacidad científica sirve para mostrar los roles que los miembros del grupo estudiado han adquirido al interior de una red de investigación internacional a la que pertenecen?

Las exigencias disciplinarias para la producción científica se aprenden en la práctica asumiendo distintos roles. Las exigencias de convertirse en autor de una comunidad internacional llevan a dominar al menos el inglés. Es grande el reto de realizar escritura disciplinaria en inglés pero parece ser que a los aprendices de investigación les resulta necesario y natural, no parecerse para ellos una exigencia extraordinaria. Ser autor, revisor y crítico de los trabajos de otros parecen ser tres roles internos de la producción científica. Por internos entendemos a los trabajos desarrollado en un grupo, o en una red como la estudiada. Hay

otros roles que resultan externos al grupo y que se expresan en reconocimientos como la pertenencia al SIN que legitima una reputación que, si se trabaja en una red es de hecho un reconocimiento a un grupo. Pero también existen en los roles científicos demandados reconocimientos externos como la participación editorial en diversas tareas.

¿Qué explica la duración y el éxito científico perdurable de esta red?

El compromiso, la colaboración y el reconocimiento de sus miembros, se vuelven elementos cohesivos que permiten el crecimiento en número de miembros y de reputación que con el paso del tiempo se expande y muestra tendencia a la permanencia dentro de la disciplina y de la ciencia.

Conceptualmente valdría la pena preguntar si la categoría de institución (con su carga de estabilidad, reproducción y homeostasis) debe ser complementada por la de redes para dar cuenta de este mundo líquido, como lo hace Carolyn Wagner (2008) en su interesante estudio sobre los nuevos “colegios invisibles”, las redes científicas emergentes en el mundo.

Puesto que un aspecto singular del grupo estudiado es su larga duración Es necesario considerar tanto las variables que inciden sobre su carácter dinámico cambiante como las que le han dado estabilidad a lo largo del tiempo.

Este estudio nos permite poner de manifiesto el tipo de roles que dentro de una comunidad de práctica, van asumiendo sus participantes,

desde su llegada como jóvenes aprendices; su desarrollo y cómo se van convirtiendo en expertos en alguna temática, que en conjunto desarrollan en la constante interacción con otros científicos consolidados, en distintos países y cómo construyen junto a sus colegas un conocimiento nuevo y lo plasman en distintos tipos de publicaciones. Estos actores dinámicos, llegan a consolidarse en el mundo laboral, académico y como futuros formadores de nuevos núcleos que seguirán alimentando esta red, que desafía los límites del tiempo y el espacio.

Al convertirse en doctores los integrantes de esta red no abandonan el mundo académico a pesar de estar inmersos en un mundo laboral, la red para investigar funciona como una fuerza centrípeta que los impulsa a encontrar y desafiar las fronteras de su disciplina.

Finalmente los hallazgos de esta investigación aportan un modelo de aprendizaje colaborativo que supera los estándares nacionales de su disciplina en relación de la producción científica y número de doctores graduados. Este modelo servirá para impulsar los niveles de literalidad en el sector de Ciencia y Tecnología en nuestro país. El reto será aplicarlo en diversas disciplinas y organizaciones universitarias.

Bibliografía

Barton, D. y M. Hamilton (2004) La literacidad entendida como práctica social. En: Zavala, V. et al. *Escritura y sociedad. Nuevas perspectivas teóricas y etnográficas*. Lima Perú: Red para el desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú, pp. 109-139

Becher, T. y Trowler, P. (2001). *Tribus y territorios académicos. La Indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Barcelona: Gedisa.

Benítez Figari, Ricardo. (2000). La situación retórica: Su importancia en el aprendizaje y en la enseñanza de la producción escrita. *Revista Signos*, 33(48), 49-67. Recuperado en 08 de junio de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-09342000004800005&lng=es&tlng=es.10.4067/S0718-09342000004800005.

