



HAL
open science

Gestión de conocimiento inter-organizacional: el caso de las nanotecnologías

Constanza Pérez Martelo

► To cite this version:

Constanza Pérez Martelo. Gestión de conocimiento inter-organizacional: el caso de las nanotecnologías. Sociology. Université de Grenoble; Universidad de los Andes (Bogotá), 2013. Español. NNT : 2013GRENH025 . tel-01070225

HAL Id: tel-01070225

<https://theses.hal.science/tel-01070225>

Submitted on 30 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Tesis en COTUTELA entre - la *Universidad de Grenoble*, Francia y la *Universidad de los Andes*, Colombia

Para obtener el grado de

DOCTOR

Especialidad: **Sociología industrial** (Universidad de Grenoble)

Ingeniería (Universidad de los Andes)

Orden ministerial: 7 de agosto de 2006

Presentada por

Constanza PÉREZ MARTELO

Tesis dirigida por **Dominique VINCK** y por **Roberto ZARAMA**

Preparada en la Universidad de Grenoble en el seno del Laboratorio **PACTE** en la Escuela Doctoral de Ciencias Humanas, de Política y de Territorio

y

en la Universidad de los Andes en el seno del **Grupo de Investigación TESO** dentro del Programa de Doctorado en Ingeniería

Gestión de conocimiento inter-organizacional: El caso de las nanotecnologías

Tesis sustentada públicamente el **20 de diciembre 2013**

Frente al jurado compuesto por:

Prof. Dr. Camilo OLAYA

Profesor de la Universidad de los Andes, Colombia, Presidente del Jurado

Dr. Rigas ARVANITIS

Director de Investigación, IRD, Paris, Francia, lector

Prof. Dra. Rebeca de GORTARI RABIELA

Profesora de la UNAM, Mexico, lectora

Dr. Jean-Baptiste MEYER

Director de Investigación, IRD, Montpellier, Francia, Miembro

Prof. Dr. Alfonso REYES

Rector de la Universidad de Ibagué, Colombia, Miembro

Prof. Dr. Dominique VINCK

Profesor de la Universidad de Lausanne, Suiza, Director de Tesis

Prof. Dr. Roberto ZARAMA

Profesor de la Universidad de los Andes, Colombia, Director de Tesis



RESUMEN

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, citado en Gherardi, 2006: 1)

Esta tesis trata sobre procesos de gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales y las prácticas asociadas. Con un enfoque de artesanía intelectual, tomamos como estudio de caso el campo de las Nanociencias y Nanotecnologías (NCT), caracterizado por la participación de diversidad de organizaciones y áreas de conocimiento. Estudiando tres contextos, una red de grupos de investigación en Colombia, un proyecto europeo de colaboración y un laboratorio de materiales en un polo de micro y nanotecnologías en Grenoble (Francia), desde una perspectiva de conocimiento como práctica, presentamos cuatro aportes teóricos: 1) Relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales, 2) Proximidad como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas, 3) Temporalidad y puntos de anclaje de las relaciones inter-organizacionales, y 4) La mediación de los colectivos sociotécnicos.

Por otra parte, planteamos una contribución para abordar la práctica como espacio de gestión, lo cual permite dar cuenta de las diferencias en las temporalidades y evaluar las mediaciones efectivas de las herramientas dispuestas para el soporte de los procesos de gestión de conocimiento.

Palabras claves: gestión de conocimiento inter-organizacional, gestión en las zonas fronterizas, conocimiento como práctica, mediación sociomaterial, temporalidad, políticas de ciencia, tecnología e innovación, nanotecnologías.

ABSTRACT

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, quoted by Gherardi, 2006: 1)

The thesis deals with knowledge management processes and associated practices in interorganizational contexts. With an insight of intellectual craftsmanship, we focus on the case study of Nanoscience and Nanotechnology (NST) that involves a wide diversity of participant organizations and knowledge fields. By studying three specific contexts –a Colombian network of research groups, a European collaborative project, and a laboratory of materials belonging to a micro and nanotechnology cluster of Grenoble (France); we present four main theoretical contributions through a knowing in practice approach: 1) A description of relationships between interorganizational knowledge management practices and policies that foster cross-institutional agreements, 2) An insight of proximity as a point of convergence and divergence in boundary-related knowledge management, 3) An understanding of temporality and anchor points related to cross-organizational relationships, and 4) The dynamics of mediation of the socio-technical collectives.

On the other hand, we put forward an approach to the concept of practice as managerial space, which allows to account for differences in the temporary nature of relationships and assess effective mediation of available tools for supporting knowledge management processes.

Key words: inter-organization, knowledge management, boundary management, knowing in practice, borderland, socio-material mediation, temporality, nanotechnology, scientific, technological and innovation policy.

RÉSUMÉ

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, cité dans Gherardi, 2006: 1)

Cette thèse porte sur les processus de gestion des connaissances et des pratiques associées, en situation de coopération inter-organisationnelle. En s'appuyant sur une démarche d'enquête relevant de l'artisanat intellectuel, nous étudions le cas du domaine des nanosciences et des nanotechnologies (NCT), caractérisé par la participation de diverses organisations relevant de plusieurs domaines d'expertise. A partir de l'étude des connaissances saisies à partir des pratiques dans trois cas (un réseau de groupes de recherche en Colombie, un projet européen et un laboratoire de sciences des matériaux au sein d'un grand pôle de recherche en micro et nanotechnologies à Grenoble (France)), la thèse apporte quatre contributions théoriques portant respectivement sur : 1) La relation entre les pratiques de gestion des connaissances entre organisations et des politiques favorisant les arrangements interinstitutionnels ; 2) La proximité comme espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches » ; 3) La temporalité et les points d'ancrage des relations inter-organisationnelles ; et 4) La médiation de collectifs sociotechniques.

Enfin, nous proposons une contribution portant sur la pratique vue comme constituant un espace de gestion, qui permet de rendre compte des différences dans les temporalités et d'évaluer la médiation des outils destinés à soutenir les processus de gestion des connaissances.

Mots-clés: gestion des connaissances, inter-organisationnel, frontière, pratique, zone franche, médiation, socio-matérialité, temporalité, politique scientifique, innovation, nanotechnologies.

AGRADECIMIENTOS

La frase con la que inicia esta tesis *“Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together”* (Gergen, 1991: 270, citado en Gherardi, 2006: 1), no ilustra solamente la visión de conocimiento que adoptamos en el trabajo, sino también el proceso de aprendizaje vivido. Expreso mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron parte de esta construcción colectiva.

A mis directores de tesis, los profesores Dominique Vinck, Alfonso Reyes y Roberto Zarama, que me guiaron y apoyaron en este caminar entre disciplinas e instituciones.

Al profesor Dominique Vinck, quien fue mi director por parte de la Universidad de Grenoble, por orientarme a lo largo de este proceso con rigor, paciencia y entusiasmo. Por su cariño, apoyo incondicional e inmensa generosidad para compartir tantos espacios de aprendizaje. Por contribuir a mi formación en cada etapa de este camino. Por sus valiosos aportes, recomendaciones de literatura, generación de ámbitos de diálogo, así como la lectura dedicada y crítica de los documentos. Por su juiciosa revisión y contribuciones para el desarrollo de este informe. Gracias de todo corazón.

Al profesor Alfonso Reyes, quien fue mi director por parte de la Universidad de los Andes en las primeras etapas, le agradezco su guía y apoyo para iniciar este proceso, sus orientaciones en la construcción de la problemática de investigación y en la selección de los casos. Por el soporte que me brindó para la realización del trabajo de campo en Colombia y su dedicado acompañamiento.

Al profesor Roberto Zarama le agradezco sus valiosos aportes en la fase de examen de propuesta, y posteriormente, como director de tesis por parte de la Universidad de los Andes, sus orientaciones, paciencia y apoyo permanente para la culminación de este proyecto.

Por los espacios de aprendizaje compartidos y las enseñanzas que siempre me acompañarán sobre observar la observadora que soy, mis más sinceros agradecimientos a los profesores Roberto Zarama y José Bermeo.

A los profesores que aceptaron ser miembros del jurado y realizar la revisión de la tesis: a la Profesora Dra. Rebeca de Gortari de la Universidad Autónoma de México, al Prof. Dr. Rigas Arvanitis del IRD de Paris, al Prof. Dr. Jean-Baptiste Meyer del IRD de Montpellier, al Prof. Dr. Camilo Olaya de la Universidad de los Andes y al Prof. Dr. Alfonso Reyes, Rector de la Universidad de Ibagué. A ellos les estoy inmensamente agradecida por sus aportes y comentarios, que además de brindarme otras perspectivas para enriquecer el trabajo, me han ayudado a hacerme nuevas preguntas y reflexiones para continuar el camino.

A los profesores Alberto García y Ernesto Lleras, grandes maestros en mi vida, por su apoyo y orientaciones cuando emprendí este proyecto.

A Astrid Jaime y Bernardo Herrera, por sus valiosas sugerencias de literatura y sus contribuciones para mirar más allá de las puntas del iceberg de algunos métodos. Por esos maravillosos espacios de diálogo alrededor de una taza de café, entre discusión de literatura, escritura colectiva, intercambio de ideas y charla de amigos.

Al profesor Carlos Alberto Uribe del Departamento de Antropología de la Universidad de los Andes, por las enseñanzas que me compartió en el curso *“Representación, conocimiento y etnografía”*.

Manifiesto una inmensa gratitud a las personas que me recibieron en sus entidades para la realización del trabajo de campo y que hicieron posible el desarrollo de la investigación. En la primera fase del terreno realizada en Bogotá (Colombia), agradezco al empresario en nanotecnologías y a los investigadores de la Universidad de los Andes, la Universidad Javeriana y del proyecto Nanopuente A-V, por compartirme sus experiencias. En el estudio de los casos, expreso mi gratitud a profesores, investigadores, estudiantes, así como a personal técnico y administrativo vinculados a los grupos pertenecientes al Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de Colombia, y a los laboratorios de materiales visitados en Francia y Bélgica. No menciono sus nombres por razones de confidencialidad de la información.

Expreso un especial agradecimiento al profesor José Jairo Giraldo de la Universidad Nacional de Colombia, por sus orientaciones en el trabajo de campo inicial, al profesor Jean-Marc Greneche de la Universidad de Maine (Le Mans), por la generosidad con la cual me recibió en su

laboratorio para adelantar actividades de terreno, y al profesor Pedro Prieto de la Universidad del Valle, por su apoyo para la realización de las entrevistas con los grupos de investigación pertenecientes al CENM.

A Eliana Pardo, Mónica Chaparro e Irina Forero, mis compañeras de equipo en el curso “Gestión de Conocimiento” en junio de 2007, con quienes compartí ámbitos de trabajo y discusión que me ayudaron muchísimo en las primeras fases del terreno.

A Gloria, Ana, Eduardo, Matthieu y Hassan del Laboratorio PACTE, por brindarme espacios de diálogo para enriquecer este proceso, y apoyarme en el desarrollo del trabajo de campo en Grenoble.

A Claudia, Fernando, Jorge, Mariluz, Gloria y Liz, por su amistad y cariño. Gracias por acompañarme incondicionalmente.

A mi familia, por su apoyo y amor en este camino, por estar siempre a mi lado. A ellos dedico este trabajo.

A la Universidad Central por el financiamiento parcial de la investigación a través del “Programa de Apoyo a Estudios de Posgrado de los Profesores”.

Finalmente, quisiera expresar mi gratitud a todas las personas que contribuyeron al desarrollo de este trabajo, y que, por los límites de mi memoria, no he nombrado en estas páginas.

Constanza Beatriz Pérez Martelo

Dedicado a mi familia, por su amor, apoyo y compañía

en cada camino que he recorrido

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
RÉSUMÉ	4
AGRADECIMIENTOS	5
TABLA DE CONTENIDO	9
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. PERSPECTIVA DEL CONOCIMIENTO	23
2.1. PERSPECTIVA COGNITIVISTA.....	24
2.2. PERSPECTIVA DEL CONOCIMIENTO COMO ACTIVO	26
2.3. PERSPECTIVA DEL CONOCIMIENTO COMO PRACTICA	27
2.4. PERSPECTIVA ADOPTADA PARA LA INVESTIGACION	30
3. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL ÁMBITO INTER-ORGANIZACIONAL	34
3.1. INTRODUCCION A LA LITERATURA SOBRE GESTION DE CONOCIMIENTO INTER-ORGANIZACIONAL.....	34
3.2. TIPOLOGIA DE COLABORACIONES INTER-ORGANIZACIONALES.....	36
3.3. PROXIMIDADES Y RELACIONES INTER-ORGANIZACIONALES	44
3.4. MEDIADORES DE CONOCIMIENTO	47
3.4.1. <i>Mediadores humanos y no humanos</i>	47
3.4.2. <i>La mediación sociomaterial del conocimiento como práctica</i>	55
3.4.3. <i>Agentes mediadores de conocimiento</i>	57
3.5. PROCESOS EN LAS ZONAS FRONTERIZAS DE LOS INTERCAMBIOS	61
3.6. TEMPORALIDAD DE LAS PRACTICAS INTER-ORGANIZACIONALES	64
3.7. ESQUEMAS FORMALES E INFORMALES	66
3.8. CONCLUSION: TOPICOS DE LA GESTION DE CONOCIMIENTO INTER-ORGANIZACIONAL A ABORDAR EN LA INVESTIGACION	67
4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN, TERRENOS Y MÉTODOS	71
4.1. PREGUNTA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION	71
4.2. LA SELECCION DE LOS TERRENOS.....	78
4.3. ENFOQUES PARA ABORDAR EL TERRENO.....	80
4.4. ACCESO AL TERRENO, MATERIALES Y METODOS	81

4.4.1.	<i>Particularidades metodológicas para el caso del proyecto europeo</i>	82
4.4.2.	<i>Particularidades metodológicas para el caso del CENM</i>	83
4.4.3.	<i>Particularidades metodológicas para el caso del laboratorio de materiales de MINATEC</i>	87
4.5.	ANÁLISIS DE LOS MATERIALES Y ESTILO DE ESCRITURA	88
5.	UNA RED COORDINADA ALREDEDOR DE UN OBJETO	92
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	92
5.2.	NANOALPHA: LAS PROTOINSTITUCIONES COMO PUNTOS DE ANCLAJE	95
5.3.	COORDINACIÓN SOCIOMATERIAL ENTRE MIEMBROS DEL PROYECTO	100
5.4.	ACCESO A LOS INSTRUMENTOS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO COLECTIVO	104
5.5.	CONOCIMIENTO EN LA CIRCULACIÓN DE OBJETOS.....	106
5.6.	LA CARRERA DEL MATERIAL PARA EL SENSOR	109
5.7.	LAS PRÁCTICAS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA: ESPACIOS DE CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO	111
5.8.	PRÁCTICAS DE VISIBILIDAD Y DE CONFIDENCIALIDAD	115
5.9.	MEDIACIONES DE CONOCIMIENTO CON LOS INDUSTRIALES.....	116
5.10.	ESPACIOS DE INTERCAMBIO: “ESTAR AL TANTO, SIN SER ESPECIALISTAS, DE LO QUE HACEN LOS OTROS”	120
5.11.	COORDINACIÓN/TENSION ENTRE LAS PRÁCTICAS DE PATENTAMIENTO Y PUBLICACIÓN	122
5.12.	ARTICULACIÓN ALREDEDOR DE UNA PUBLICACIÓN.....	131
5.13.	CONCLUSIONES: APRENDIZAJES Y ARMONIZACIÓN DE PRÁCTICAS INTER-ORGANIZACIONALES	134
6.	CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA EN LAS COLABORACIONES INTER-ORGANIZACIONALES: EL CASO DEL CENM EN COLOMBIA	138
6.1.	EL DISCURSO DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA EN EL ÁREA DE “MATERIALES AVANZADOS Y NANOTECNOLOGÍA”: ¿UN ESPACIO DE CONVERGENCIA?	144
6.1.1.	<i>Los discursos sobre la convergencia en nanotecnologías</i>	147
6.1.2.	<i>Los discursos sobre las posibilidades de desarrollo e innovación que ofrecen las nanotecnologías</i> ..	150
6.1.3.	<i>El discurso de Colciencias sobre nanotecnología y materiales</i>	151
6.1.4.	<i>La endogenización del discurso de Colciencias en la propuesta de creación del CENM</i>	152
6.2.	PRÁCTICAS DE CONVERGENCIA EN LA PERTENENCIA AL CENM: ¿SON ENDOGENIZADOS LOS DISCURSOS?	159
6.2.1.	<i>Las prácticas a nivel internacional</i>	159
6.2.2.	<i>La creación del CENM como un punto inicial de convergencia</i>	162
6.2.3.	<i>Endogenización de convergencia y divergencia: Identidad y diferenciación con el CENM</i>	167
6.3.	¿PUNTOS DE CONVERGENCIA O DIVERGENCIA?: INFRAESTRUCTURAS TECNOLÓGICAS Y ACCESO A LOS INSTRUMENTOS.....	169
6.3.1.	<i>Consolidación de unas facilidades instrumentales en el campo de los materiales</i>	170
6.3.2.	<i>Acceso a instrumentos como factor determinante en la investigación original</i>	174
6.3.3.	<i>El acceso a colectivos sociotécnicos “confiables”: Una puesta a prueba de la convergencia social</i> ..	180

6.3.4.	<i>Mediación de instrumentos en las colaboraciones inter-organizacionales.....</i>	185
6.3.4.1.	Dependencia de las estrategias de los grupos de investigación hacia el conocimiento de la red	186
6.3.4.2.	Las interacciones a nivel de la prestación de servicio producen transferencia y co-construcción de conocimiento.....	188
6.4.	LA COAUTORIA DE ARTICULOS: ¿QUE TIPOS DE CONVERGENCIA ESTAN ASOCIADAS?	193
6.4.1	<i>La convergencia social y cognitiva: El CENM como un portavoz en las colaboraciones de co-autoría</i>	194
6.4.2	<i>Una primera aproximación a las colaboraciones: Divergencia en los temas de investigación interdisciplinaria declarados por el CENM.....</i>	197
6.5	¿DIVERGENCIA CON LOS TII DECLARADOS O DIFERENCIA DE LOGICAS? VARIAS MODALIDADES DE RELACIONES INTER-ORGANIZACIONALES	200
6.5.1.	<i>Complementariedad y/o afinidad de temas: puntos de convergencia cognitiva en los TII.....</i>	200
6.5.2.	<i>Convergencias en el TII por división del trabajo</i>	203
6.5.3.	<i>Puntos de convergencia con el TII: Integración diferenciada a partir de nuevas líneas de investigación ligadas a la vinculación al CENM</i>	206
6.5.4.	<i>Divergencias con el TII.....</i>	208
6.5.5.	<i>Convergencias y divergencias financieras</i>	211
6.5.6.	<i>Divergencias con la figura de centro de excelencia y de unión temporal.....</i>	216
6.5.6.1.	Propiedad intelectual en el CENM.....	216
6.5.6.2.	Autosostenibilidad de la red.....	218
6.5.7.	<i>Convergencias y divergencias entre escenarios presentes y futuros: Agenda prospectiva del CENM</i>	220
6.6.	ARTICULACION CON DOCENCIA	224
6.7.	COLABORACIONES CON LA INDUSTRIA.....	228
6.7.1	<i>Un colaborador como mediador Universidad – Industria</i>	229
6.7.2	<i>Las dinámicas de las colaboraciones industriales alrededor de los TII.....</i>	230
6.8.	LA DIMENSION TEMPORAL EN EL CENM	235
6.8.1	<i>Redes e iniciativas anteriores como puntos de anclaje</i>	236
6.8.2	<i>Redes e iniciativas en corrosión.....</i>	236
6.8.3	<i>Laboratorio extranjero como punto de anclaje de la red del CENM</i>	237
6.8.3.1.	La espectroscopía Mössbauer como un punto de convergencia.....	238
6.8.3.2.	Conocimiento alrededor de mediadores	240
6.8.3.3.	Una triada de colaboración mediada por Francia.....	245
6.8.4	<i>El CENM como portavoz en otras iniciativas</i>	247
6.9	CONCLUSIONES: LAS PRACTICAS DE GESTION DE CONOCIMIENTO PARA TRATAR CON LA CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA.....	249
7	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO EN LAS ZONAS FRONTERIZAS.....	255

7.1. ¿COMO SE ARTICULAN LOS LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE MATERIALES A UN POLO DE MICRO Y NANOTECNOLOGIA?	255
7.1.1 <i>La dinámica de Minatec y el acercamiento entre plataformas tecnológicas</i>	256
7.1.2 <i>Un acercamiento prudente</i>	258
7.1.3 <i>Los aprendizajes en las interfaces</i>	261
7.1.4 <i>La dinámica innovadora</i>	264
7.1.5 <i>Los cambios con MINATEC</i>	268
7.2 EL PROBLEMA DEL CONOCIMIENTO FRONTERA: PUNTO DE CONVERGENCIA ENTRE LAS ORGANIZACIONES.....	269
7.2.1 <i>La fusión</i>	269
7.2.2 <i>La federación como modalidad de integración organizacional</i>	274
7.2.3 <i>Las fronteras científicas: la interdisciplinariedad</i>	275
7.2.4 <i>Mediaciones entre laboratorios (objetos/agentes)</i>	277
7.2.5 <i>Las facilidades instrumentales como punto de encuentro</i>	280
7.2.6 <i>Asimetría en el acceso a los instrumentos</i>	281
7.3 ESTRATEGIAS DE EXPLORACION Y EXPLOTACION EN LAS ZONAS FRONTERIZAS	283
7.3.1 <i>Márgenes de maniobra en las relaciones con los industriales</i>	283
7.3.2 <i>Propiedad intelectual en las relaciones con la industria</i>	285
7.4 CONCLUSIONES: GENERACION DE CONOCIMIENTO Y CONSERVACION DE LA IDENTIDAD EN LAS ZONAS FRONTERIZAS.....	286
8 CONCLUSIÓN DE LA TESIS.....	290
8.1 CONTRIBUCIONES TEORICAS	290
8.1.1 <i>Relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales</i>	290
8.1.2 <i>Proximidad como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas</i>	292
8.1.3 <i>Temporalidad y puntos de anclaje de las relaciones inter-organizacionales</i>	293
8.1.4 <i>De objetos y sujetos mediadores de conocimiento a la mediación de colectivos sociotécnicos</i>	294
8.2 CONTRIBUCIONES METODOLOGICAS	295
8.3 IMPLICACIONES: LA PRACTICA COMO ESPACIO DE GESTION	296
8.4 LIMITES Y ASPECTOS A PROFUNDIZAR EN LA INVESTIGACION.....	298
BIBLIOGRAFIA	305
ANEXOS.....	328
ANEXO 1. BUSQUEDA SISTEMATICA DE LITERATURA SOBRE EL TEMA DE “GESTION DE CONOCIMIENTO INTER-ORGANIZACIONAL”	328
ANEXO 2. BUSQUEDA SISTEMATICA DE LITERATURA SOBRE EL TEMA DE “MEDIADORES” (OBJETOS Y SUJETOS).....	330
ANEXO 3. GRUPOS INTEGRANTES DEL CENM CON SU TII, INSTITUCION Y LOCALIZACION	332