Bloomer Martin y Phil Hodgkinson (2000). Learning Careers: continuity and change in young people's dispositions to learning. *British Educational Research Journal*, Vol. 26, No. 5.

Buckingham, L. (2008). Development of English Academic Writing Competence by Turkish Scholars. *International Journal of Doctoral Studies*. Vol. 3, 1-18.

Campbell, R. A. (2003). Preparing the next generation of scientists

the social process of managing students. *Social Studies of Science*, 33(6), 897-927.

Carrasco, A. y Kent, R. (2011). Leer y escribir en el doctorado o el reto de formarse como autor de ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2011, vol. 16, núm. 50, pp. 679-686

Carrasco, A., Kent, R y Méndez, F. (2015). Writing and Reading as Role Enactment in the PhD: Oceanography and Physiology Students in Mexico. En prensa.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2014). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación*. México

Cumming, J. (2008). Acknowledging conflict in communities of practice: A case study from doctoral education. HERDSA 2008 'Engaging communities' Conference Proceedings, 1-4 July 2008, Rotorua, New Zealand. (Retrieved 16 January 2009)

Delamont, S., Atkinson, P. & Parry, O. (2004). *Supervising the PhD. A Guide to Success*. 2^a ed. Berkshire, UK / New York: Society for the Study of Higher Education / Open University Press.

Kent, R., Carrasco, A., Morales, G., y Ponce R. (2015). *Caracterización del Doctorado Científico en Puebla: la BUAP y el INAOE*. Proyecto de investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Kent, R. (2015). *Introducción al nuevo institucionalismo [NI], también llamado sociología institucionalista*. Una selección comentada de textos. Facultad de Administración, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Kent, R. (2010). *La expansión, diferenciación e institucionalización del sistema de ciencia y tecnología en México: una interpretación neo-institucionalista*. Notas de seminario del CA 249. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Kent, Rollin (2012) “El Sistema de Ciencia y Tecnología en México y el Doctorado Científico”, *Ponencia presentada en el II Encuentro de Estudiantes de Posgrado en Educación Superior BUAP*, México, 16 de noviembre 2012.

Kent, R. (2013). Claves sociológicas para analizar la ciencia como sistema social. *Documento de Trabajo, Cuerpo Académico La investigación científica, el desarrollo tecnológico y la vinculación social, BUAP*.

Janson, A., Howard, L., & Schoenberger-Orgad, M. (2004). The Odyssey Of Ph.D. Students Becoming A Community Of Practice. *Business Communication Quarterly*, 67(2), 168-181.

Laudel, G.y Gläser, J. (2008). From apprentice to colleague: The

metamorphosis of early career researchers, *Higher Education*, 55, pp. 387-406

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press

López-Bonilla, G., & Englander, K. (2011). Discourses and identities in contexts of educational change. *New York: Peter Lang*.

Maher, D., L. Seaton, C. McMullen, T. Fitzgerald, E. Otsuji, A. Lee (2008). Becoming and being writers': the experiences of doctoral students in writing groups, *Studies in Continuing Education*, Vol 30, No. 3, November 2008, pp. 263-275

Mahoney, James, and Kathleen Thelen, Eds. (2010). *Explaining institutional change. Ambiguity, agency and power*. Cambridge University Press.

Mata, S. Jaqueline (2013). *Producción académica y construcción de autonomía: Estudio comparativo de dos doctorados científicos*. Tesis de grado. BUAP. México.

Pfeffer, Jeffrey and Gerald Salancik (2003). *The external control of organizations. A resource dependence perspective*, Stanford University

Press.

Prior, P. (1998). *Writing/Disciplinarity. A sociohistoric account of literate activity in the academy*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum.

Shacham, M., & Od-Cohen, Y. (2009). Rethinking PhD learning incorporating communities of practice. *Innovations In Education & Teaching International*, 46(3), 279-292.

Wagner, Carolyn S. (2008). *The new invisible college: science for development*, Washington, D.C.: The Brookings Institution.