ANEXO 4. PARTICIPANTES DEL PROYECTO NMP-DELA	334
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	335
RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS	337
RÉSUMÉ	339
ABSTRACT	340
RESUMEN.....	341
TABLE DES MATIÈRES DU RÉSUMÉ EN FRANÇAIS	342
I. INTRODUCTION.....	344
II. PERSPECTIVE SUR LA NOTION DE CONNAISSANCE	352
II.1. PERSPECTIVE COGNITIVE	353
II.2. PERSPECTIVE DE LA CONNAISSANCE COMME ACTIF.....	355
II.3. PERSPECTIVE DE LA CONNAISSANCE COMME PRACTIQUE	356
II.4. PERSPECTIVE ADOPTÉE POUR LA RECHERCHE	359
III. GESTION INTER-ORGANISATIONNELLE DES CONNAISSANCES	363
IV. DESIGN DE LA RECHERCHE, TERRAIN ET METHODES	368
IV.1. QUESTION DE RECHERCHE ET DESIGN DE RECHERCHE	368
IV.2. SELECTION DES ETUDES DE CAS.....	375
IV.3. APPROCHE DE LA RECHERCHE SUR LE TERRAIN	377
IV.4. TERRAIN D'ETUDE, MATERIAUX ET METHODES.....	378
i. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas du projet européen</i>	<i>379</i>
ii. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas CENM.....</i>	<i>380</i>
iii. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas d'un laboratoire de sciences des matériaux de MINATEC</i>	<i>383</i>
IV.5. ANALYSE DES MATERIAUX ET STYLE D'ECRITURE	384
V. UN RESEAU COORDONNÉ AUTOUR D'UN OBJET : LE CAS NANOALPHA.....	387
VI. CONVERGENCE ET DE DIVERGENCE DANS LES COLLABORATIONS INTER-ORGANISATIONNELLE : LE CAS DU CENM EN COLOMBIE	392
VII. GENERATION DES CONNAISSANCES DANS LES « ZONES FRANCHES » : LE CAS D'UN LABORATOIRE DE MATERIAUX DE MINATEC.....	399
VIII. CONCLUSION DE LA THÈSE.....	402

VIII.	1. CONTRIBUTIONS THEORIQUES	402
	<i>i. Relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et les politiques favorisant les arrangements inter-institutionnels</i>	<i>402</i>
	<i>ii. Proximité comme un espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches »</i>	<i>404</i>
	<i>iii. Temporalité et points d'ancrage des relations inter-organisationnelles</i>	<i>405</i>
	<i>iv. De objets et les acteurs médiateurs de connaissances à la médiation dans les collectifs sociotechniques</i>	<i>406</i>
VIII.2.	CONTRIBUTIONS METHODOLOGIQUES	407
VIII.3.	IMPLICATIONS : LA PRATIQUE COMME UN ESPACE DE GESTION	408
VIII.4.	LIMITES ET NOUVELLES PERSPECTIVES DE RECHERCHE	409
ANNEXES DU RÉSUMÉ	416	
ANNEXE A1.	ÉQUIPES DE RECHERCHE MEMBRES DU CENM	416

1.INTRODUCCIÓN

En los últimos años la economía se ha estado transformando de un escenario dominado por la producción de bienes hacia uno basado en la innovación intensa y en el conocimiento. Peter Drucker (1994) planteaba que a finales de los años 2000 los trabajadores del conocimiento serían un tercio o más de la fuerza de trabajo de los Estados Unidos. Sin embargo, las perspectivas de la llamada “sociedad del conocimiento” se han visto desafiadas por las asimetrías de desarrollo entre regiones, y las posibilidades y limitaciones que enfrentan algunos contextos para que el conocimiento se constituya en un factor de desarrollo social (Kreimer & Zabala, 2006, 2007)¹. Esos retos han llevado a las organizaciones a buscar en el conocimiento una ventaja sostenible para distinguirse en su ambiente de negocio (Davenport & Prusak, 2000, Nonaka, 1991). A la par de esas dinámicas, la gestión de conocimiento se ha ido consolidando en un campo académico y de prácticas, evidenciado en aspectos como revistas especializadas, conferencias, programas de formación, asociaciones de practicantes y roles específicos en las organizaciones ligados al área (Bontis, Serenko & Biktimirov, 2006; Booker, Bontis & Serenko, 2008; Bontis & Serenko, 2009; Serenko et al., 2010; Ma & Yu, 2010; Serenko & Bontis, 2013a, 2013b).

Los enfoques y técnicas de la gestión de conocimiento han sido aplicados en diversidad de ámbitos y las organizaciones dedicadas a actividades de investigación no han sido la excepción. En ese tipo de contextos, la gestión de conocimiento ha mostrado sus bondades en el apoyo a los procesos de producción y construcción de nuevos conceptos (Jaime, et al., 2005) y en la generación de una mayor productividad (Wang & Guan, 2005; Wang, Peters & Guan, 2006). Las organizaciones de investigación, sin embargo, enfrentan actualmente unas dinámicas de ciencia, tecnología e innovación que hacen que los espacios de producción de conocimiento involucren con frecuencia más de una institución, campo y/o región. En un informe, la Organización para la

¹ Agradecemos los aportes del Doctor Jean-Baptiste Meyer sobre la necesidad de poner en perspectiva la visión de “sociedad del conocimiento” frente a otros enfoques.

Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE (2006) indica que la innovación es un proceso colectivo que requiere una amplia gama de competencias que a menudo sobrepasan las competencias internas. Eso implica que las organizaciones y otros actores como los clientes interactúan para generar y circular conocimiento.

En el campo de la ciencias, Caroline Wagner (2008) ha contextualizado este fenómeno como la emergencia de un nuevo “colegio invisible” caracterizado por redes informales y formales que surgen alrededor de procesos de creación de conocimiento y conectan a los científicos de variados ámbitos geográficos, la circulación de personas, información e ideas, la convergencia de recursos y especialización en ciertos lugares, y la distribución de tareas entre colaboradores. La autora plantea que esas condiciones ofrecen oportunidades para regiones de menor desarrollo, ya que les permiten insertarse en dinámicas de producción de conocimiento. Las colaboraciones internacionales en ese ámbito están influenciadas por los mecanismos de financiación (Wagner & Leydesdorff, 2005).

Los contextos e implicaciones que tienen para algunas regiones el panorama que plantea Wagner (2008) han sido estudiados por varios autores. Rigas Arvanitis (2011) señala que esos enfoques tienen limitantes como no especificar los saberes que se intercambian en las redes y suponer una igualdad en el acceso a recursos y en la circulación. Hebe Vessuri (1998) toma el eje de la movilidad internacional de científicos de América Latina para mostrar que cuando no se deriva en agendas de investigación totalmente centradas en contextos desarrollados, los aportes localizados de la región tienen el potencial de enriquecerse con la movilidad por contribuir a *“volverse mas conscientes de lo que no se sabe”* (p.112) y generar proyectos mas originales. En la misma dirección de considerar las dinámicas de la movilidad internacional, Jean-Baptiste Meyer (2008) plantea que los flujos migratorios Sur-Norte han dado origen a redes de diásporas de conocimiento, grupos de profesionales que comparten el mismo país de origen y se encuentran localizados en otro *“para ejercer actividades donde los conocimientos son cruciales”* (p. 53). Desde esta perspectiva, se genera un interés por promover vínculos durables entre esas diásporas y su país de procedencia, con articulaciones entre los dos polos de las migraciones. Considerando otra dimensión de análisis, Pablo Kreimer (2006), estudia el

fenómeno que emerge bajo las dinámicas de financiación de “mega-redes” de conocimiento que integran actores de diversos ámbitos geográficos, pero que con frecuencia se trazan alrededor de agendas del Norte. En ese sentido, considerando el caso de América Latina, el autor argumenta que esa configuración de apoyo a la colaboración favorece unas condiciones de división internacional del trabajo en la cual los grupos de contextos más periféricos realizan cierto tipo de actividades con componentes rutinarios y deben tratar con una tensión entre lograr una visibilidad internacional y a la vez una relevancia local. También para el ámbito de latinoamérica, Antonio Arellano, Rigas Arvanitis y Dominique Vinck (2012) resaltan los aportes que la antropología del conocimiento puede brindar para estudiar la circulación de conocimientos y técnicas entre contextos por permitir una perspectiva de doble vía entre saberes tradicionales y colectivos de investigación de países llamados “desarrollados”. Considerando otras regiones, Hanafi (2011) muestra también esas tensiones de visibilidad y relevancia que se presentan en los países árabes debido a que el sistema de evaluación y promoción de los investigadores en las Universidades favorece la creación de élites que se polarizan entre una integración global con baja conexión local o el trabajo alrededor de problemáticas y escenarios de publicación locales a costa de su visibilidad internacional. Por otra parte, desde una perspectiva del capital intelectual, Victor Bucheli y sus coautores (2012) muestran en un estudio de las universidades colombianas tendencias diferenciadas en el crecimiento de las publicaciones científicas asociadas a unas condiciones de capital humano, estructural y relacional que permiten seguir acumulando capital. Desde esta perspectiva, la vinculación a esos “nuevos colegios invisibles” que plantea Wagner requeriría fortalecer un capital intelectual previamente.

Otro aspecto que se ha resaltado es el rol de organizaciones de investigación, y de la Universidad en la dinamización de procesos de innovación en articulación con la industria y el estado. Ello se ha conceptualizado en modelos como el de la triple hélice que privilegia la construcción de organizaciones híbridas y redes entre Estado-Academia-Industria (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

En el caso particular de un campo emergente como las nanociencias y nanotecnologías (NCT)², esas dinámicas distribuidas de producción de conocimiento se hacen más evidentes. Los desarrollos en el área implican la participación de diversidad de actores, con infraestructuras concentradas usualmente en algunas regiones (Delemarle et al., 2009; Schummer, 2007). Además, el campo ha estado impulsado por variedad de políticas de ciencia, tecnología e innovación, tanto para el fortalecimiento de las capacidades nacionales, como para promover las colaboraciones entre instituciones y zonas geográficas.

En cuanto a políticas de fomento, los Estados Unidos lanzó la Iniciativa Nacional de Nanotecnología³ para promover el fortalecimiento del campo. Para Europa en el periodo 1994-2002 los Programas Marco Cuarto y Quinto para el desarrollo investigativo y tecnológico, financiaron proyectos asociados al área de nanotecnologías por cerca de 300 millones de euros. En el Sexto Programa Marco las nanotecnologías, junto con materiales y tecnologías de producción⁴, fueron definidas como prioritarias para la región. Se estima que entre el 2004 y 2006 se dedicaron alrededor de 1.3 billones de euros en proyectos asociados al campo. En los últimos programas el apoyo al área se ha sostenido (Hullmann, 2007).

En los países de América Latina también se han generado algunas políticas de fomento y los líderes son Brasil, México y Argentina. Brasil fue el primer país de la región en formular un Programa Nacional de Nanotecnología y sus esfuerzos comenzaron con el apoyo a la creación en el 2001 de cuatro redes multidisciplinarias en el campo (Kay & Shapira, 2009). Si bien las políticas de fomento han continuado y se cuenta con una incipiente presencia empresarial, el país enfrenta retos alrededor del abordaje de problemas sociales concretos y de la formación profesional de los futuros trabajadores en nanotecnología (Invernizzi, Körbes & Fuck, 2012).

² Las definiciones de las nanociencias y nanotecnologías han sido objeto de debates, así como también la pregunta de si existe una separación entre ciencia y tecnología en ese campo. Aquí no abordaremos esa discusión y nos referiremos a NCT como el conjunto de ámbitos de ciencia y tecnología en el que los actores se inscriben asociados a un prefijo “nano”.

³ NNI por sus siglas en inglés.

⁴ NMP por sus siglas en inglés (Nanosciences, nanotechnologies, materials & new production technologies)

En México en el 2001 el tema de las nanotecnologías empieza a hacerse explícito en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006. Sin embargo, la implementación de iniciativas para materializar el desarrollo del campo se generan años después (Záyago & Foladori, 2012). En ese país una fundación filantrópica ha tenido un rol central en la instalación de infraestructuras, la estructuración de redes científicas, la transferencia de conocimientos y tecnología, la formación de recursos humanos y la comercialización (Robles, 2011).

En Argentina se creó en el 2005 la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Además de ello el área se ha definido como prioritaria y se han apoyado varias redes (Kay & Shapira, 2009).

En Colombia la política de fomento ha sido la de centros de investigación de excelencia creada en el año 2004 que definió como una de sus áreas estratégicas “Materiales Avanzados y Nanotecnologías”. Los desarrollos en el campo han estado asociados a colaboraciones, tanto entre grupos de investigación nacionales, como de éstos con entidades internacionales. La presencia industrial ha sido casi inexistente (Pérez Martelo & Vinck, 2012; Salazar, 2008).

Ante este panorama en el que tanto las prácticas de las organizaciones de investigación como las políticas de ciencia, tecnología e innovación las dirigen hacia esquemas de colaboración con más de una entidad, la gestión del conocimiento producido se redimensiona por ser generado en zonas de intercambio. Es un proceso menos estable en el que participan varias organizaciones que a su vez buscan capitalizar los esfuerzos. En esa dirección, en esta tesis nos ocupamos de tratar la problemática de cómo las organizaciones de investigación articulan dimensiones internas y externas cuando participan en arreglos de colaboración inter-organizacional. Abordamos esa indagación para el campo emergente de las NCT, dadas las múltiples dinámicas que involucra y la poca estabilización que existe de roles e instituciones.

Este documento consta de ocho capítulos. En el segundo posicionamos nuestra perspectiva: la de conocimiento como práctica. Considerando que la manera como se aborda la noción de conocimiento incide directamente en las estrategias de gestión, seleccionamos esta perspectiva debido a que permite estudiar los ámbitos inter-organizacionales que nos interesan y las

dinámicas colectivas. También da cuenta del componente sociomaterial del conocimiento y posibilita superar limitaciones de otros enfoques basados en una visión cognitivista o de activo.

En el tercer capítulo presentamos la literatura, en un diálogo entre unas primeras indagaciones del terreno, la gestión de conocimiento y los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTS)⁵. En el tema inter-organizacional de la gestión de conocimiento encontramos aspectos a profundizar en la articulación de lo formal y lo informal, las proximidades entre los actores, las mediaciones de conocimiento, la temporalidad y los procesos en las zonas de los intercambios. Posicionamos nuestro interés de investigación frente a los elementos que aún están por desarrollarse en el área.

En el cuarto capítulo tratamos el diseño de la investigación y la metodología. Iniciamos con la pregunta de investigación y su forma de construcción, para luego explicar los criterios de selección de los terrenos, los enfoques para abordarlos, las condiciones de acceso, los materiales y los métodos. Finalmente puntualizamos la manera de realizar los análisis. Explicamos el enfoque de “artesanía intelectual” que es transversal a nuestro trabajo. En los capítulos siguientes presentamos los casos, como apoyo y prueba empírica para los argumentos conceptuales.

En el quinto capítulo abordamos el caso de un proyecto que llamamos NanoAlpha, financiado con recursos de la Unión Europea, en el que se integran actores de cinco países de esa región. La iniciativa tiene como propósitos la construcción de un dispositivo basado en nanotecnologías y el despliegue de actividades de comunicación de la ciencia. Este caso nos permite observar la armonización de prácticas de gestión de conocimiento entre las tensiones y divergencias de los colaboradores. También nos muestra cómo las prácticas alrededor de la comunicación de la

⁵ Usaremos este acrónimo de CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) para referirnos al campo de Estudios Sociales de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Si bien la palabra “innovación” no está incluida en la abreviatura, mantenemos la denominación con la que se ha conocido el campo, reconociendo que las relaciones ciencia, tecnología e innovación son propias de esas dinámicas. Los diálogos que se generan en espacios como “Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE)” o el encuentro 4S (*Society for Social Studies of Science*) son muestra de ello.

ciencia, consideradas inicialmente marginales con respecto a los objetivos de desarrollo del dispositivo, se convierten en un espacio articulador entre los integrantes del proyecto.

Continuando con los casos, en el capítulo sexto presentamos el caso del CENM, una red de grupos de investigación de universidades colombianas en el área de materiales avanzados y nanotecnologías, creada a partir de una política que buscaba impulsar áreas definidas como “estratégicas” para el desarrollo del país. En ese contexto podemos ver la coexistencia entre mecanismos formales e informales de interacción, así como las acciones de construcción de identidad y diferenciación de los actores. También la emergencia de mediaciones sociotécnicas entre los colaboradores y la puesta a prueba de la política científica frente a las prácticas. El estudio de las prácticas nos permite observar la dimensión performativa⁶ de la red, las articulaciones y desarticulaciones, los caminos alternos de los actores, que se invisibilizan desde la mirada de la formalidad del esquema inter-organizacional definido por la política.

⁶Agradecemos a la Doctora Rebeca de Gortari por señalarnos la necesidad de hacer precisión sobre el uso de la expresión “performatividad”. Este término no existe en castellano. En el idioma inglés “*to perform*” se refiere a llevar a cabo una acción. En francés “*performer*” se asocia a la vez a actuar, cumplir y dar forma. La noción de lo performativo se inspira en la pragmática lingüística. En esa dirección, el filósofo británico John Langshaw Austin (1962) identificó unos verbos en idioma inglés que denominó performativos, porque la acción se produce en el acto mismo de proferirlos (por ejemplo: te felicito, te prometo). Austin distingue tres tipos de acciones (*to perform*) en la comunicación humana: actos locucionarios (la acción de decir lo que decimos), actos ilocucionarios (las acciones comprendidas en el decir, por ejemplo hacer una petición) y actos perlocucionarios (acciones que se dan por el hecho de que se dijo algo). En la literatura académica en castellano el término “performativo” se ha usado desde distintas perspectivas. Para presentar algunos ejemplos, en la versión traducida a ese idioma del libro “*L’économie, science des intérêts passionnés. Introduction à l’anthropologie économique de Gabriel Tarde*” (La economía, ciencia de los intereses apasionados. Introducción a la antropología económica de Gabriel Tarde) de Bruno Latour y Vincent Antonin Lépinay (2009), se usa la expresión “capacidad performativa” de los instrumentos de cálculo y cadenas metrológicas para referirse a su fuerza explicativa y a la manera como introducen algo en la acción. Por su parte, Rafael Echeverría (2002) trata cinco dominios básicos de la persona y uno de ellos es el que llama el “dominio performativo” y señala “*en el dominio performativo debemos referirnos a las “prácticas sociales” o lo que los sociólogos a menudo llaman “instituciones sociales”. Estas dan cuenta de la manera particular de hacer las cosas que existe en una determinada comunidad*” (p. 372). En otra dirección, Edgar Rodríguez Cuberos (2008), plantea que la ciencia social performativa “*involucra no solo diferentes discursos y tradiciones del conocimiento, sino prácticas sociales y saberes que, a través de la significación del “carácter de la obra”, manifiestan la emergencia del sujeto en múltiples formas*” (p. 142). En los usos descritos del término “performativo” identificamos vínculos con la noción de práctica y con formas emergentes de hacer las cosas. Es en ese contexto que lo tomamos en esta tesis. Entendemos lo “performativo” como algo que no está definido de antemano, que se da en la acción, a través de las prácticas.

El último caso, estudiado en el séptimo capítulo, se refiere a un laboratorio de materiales que se encuentra en un polo de micro y nanotecnologías en Grenoble (Francia). En esta situación podemos identificar las modalidades bajo las cuales la organización genera conocimiento en la zona fronteriza de los intercambios y a la vez conserva su identidad y vocación universitaria. Ello nos permite ilustrar las dinámicas de coexistencia de las estrategias de explotación y exploración de conocimiento.

En el octavo capítulo nos concentramos en las conclusiones de la tesis. Las discutimos frente a la pregunta de investigación y planteamos cuatro contribuciones teóricas. La primera se refiere a la relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales. En el vínculo entre estas dos dimensiones encontramos una co-existencia entre los arreglos formales impulsados por las políticas y las formas de auto-organización generadas a través de las prácticas. El segundo aporte teórico se refiere a la identificación de las proximidades como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas. Con una visión dinámica de la proximidad, encontramos que ésta no depende de unas categorías a priori sobre la naturaleza de los actores en presencia, sino de las mediaciones de conocimiento en las zonas fronterizas de la colaboración. Con ello aportamos un vínculo entre las nociones de proximidad y las dinámicas de construcción de fronteras, relación que está ausente en la literatura de gestión de conocimiento. La tercera contribución es la consideración de la temporalidad como una dimensión de análisis en la gestión de conocimiento inter-organizacional, que permite ver los aprendizajes colectivos de los actores a partir de los intercambios, y son puntos de anclaje para nuevos ámbitos de interacción. El cuarto aporte señala que la mediación de conocimiento se genera a partir de colectivos sociotécnicos y no de objetos o sujetos individuales. Por otra parte, presentamos un aporte metodológico desde el enfoque tomado de artesanía intelectual. En cuanto a las implicaciones de nuestras contribuciones, posicionamos la práctica como espacio de gestión. Finalmente, presentamos algunas limitantes y posibilidades de investigación a futuro.