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.

ANEXO 1

INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ELECTRÓNICA

1. Contar con un asesor de tesis especialista en el tema de investigación a desarrollar, que sugiera los cursos que deberá probar de los programas de Maestría y Doctorado en Electrónica, antes de iniciar su proyecto de tesis.

2. Cubrir un mínimo de 32 créditos (4 cursos optativos de Doctorado en Electrónica), con calificación mínima de 8.5.

3. La aprobación del examen general y predoctoral.

4. El desarrollo de un proyecto de investigación (tesis) de carácter innovador e independiente.

5. La presentación y aprobación del proyecto de tesis doctoral ante un jurado experto en el tema de investigación, previamente autorizado por la Academia de Electrónica.

6. Tener publicados o aceptados al menos dos artículos científicos derivados del trabajo de Tesis Doctoral, en revistas o congresos de prestigio con arbitraje.

7. Demostrar competencia en el idioma inglés (550 puntos en el TOEFL o equivalente)

Cursos Optativos

4 Cursos como mínimo (8 créditos c/u)

Arquitectura de convertidores A/D y D/A

Ayudantía

CAD
Comunicación digital
Comunicaciones en VLSI
Control asistido por computadora
Crioenergía
Diseño de circuitos integrados analógicos I
Diseño de circuitos integrados analógicos II
Diseño de circuitos integrados analógicos avanzados
Diseño de sistemas analógicos digitales
Diseño de sistemas digitales con microprocesadores
Diseño y pruebas de circuitos integrados VLSI
Diseño y pruebas de circuitos VLSI digitales
Dispositivos de microondas
Dsp algoritmos y aplicaciones
Física criogénica
Física de dispositivos optoelectrónicos
Física de plasmas
Física y modelado del transistor MOS
Grafos y matroides
Introducción a las comunicaciones
Métodos de homotopía
Modelado de dispositivos semiconductores y circuitos integrados
Plasma de sólidos y sensores
Procesamiento analógico de señales
Propiedades ópticas de semiconductores
Pruebas y diagnóstico de circuitos integrados

Sensores de estado sólido
Silicio amorfo y dispositivos
Sistemas digitales VLSI
Técnicas de pruebas de circuitos integrados VLSI
Tecnología y laboratorio de dispositivos e implementación iónica
Seminarios de investigación
Tópicos especiales

ANEXO 2.

GUÍA DE ENTREVISTA

Proceso formativo	Pregunta
Actores, miembros y roles científicos asumidos	1.- Durante tu formación doctoral, señala quiénes intervinieron para convertirte en autor en artículos científicos. 2.- ¿Te desempeñaste como revisor o colaborador de otros trabajos doctorales?
Tecnologías como recursos y soportes de lectura y escritura científica	3.- ¿En qué tipo de bases de datos especializados en electrónica buscabas los artículos que sustentaban teóricamente tus publicaciones? 4.- Menciona algunas revistas científicas que utilizabas como soporte de lectura, durante tu formación doctoral. 5.- ¿Qué recursos tecnológicos utilizabas en los experimentos que realizabas?
Finalidad y usos de la escritura científica	6.- ¿Por qué eligieron los soportes elegidos para publicar tus hallazgos científicos? 7.- ¿En qué sentido el aprendizaje de escritura científica en el doctorado resulta útil para el trabajo profesional desarrollado en otros campos no académicos?

<p>Encultura ción, colaboración e incertidumbre en el proceso de comunicación</p>	<p>8.- Comparte una experiencia de intercambio o retroalimentación de los integrantes de tu grupo de investigación que a tu juicio “definió” o “mejoró significativamente” tu trabajo.</p> <p>9.- ¿Qué dilemas enfrentaron para incorporar o no comunicar resultados no esperados?</p> <p>10.- ¿Qué valoración consideras que hace a tu trabajo la comunidad internacional de tu disciplina y área de especialización?</p>
---	--