2. PERSPECTIVA DEL CONOCIMIENTO

La noción de conocimiento ha sido trabajada desde distintas perspectivas y ellas tienen incidencia en la manera como las organizaciones lo gestionan. Esa diversidad es resaltada por Thomas Davenport y Laurence Prusak (2000) cuando en su libro *“Working Knowledge: How organizations manage what they know”*, dedican un capítulo para responder la pregunta “¿Acerca de qué hablamos cuando hablamos del conocimiento?”. Por otra parte, Kimiz Dalkir (2005) en la introducción de su libro *“Knowledge Management in Theory and Practice”* plantea que, por ser trabajada desde distintas disciplinas, el conocimiento y su gestión sufre del síndrome de “Tres hombres ciegos y un elefante” (p. 4), debido a que, dependiendo del enfoque con que se aborde, se harán unas distinciones y se realizarán unas acciones⁷. De igual forma, el primer número de la revista *“Revue d'anthropologie des connaissances”*⁸ publicado en el año 2007 pone en el escenario con varios textos el debate sobre “el objeto de conocimiento”. Tal como lo explica Dominique Vinck en el artículo de presentación de ese número “...el objeto aquí no se reduce a lo que se trata de conocer y que se opondría al sujeto, como en la perspectiva cartesiana de un pensamiento confrontado con las cosas. Se trata más bien de todo este ensamble material, especie de arcilla, con la cual se hace el conocimiento” (2007a, p. b).

En este capítulo, nos proponemos exponer nuestra perspectiva. Parafraseando a Davenport y Prusak (2000), explicaremos “¿de qué estamos hablando cuando hablamos del conocimiento?”. Para ello nos valemos de la categorización que hace Gherardi (2006) de los enfoques alrededor de la noción: cognitivista, como activo y como práctica. En las secciones siguientes presentaremos los elementos principales de cada una de las tres visiones y argumentaremos por qué la perspectiva de conocimiento como práctica es la que tomamos en nuestro trabajo.

7 Esta situación es frecuente en muchas áreas de conocimiento, por ejemplo, el campo de nanociencias y nanotecnologías que nos ocupa. Para la gestión de conocimiento diversos autores lo han problematizado buscando una identidad del área.

8 Revista publicada por la *Sociedad de Antropología del Conocimiento* de Francia, accesible en el sitio: http://www.cairn.info/revue.php?ID_REVUE=RAC.

2.1. Perspectiva cognitivista

Desde la perspectiva cognitivista el conocimiento reside en cada persona, se incorpora, almacena y transmite mediante procesos mentales y consiste en aplicar contenidos abstractos o formales a situaciones particulares (Gherardi & Nicolini, 2000; Gherardi, 2006). Davenport y Prusak señalan que las actividades de creación de conocimiento “*toman lugar dentro y entre humanos*” (2000, p. 6). Estos enfoques se generan alrededor de dicotomías como mente/cuerpo e individuo/organización.

Dentro de esta perspectiva ubicamos uno de los enfoques mas ampliamente difundido en el campo, el de creación de conocimiento o espiral de conocimiento de Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi (Nonaka, 1991; Nonaka & Takeuchi, 1995). En ese sentido, un estudio cuantitativo⁹ sobre gestión de conocimiento que realizan Ma y Yu (2010) para el periodo 1998 – 2007, utilizando 1230 documentos y analizando 29.601 referencias, encontraron que el libro “*The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*” que esos autores publicaron en 1995, es la fuente mas citada en el área.

El modelo de espiral señala que el conocimiento nuevo empieza siempre por la persona (Nonaka, 1991) y que el propósito principal de los procesos de creación es ponerlo a disposición de otros. Distingue dos tipos de conocimiento, el explícito y el tácito. El explícito es formal y sistemático y ello permite que se facilite compartirlo y comunicarlo. El tácito se ilustra en la frase “Sabemos mas de lo que podemos decir” de Michael Polanyi (1966), quien propuso la noción. Es personal, difícil de comunicar a otros y tiene una importante dimensión cognitiva que incluye modelos mentales y creencias arraigados, que moldean la forma en que se percibe el mundo.

Bajo el enfoque de espiral el conocimiento se crea a través de cuatro procesos de transformación entre tácito y explícito: socialización, externalización, interiorización y combinación. La socialización sucede cuando un individuo comparte su conocimiento tácito con

⁹ La cuantimetría tiene por objetivo el análisis cuantitativo de la actividad científica y técnica (Callon et al., 1995)

otro a través de una relación directa en la observación y la acción, de manera que el aprendiz lo incorpora como conocimiento tácito. En la externalización el conocimiento tácito se convierte en explícito, por el registro o codificación de lo que se sabe. En la combinación diversas fuentes de conocimiento explícito se mezclan para generar un conocimiento que es a su vez explícito. Finalmente, en la interiorización el conocimiento explícito se convierte en tácito porque el individuo lo incorpora a sus prácticas de manera transparente.

Otro enfoque que relacionamos con la perspectiva cognitivista es el que plantea Daniel Kim (1993), en el que define el aprendizaje como un incremento en la capacidad para tomar acción efectiva, tanto en individuos como en la organización. Su propuesta busca conectar el aprendizaje individual y el organizacional, a través de los modelos mentales. Dichos modelos

“representan la visión de mundo de una persona... proveen el contexto en el cual ver e interpretar nuevo material, y ellos determinan cómo la información almacenada es relevante en una situación dada... Los modelos mentales no solo nos ayudan a darle sentido al mundo que vemos, ellos pueden también restringir nuestro entendimiento a lo que tiene sentido dentro del modelo mental” (p. 39)

Desde la perspectiva de Kim, el conocimiento de la organización descansa en gran medida en esos modelos mentales, como un saber-cómo y saber-porqué y ellos *“afectan la manera como las personas y organizaciones operan en el mundo”* (p. 37).

Las dos propuestas anteriores (modelo de espiral y aprendizaje individual y organizacional) asocian el conocimiento a unos procesos en distintos niveles articulados por modelos mentales. Ello permite contextualizar el conocimiento en diversos espacios, pero en ellos es ausente la discusión sobre la materialidad de los intercambios. Por ello los procesos cognitivos descritos quedan en el vacío. No se consideran las mediaciones necesarias para que esas transformaciones se presenten.

2.2. Perspectiva del conocimiento como activo

La segunda perspectiva toma el conocimiento como un activo de la organización, un factor de producción distinto de los tradicionales (Gherardi, 2006). Este activo tiene algunas características que lo diferencian de otros (Dalkir, 2005): Su uso no lo consume, su transferencia no resulta en pérdida, es abundante, pero la habilidad para usarlo es escasa, y gran parte del conocimiento valioso para la organización reside en las personas.

Davenport y Prusak (2000)¹⁰ utilizando la analogía de los mercados de productos, introducen la noción de mercado de conocimiento en el cual hay unos vendedores y compradores y algunos mediadores (*knowledge brokers, gatekeepers, "boundary spanners"*)¹¹. Los compradores o buscadores son personas que tienen por objetivo resolver un problema o asunto que, debido a su complejidad y/o nivel de incertidumbre no tiene una respuesta fácil. Los vendedores son *"personas en la organización con una reputación interna en el mercado por tener conocimiento sustancial sobre un proceso o tema"* (p. 28). Los mediadores facilitan las transferencias y hacen conexiones entre compradores (quienes necesitan el conocimiento) y vendedores (quienes lo tienen).

El enfoque del conocimiento como activo hace énfasis en la necesidad de gestionarlo e invertir en él con tanto cuidado como con otros activos tangibles, a fin de capturar su valor. Pone en el escenario la noción de capital intelectual como aquel que:

"se hace visible por la diferencia entre el valor en libros y el valor de mercado de una organización...representado por la suma total de lo que los empleados de la organización conocen y saben hacer...El valor de estos activos de conocimiento es al menos el costo de re-crear este conocimiento" (Dalkir, 2005, p.16).

¹⁰ Según el estudio mencionado anteriormente de Ma y Yu (2010) el libro *"Working Knowledge: How organizations manage what they know"* de estos autores fue identificado como el segundo documento más citado en el período 1998-2007 en gestión de conocimiento, después del libro de Nonaka y Takeuchi (1995). Ello muestra la influencia que han tenido en el campo estos enfoques.

¹¹ Esta noción de mediadores la discutiremos más adelante desde distintas perspectivas.

La gestión de conocimiento, desde esta perspectiva, busca favorecer la eficiencia de esos mercados y ello está influenciado por varios factores: reciprocidad, altruismo, reputación y confianza.

En cuanto a la reciprocidad, un vendedor de conocimiento dedicará tiempo y esfuerzo a ayudar a otros o aportar su conocimiento, solo si sabe que en el futuro esa persona podrá ser un vendedor para un conocimiento que el podrá requerir. También puede darse el caso de altruismo, cuando una persona comparte su conocimiento sin esperar nada a cambio. La reputación se refiere al reconocimiento de una persona como una fuente valiosa de un conocimiento que comparte. Ello puede favorecer la reciprocidad. Los factores anteriores dependen de una confianza mutua entre vendedores y compradores (Davenport y Prusak, 2000).

Esta visión del conocimiento como algo que se posee y que está dado de antemano deja de lado los procesos que llevan a su construcción (Gherardi, 2009) y no tiene en cuenta, ni la dimensión material de su producción, ni los múltiples espacios de creación. Este “capitalismo cognitivo”, invisibiliza los procesos de generación y reconoce solo los productos (Guzmán, 2010).

2.3. Perspectiva del conocimiento como práctica

La perspectiva que tomamos en esta tesis es la de conocimiento como práctica. Eso permite tratar con las limitantes de los otros enfoques (no dar cuenta de los procesos ni de las condiciones sociomateriales en las cuales el conocimiento toma lugar) y pasar de una visión de conocimiento como objeto (*knowledge*) a una de conocimiento como proceso (*knowing*). Gherardi (2006) plantea varias razones para adoptar una aproximación basada en la práctica:

- En la práctica los elementos mente/cuerpo, actor/estructura, humano/no humano están presentes sin caer en un dualismo entre ellos.
- La interdefinición del sujeto y objeto del conocimiento.
- Las prácticas constituyen una forma de ordenar elementos humanos y no humanos.

- Pone atención a la “materialidad del mundo social... las relaciones sociomateriales y sus intermediarios no solo median actividades, sino que propagan las prácticas” (p. 39).

El conocimiento se considera desde esta perspectiva una *“actividad situada, negociada, emergente e incorporada”* (Gherardi, 2006, p. 357). Se genera en un espacio y tiempo particulares, toma lugar en el día a día de las organizaciones y en las prácticas de trabajo. Se da una mediación material y la interacción entre humanos y no humanos y una cognición distribuida (Hutchins, 1995; Gherardi & Nicolini, 2000; Gherardi, 2001, 2009). En ese sentido, Nicolini (2009) define las prácticas como:

“...acciones discursivas y materiales...inherentemente contingentes, materialmente mediadas, y no pueden ser entendidas sin referencia a un lugar y tiempo específicos, así como a un contexto histórico concreto” (p. 1394).

Las prácticas son sitios donde el conocimiento se construye (Nicolini, 2011), su durabilidad se deriva de los objetos que median en ella (Nicolini, 2009) y permiten vincular unas con otras en redes de prácticas (Orlikowski, 2002; Gherardi, 2006; Nicolini, 2009). La mediación material conecta unas infraestructuras al conocimiento de comunidades de prácticas particulares (Star & Griesemer, 1989; Star, 2010). Esas infraestructuras tienen características como (Star, 2010): a) Están contenidas en otras estructuras, arreglos sociales y tecnologías, b) son transparentes o invisibles como soporte de las tareas y no es necesario construirlas cada vez, c) están extendidas espacial y temporalmente, conectan varias prácticas y eventos, d) son espacios de aprendizaje, generan acciones colectivas, e) están ligadas a las convenciones de una comunidad, f) Incorporan normas y estándares, g) se construyen sobre una base instalada, h) se vuelven visibles cuando fallan y i) sus cambios son objeto de negociaciones y acciones locales que toman tiempo.

Orlikowski (2006) conceptualiza la mediación material de las prácticas bajo la metáfora de andamiajes, con las siguientes características: a) temporales, se construyen y desmantelan cuando sea necesario; b) flexibles: Construidos en el lugar requerido de acuerdo con necesidades locales; c) portátiles, fáciles de armar y desarmar y de trasladar de un sitio a otro;

d) diversos, con propósitos distintos; e) heterogéneos, compuestos de múltiples y variados elementos; f) emergentes, desarrollados en el tiempo, cambiando su forma y función de acuerdo con requerimientos; g) estables temporalmente, para mantener la cohesión de los distintos componentes; h) vulnerables a fallas; i) generativos, permiten la realización de actividades que sin ellos no hubieran sido posibles; j) constitutivos de la actividad humana y de sus resultados.

Los enfoques anteriores hacen énfasis en la práctica como sitio de conocimiento. En su propuesta en 1991, Jean Lave y Etienne Wenger ponen su atención en la comunidad donde las prácticas toman lugar. Wenger junto con Richard McDermott y William M. Snyder (2002) definen las comunidades de práctica como *“grupos de personas que comparten una inquietud, un conjunto de problemas, o una pasión acerca de un tópico, y que profundizan en su conocimiento y experticia en el área sobre la base de la interacción permanente”* (p. 4). Esas comunidades pueden tomar varias formas, pero tienen en común tres características: un dominio de conocimiento, una comunidad y una práctica. El dominio de conocimiento define un conjunto de asuntos a abordar e inspira a los miembros a contribuir y participar. La comunidad *“crea la fábrica social del aprendizaje”* (p. 28) porque las personas que se interesan por el dominio se estimulan a *“compartir las ideas, exponer su ignorancia, hacer preguntas difíciles y escuchar cuidadosamente”* (p. 28). La práctica es *“un conjunto de marcos, ideas, herramientas, información, estilos, lenguajes, historias, y documentos que los miembros de la comunidad comparten”* (p. 29). El dominio delinea el tópico en el que la comunidad se interesa y la práctica es el conocimiento específico que la comunidad desarrolla, comparte y enriquece a partir de la interacción.

La noción de comunidad de práctica se ha abordado para entender los procesos sociales de creación de conocimiento, pero también ha sido usada de manera prescriptiva para fomentar su generación en las organizaciones. En esta tesis, siguiendo la línea de autores como Davide Nicolini (2009, 2011) y Silvia Gherardi (2006), tomamos el camino de enfocarnos en la práctica, y no en la comunidad, como mecanismo estructurante de formas de organización y procesos de producción de conocimiento. Ello se asocia a nuestra pregunta de investigación sobre gestión

de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales en los cuales la práctica nos permite rastrear procesos colectivos y observar la performatividad de modalidades de coordinación entre actores participantes, sea en forma de comunidad de práctica o de otro tipo. Ese foco en la práctica se alimenta además de los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTS). Etnografías de laboratorios y redes científicas tales como los trabajos de Callon (1995), Latour & Woolgar (1996), Vinck (1996, 1999, 2006a, 2009a) han mostrado las asociaciones de actores heterogéneos (humanos y no humanos) en torno a las prácticas de producción de conocimiento.

2.4. Perspectiva adoptada para la investigación

Para trabajar nuestra investigación sobre dinámicas inter-organizacionales de gestión de conocimiento en un campo emergente y en desarrollo como NCT tomamos el enfoque del conocimiento como prácticas. Las razones de esta selección se asocian al contexto de nuestra investigación, la pregunta y el tipo de terreno que abordamos, así como a los posibles aportes frente a otras perspectivas que interpretamos como hegemónicas.

En cuanto al contexto de la investigación, esta tesis se realiza en un esquema de cotutela entre un programa de Doctorado en Ingeniería (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia) y un programa de Sociología, mención en Sociología Industrial (Universidad de Grenoble, Grenoble Francia). Una de las motivaciones que genera este contexto dentro de nuestro trabajo es propiciar diálogos entre la Teoría Organizacional que se maneja desde los campos de Organizaciones de la Ingeniería (y específicamente la gestión de conocimiento) y los Estudios Sociales de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación dentro de la Sociología Industrial.

Los estudios basados en prácticas ya han mostrado conversaciones fructíferas entre la Teoría Organizacional y los estudios CTS¹². Sin embargo, el diálogo que nos proponemos hacer alrededor de nuestra pregunta de investigación desde la perspectiva “*Knowing in Practice*”

¹² Ver Gherardi (2006) para una discusión de cómo la perspectiva de “*Knowing in Practice*” tiene sus raíces en tradiciones de la filosofía y la sociología y trae al escenario variadas teorías como aprendizaje situado, la teoría de la actividad, del actor – red y los estudios en el lugar de trabajo.

aborda pensar la noción de “gestión”. Los autores que trabajan el enfoque de conocimiento como práctica, toman distancia de la gestión de conocimiento (*knowledge management*) como campo porque con frecuencia la gestión (el “*management*”), se asocia a la perspectiva del conocimiento como activo, ligada al discurso de la economía del conocimiento. En nuestra investigación argumentamos que el enfoque del conocimiento como práctica permite repensar la noción de gestión al observar “*cómo el conocimiento es gestionado por individuos actuando en el contexto donde es producido*” (Gherardi, 2006, p. 232). Los estudios CTS, con aproximaciones como las que trabaja la teoría del actor – red de “seguir a los actores” y no “definir a priori la identidad de los actores” (Callon, 1995; Latour, 2008)¹³, nos invitan a profundizar en la mirada de las prácticas como un “espacio de gestión” de los actores estudiados.

Esa dimensión de las prácticas como espacio de gestión, la ilustramos con dos ejemplos. El primero es el trabajo de Hebe Vessuri, Maria Victoria Canino e Isabelle Sánchez (2005) sobre la industria petrolera de Venezuela. En este artículo las autoras muestran unas formas de gestión de conocimiento de “abajo hacia arriba” que se hacen visibles en una situación de crisis (una huelga general en el año 2002) y permiten la continuidad de las actividades. Es a partir de sus prácticas y de sus saberes locales que los actores lograron mantener el control del proceso de producción, el cual es muy complejo en una refinería petrolera, aunque los portadores del saber científico y formal, los ingenieros, se habían ido de la empresa. Este caso revela la importancia de las prácticas como lugar de producción, circulación y capitalización de conocimiento. El segundo ejemplo es el trabajo de Séverine Louvel (2009) sobre un caso de un laboratorio de protéomica. La autora presenta modalidades de gestión que surgen de prácticas de los actores para tratar con incertidumbres locales de tipo científico y tecnológico, político y profesional y muestra esas prácticas a la luz de dos lógicas señaladas por Baker y sus coautores (2003 como se cita en Louvel, 2009): la de improvisación (convergencia entre concepción y ejecución) y la de bricolaje (creación con los recursos que se tienen disponibles). Así, la

¹³ En el capítulo 4 describiremos con mayor detalle los enfoques metodológicos usados.

aproximación de la práctica como espacio de gestión, nos permitirá aportar elementos a la gestión de conocimiento, soportándonos en el camino recorrido por los estudios CTS.

En cuanto a nuestra pregunta de investigación, los enfoques basados en prácticas han mostrado su pertinencia en el estudio de contextos de acción colectiva que atraviesan varios ámbitos organizacionales. Una práctica puede ser transversal a varios de ellos y “seguir la práctica” puede aportar elementos para comprender un fenómeno a la vez situado y conectado con otros ambientes (Gherardi, 2006; Nicolini, 2009, Star y Griesemer, 1989, Star 1999, 2010). Nuestra indagación sobre contextos inter-organizacionales de gestión de conocimiento se alimenta de esta perspectiva, porque permite estudiar dinámicas colectivas de producción de conocimiento y estrategias de gestión generadas por los actores asociados. No reduce el conocimiento a procesos individuales (y mentales) o de interacciones entre individuos. Tampoco deja de lado los procesos de construcción del conocimiento, su dimensión material y sus espacios de creación, circulación, descontextualización y recontextualización, movilización y adaptación.

En lo referente a nuestro terreno, NCT, como campo emergente se caracteriza por dinámicas de interacción y variados sitios de producción de conocimiento con múltiples actores involucrados en relaciones inciertas e inestables frente a las acciones colectivas. En ese escenario, la perspectiva de conocimiento como práctica ofrece elementos para dar cuenta de procesos distribuidos y mediados materialmente, con relaciones e intercambios entre los participantes implicados, así como las estrategias de articulación y desarticulación asociadas.

Finalmente, nuestro interés en asumir la perspectiva de conocimiento como práctica está ligado al potencial aporte que tiene frente a los enfoques cognitivos y de conocimiento como activo, hegemónicos en el campo. Esta hegemonía la interpretamos desde el gran número de citas que tienen los documentos de sus autores en el campo (Ma & Yu, 2010) que los hacen referentes para la gestión de conocimiento, pero también su noción de conocimiento es hegemónica, ya que cuando se piensa en “algo que habita exclusivamente en la mente” o “que es un activo para mercader” se refuerza la postura de “posesión” la cual aumenta las asimetrías que limitan la capitalización del conocimiento en las organizaciones. La idea de división entre, “alguien que genera conocimiento” y “alguien que lo usa” reduce las dinámicas al

acceso. También niega el encuentro de saberes que puede nutrir la innovación en las organizaciones. Así, los enfoques de prácticas tienen el potencial de enriquecer las otras perspectivas que mencionamos. Por ejemplo, el enfoque de Nonaka y Takeuchi (1995), que ha contribuido a la difusión de la dimensión tácita del conocimiento que propuso Polanyi (1966), puede nutrirse con la inclusión de la “mediación material” que nos muestran las prácticas, especialmente cuando el conocimiento tácito, argumentamos, tiene un componente sociomaterial alto. Por su parte, el enfoque de “mercados de conocimiento” puede repensarse desde las prácticas como una co-construcción, enriquecida con múltiples mediadores (Herrera, Jaime & Vinck, 2006; Star & Griesemer, 1989; Star, 2010; Vinck, 1999). Así, la perspectiva de prácticas, consideramos, es un espacio fructífero para el diálogo entre enfoques.

3. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL ÁMBITO INTER-ORGANIZACIONAL

El interés de nuestra tesis se inscribe en el ámbito de la gestión de conocimiento en contextos inter-organizacionales. Nuestro terreno es el de organizaciones de investigación que participan en arreglos inter-institucionales de colaboración y nos focalizamos en el caso del campo emergente de las nanociencias y las nanotecnologías (NCT). Adoptamos un método de indagación que pone en diálogo de manera permanente el terreno de investigación con la literatura. Por esta razón, la discusión que haremos en esta sección es un proceso de doble vía.

En un sentido, nos preocupamos por estudiar cómo se posiciona el tema inter-organizacional en la literatura de gestión de conocimiento. En el otro, tomamos elementos de nuestro terreno de investigación (dinámicas de desarrollo de NCT) para hacerle preguntas al área de gestión de conocimiento inter-organizacional.

El enfoque tomado pone en diálogo a la gestión de conocimiento con el campo de los estudios CTS, dado que éste último se ha ocupado de las dinámicas que nos interesan. Esa puesta en común nos permite plantear las limitantes de cada perspectiva y posicionar nuestros aportes.

Iniciamos con el contexto de la gestión de conocimiento inter-organizacional, para luego ocuparnos de los aportes y debates presentes en la literatura. Posteriormente construimos algunas conclusiones.

3.1. Introducción a la literatura sobre gestión de conocimiento inter-organizacional

La gestión de conocimiento se ha ocupado del desarrollo de enfoques y herramientas para ámbitos organizacionales. Un estudio cuantitativo realizado para el periodo 2007 – 2008 (Ma & Yu, 2010) muestra que los temas principales de investigación en el campo han sido “las bases de la gestión de conocimiento” (definición del campo), “organización basada en conocimiento e

innovación”, “aprendizaje organizacional” y “la estrategia de gestión de conocimiento”. La presencia del tema inter-organizacional si bien no es central en el campo, ha tomado interés recientemente (ver anexo 1), pero para el caso de organizaciones de investigación ha sido trabajado de manera marginal. Una muestra de ello es que en la principal revista especializada de gestión de conocimiento, *Journal of Knowledge Management*¹⁴ el tópico inter-organizacional ha venido tratándose, pero aplicado mayormente a empresas. Otras revistas de gestión también han orientado las contribuciones sobre ámbitos inter-organizacionales a las firmas. La publicación “*Journal of Management Studies*” en su número especial sobre “transferencia de conocimiento inter-organizacional” (junio 2008) centra su discusión al contexto empresarial. Sin embargo, señala dos posibilidades de futuras investigaciones que pueden ser de interés para el tipo de terreno que trabajamos aquí: el rol de los bordes y la articulación entre la dimensión inter e intra-organizacional. Otra revista del área de negocios, el “*Journal of Business Research*”, dedicó un número especial en el año 2012 al tema de redes inter-organizacionales. Por el perfil de esta publicación, la discusión está centrada en empresas, pero aborda una preocupación que es común a organizaciones de investigación: ¿Cómo gestionar en los bordes?

En las secciones siguientes discutiremos varias de las temáticas presentes en la literatura sobre la gestión de conocimiento inter-organizacional, tomando elementos de la Teoría Organizacional (incluyendo fuentes especializadas de gestión de conocimiento) y CTS.

¹⁴ Según los listados construidos por Serenko y Bontis (Bontis & Serenko, 2009; Serenko & Bontis, 2013b) y Ma y Yu (2010) en sus estudios cuantitativos. Serenko, Bontis y sus coautores, vinculados a las Universidades McMaster y Lakehead de Canadá tienen una trayectoria de trabajo en cuantimetría para el campo de gestión de conocimiento. Las listas de revistas que han construido han estado basadas principalmente en publicaciones especializadas en el área. Ma y Yu (2010) en su estudio toman revistas generales de temas de organizaciones y encuentran que los trabajos más citados en gestión de conocimiento son publicados en revistas no específicas del campo, tales como *Organization Science*, *Harvard Business Review*, *Strategic Management Journal* y la revista especializada que primero aparece en el ranking ocupa el puesto N° 7. Ello muestra que los estudios cuantitativos pueden ofrecer variedad de resultados en términos del foco del universo de búsqueda tomado.

3.2. Tipología de colaboraciones inter-organizacionales

Una de las temáticas que surge alrededor de la gestión de conocimiento inter-organizacional es sobre las formas de organización que configuran las colaboraciones. Un aporte en ese sentido es el de Cricelli & Grimaldi (2010) quienes presentan un modelo conceptual de las colaboraciones inter-organizacionales basadas en conocimiento y proponen distintas tipologías y enfoques de gestión. Esas tipologías se basan en cuatro criterios:

- Velocidad de aplicación del conocimiento: Capacidad de los colaboradores de aprovechar el conocimiento disponible.
- Grado de complementariedad de conocimientos: Según este criterio los autores proponen una clasificación del conocimiento en dos tipos. El primero es el sinérgico, cuando los participantes de la colaboración cuentan con un conocimiento tácito y heterogéneo sobre un tema o proceso. El segundo es el complementario, cuando el conocimiento es explícito y/o puede ser fusionado fácilmente para ser explotado.
- La misión o propósito: Se refiere al objetivo estratégico para el cual fue creada. Las redes de producción o negocios buscan explotar conocimiento disponible para lograr beneficios económicos y las de aprendizaje se proponen generar nuevo conocimiento.
- Grado de coordinación: Asociado a la posición de la empresa en la colaboración en relación a sus socios.

Los autores combinan estos criterios en parejas para construir su tipología de redes. En primera instancia, cruzan el criterio “velocidad de aplicación del conocimiento” con el de “grado de complementariedad del conocimiento”, para generar dos ámbitos generales de redes (ver figura 1).

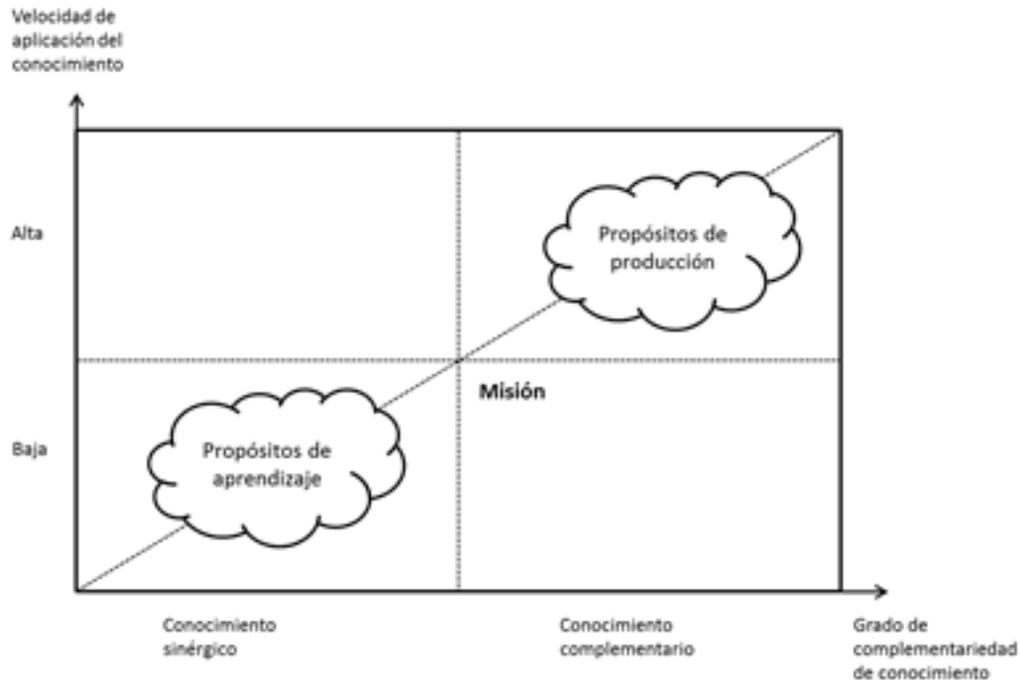


Figura 1. Cruce de los criterios “velocidad de aplicación” y “grado de complementariedad” del conocimiento para generar tipologías de redes. Fuente: Cricelli y Grimaldi, 2010, p. 351.

Al cruzar esos criterios, surgen dos tipos generales de redes, unas orientadas al aprendizaje y otras a la aplicación. Para los autores la naturaleza del conocimiento (sinérgico o complementario) influye en la velocidad de aplicación. Un conocimiento sinérgico requerirá mayores procesos de intercambio para poder ser aplicado, por ello dirige a un aprendizaje recíproco que necesita un tiempo de las partes involucradas. Es por ello que no hay categorías en todos los cuadrantes de la tabla.

El criterio “misión o propósito” se deriva del cruce de las dos dimensiones anteriores. En la figura 2 se puede observar la clasificación final establecida por los autores.

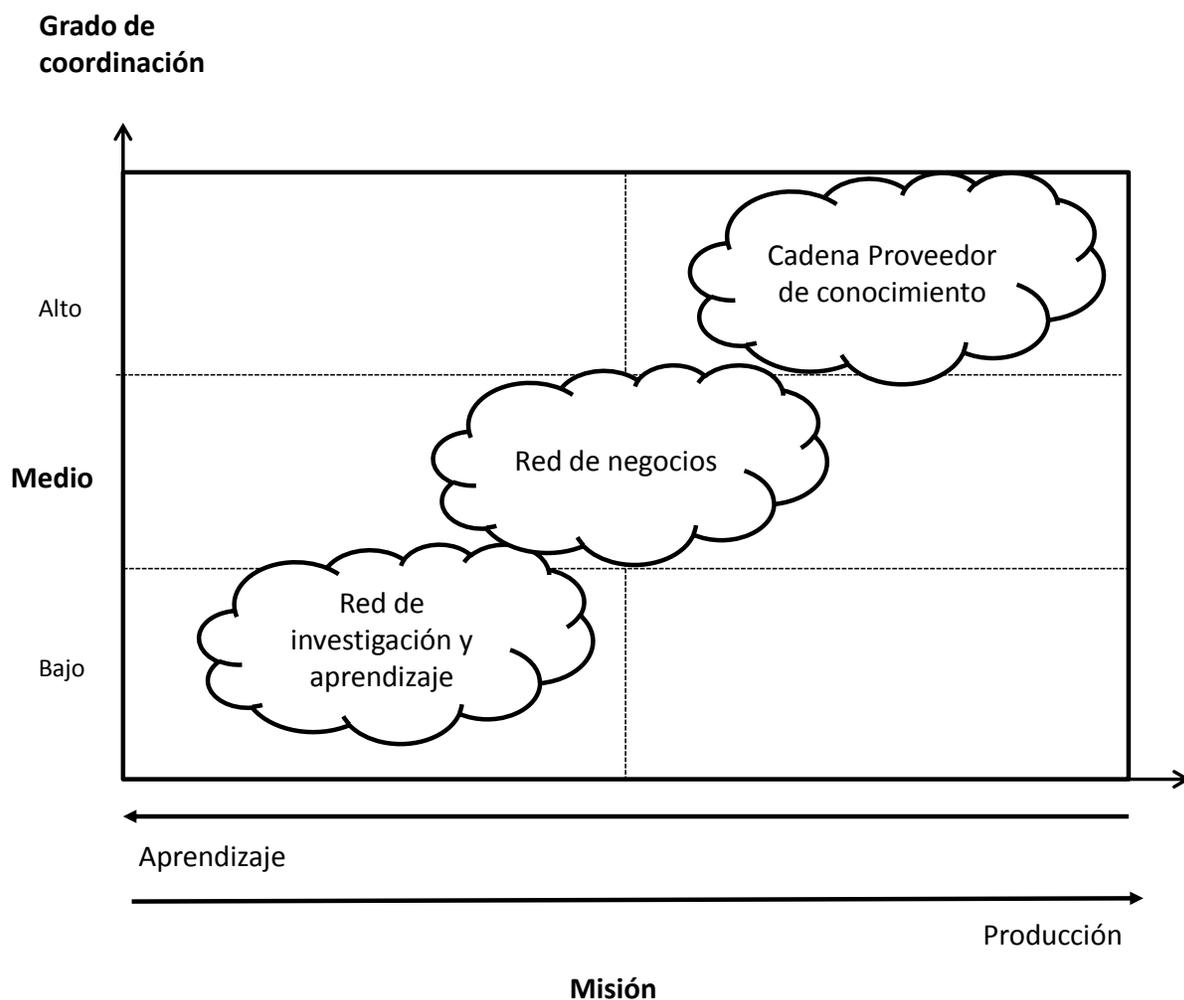


Figura 2. Tipos de redes. Fuente: Cricelli y Grimaldi, 2010, p. 352

A partir de la relación entre los criterios, y el énfasis dado a algunos procesos de gestión de conocimiento (Identificación, creación, almacenamiento, transferencia y distribución, aplicación, capitalización y refinamiento) se muestra a continuación la caracterización de cada una de las cinco tipologías (Ver tabla 1).

Tabla 1. Tipologías de redes inter-organizacionales

Tipo de red	Descripción	Enfasis de los procesos de gestión de conocimiento	Ejemplo
Cadena de conocimiento	Representan un intercambio limitado a capacidades concretas que a los socios les interesa compartir, controlados por la firma líder.	Aplicación	Un contratista y sus subcontratistas
Proveedor de conocimiento	Compuesto por un arreglo productivo de organizaciones que cuenta con una coordinación y hace inventarios de conocimiento previos a los acuerdos para identificar potenciales aportes.	Identificación y transferencia	Red de consultoría de negocios que hace propuestas a partir del conocimiento disponible de los socios.
Red de negocio	Grupos de compañías que explotan y comparten un conocimiento para lograr un propósito común, pero sin una guía central.	Aplicación.	Un <i>joint venture</i> establecido por compañías.
Red de investigación	Cuyo propósito es el desarrollo y la innovación.	Creación.	Red de universidades y/o empresas que colaboran para definir nuevas tecnologías y/o productos de conocimiento
Red de aprendizaje	Busca la actualización y compartir conocimiento entre los socios.	Capitalización y refinamiento.	Organizaciones de educación o comunidades, organizaciones académicas o industriales que buscan compartir contenidos de aprendizaje.

Fuente: Elaborado a partir de Cricelli & Grimaldi (2010)

Esta tipología nos permite asociar tipos y formas de organización con procesos de gestión de conocimiento. Para nuestra investigación esa relación es una de las preocupaciones. Sin

embargo, cuando analizamos las prácticas alrededor de los procesos, pueden surgir formas híbridas de organización. Cricelli y Grimaldi (2010) avanzan en considerar el conocimiento de manera relacional entre los participantes (cuando analizan la complementariedad), pero no está presente en su enfoque la red performativa, la que surge a través de las prácticas como una forma más de conocimiento. Ese es un punto que nos ilustran Lawrence, Hardy y Phillips (2002) en su propuesta de protoinstituciones, aquellas formas de organización que quedan como un resultado de segundo orden¹⁵ de las colaboraciones que se configuran y están latentes para nuevos intercambios a futuro. Otro punto que no tocan, y es natural, dado su propósito de conceptualización, es cómo pueden coexistir varios tipos de configuración. Además la propuesta parte del supuesto de que hay consenso sobre los objetivos de la red. En este punto nuestro terreno, las NCT, nos ilustra que pueden existir formas de colaboración e intercambio con relaciones de tensión y divergencias.

En el contexto de organizaciones de investigación, Wagner (2008) propone cuatro tipos de redes:

- Proyectos de megaciencia: Son organizados de arriba hacia abajo, altamente centralizados y con objetivos específicos alrededor de un gran equipo.
- Geótica: Actividades que requieren compartir un recurso en un lugar específico (puede ser un fenómeno localizado en una región geográfica). Combina una coordinación general con proyectos individuales definidos de abajo hacia arriba.
- Proyectos participativos: Cuentan con una planeación de arriba hacia abajo, pero son ejecutados en múltiples sitios.
- Proyectos coordinados: Iniciados por los científicos de abajo hacia arriba en varios lugares y altamente distribuidos.

Podemos asociar esas tipologías de redes a unas motivaciones de creación y a los objetivos científicos, lo cual proporciona elementos sobre posibles esquemas inter-organizacionales. Sin

¹⁵ No son un resultado previsto dentro de los objetivos de las colaboraciones, sino que van mas allá de los propósitos establecidos. Podríamos interpretarlo como un aprendizaje sobre cómo construir las redes.

embargo, en cada uno de estos arreglos es necesario profundizar en las prácticas que dan vida a las redes y cómo los actores involucrados gestionan ese conocimiento. Este enfoque puede ser una entrada para contrastar las políticas de creación de redes de arriba hacia abajo con otras formas emergentes.

Wagner (2008) además propone dos estrategias para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación: inversión (*sinking*) o intercambios y comunicación (*linking*). Argumenta que la primera se debe adoptar en campos donde se requiere una capacidad nacional soportada en infraestructura y la segunda cuando pueden desarrollarse las áreas usando recursos localizados en otras regiones con las cuales se genera un intercambio. Como limitantes de este enfoque, Rigas Arvanitis (2011) señala el asumir una igualdad de acceso a recursos por parte de los investigadores de los distintos países y no considerar las prácticas colectivas distribuidas.

Otra tipología la plantea Vinck (1999), a partir del estudio de redes de cooperación científica en el marco de un programa europeo de investigación y desarrollo en el campo de ciencias médicas y salud pública. El autor propone cinco tipos de redes:

- Red fórum: Reúne investigadores que intercambian ideas y resultados y son evaluadas por el número de publicaciones en revistas científicas internacionales. Este tipo de red genera nuevos proyectos individuales y nuevas cooperaciones bilaterales entre grupos de investigación. No necesita ninguna estandarización pero sí muchas interacciones formales e informales con respecto a un conocimiento complejo, exploratorio y provisional (hipótesis, conceptos, métodos, resultados intermediarios). Se basa en intercambios "tradicionales" tales como talleres y simposios. Permite estructurar una comunidad científica en torno a los temas de investigación, los objetos de estudio o las metodologías. Se presenta cuando se organizan pequeñas comunidades especializadas y exploran temas en la frontera de las disciplinas.
- Constitución de una infraestructura sociotécnica: Se crea un espacio de intercambio gracias a una infraestructura común y se avanza en generar mecanismos para hacer comparables los resultados. Este tipo de red produce una armonización de las prácticas de investigación. Es la versión fuerte del foro porque permite a los investigadores,

además de intercambiar sus ideas, intercambiar, comparar y agregar nuevos datos a sus datos, gracias a la labor de armonización y estandarización de las prácticas de los investigadores, su lenguaje y sus instrumentos. Muchos objetos intermediarios (Vinck, 1999) pasan de un equipo a otro (muestras, materiales y protocolos de referencia) mientras que el equipo común (laboratorios de referencia, instrumentos compartidos) proporciona una mayor coherencia en el procesamiento de datos. La alineación de los laboratorios involucrados genera una frontera que separa poco a poco los que están en la red y los que están fuera de la red. En la red, las producciones científicas locales circulan y se entienden de un grupo de investigación al otro. Fuera de la red, las producciones científicas están condenadas a seguir siendo locales, irrepetibles, incomparables e inutilizables.

- Red de producción de resultados científicos comunes: Se organiza alrededor de una recolección y tratamiento de datos mediante protocolos y formatos comunes. La red es una estructura de recolección de datos y/o de muestras. Moviliza a un gran número de actores locales (investigadores, industriales, médicos) para que produzcan datos, muestras. Son entonces agrupados, comparados y almacenados en un laboratorio, una colección, una base de datos o un banco de muestras. La coordinación de este tipo de red se hace a través de la gestión de la circulación de documentos (papel, archivos digitales) y la gestión de bases de datos de gran tamaño. La red a veces se subdivide según la región o el tema. Se utiliza para monitorear un fenómeno (por ejemplo epidemiológico), prácticas (médicas, por ejemplo) o para evaluar una técnica. Más allá de la investigación, algunos se han establecido como un servicio público permanente.
- Red polarizada alrededor de un intermediario fijo: Una facilidad centralizada (un gran instrumento, un centro de pruebas, un laboratorio de referencia) condiciona los intercambios y hay una fuerte diferenciación entre los encargados de la infraestructura y los usuarios. Los grupos de investigación tienen enlaces con el equipo central a través de los objetos intermediarios. La gestión del acceso a la facilidad centralizada es estratégica y produce también una armonización de las prácticas de los grupos.

- Proyecto tipo industrial: Se orienta alrededor de un objetivo específico y es compuesto por grupos variados y complementarios, que actúan en diferentes momentos en función de la evolución y del avance del proyecto. Se caracteriza por una especialización de cada grupo y una integración de las tareas entre grupos. Se encuentra en el caso de desarrollo de nuevos tratamientos e instrumentos.

El autor argumenta que la coordinación no se reduce a las normas comunes de los actores o a reglas organizacionales, sino que también se relaciona con la concepción y puesta en circulación de intermediarios, entidades físicas que conectan actores humanos. Esta perspectiva permite considerar elementos de las prácticas asociadas a esas coordinaciones.

La literatura revisada en esta sección permite dar cuenta de una diversidad de arreglos en el ámbito inter-organizacional que implica que, probablemente, no se pueda pensar en una forma única la gestión del conocimiento. No hay un *“one best way”* de la gestión de conocimiento inter-organizacional; la gestión depende de los tipos de redes o ensamblajes. Pero las tipologías sugieren que, si bien no hay un *“one best way”* se puede pensar sin embargo en un número limitado de tipos de problemas de gestión del conocimiento.

Un punto que queda abierto es cómo coexisten las configuraciones en red que se dan a partir de las prácticas con los diseños de red que promueven algunas políticas de ciencia, tecnología e innovación. Ello nos lleva a indagar contextos en los cuales surgen formas de organización en red de abajo hacia arriba que operan al mismo tiempo que mecanismos de coordinación *“formales”*. Estas preguntas vienen de un contexto que nuestro terreno de NCT hace visible debido a que las dinámicas de colaboración guiadas por las políticas de ciencia, tecnología e innovación pueden derivar en varias formas de integración. En la literatura no está presente el cómo gestionan la pertenencia a esas formas de colaboración los distintos participantes ni la manera en la que varias modalidades de intercambio pueden co-existir. La teoría del actor red nos muestra las asociaciones como un proceso en construcción. Ello puede alimentar los enfoques de gestión de conocimiento. Consideramos que es un punto en el que se pueden presentar aportes.

3.3. Proximidades y relaciones inter-organizacionales

Un tema de interés frecuente alrededor de las relaciones inter-organizacionales es cómo afecta la distancia entre los socios las evoluciones y resultados de la colaboración. Ante las dinámicas actuales de producción de conocimiento en esquemas multilocalizados, esa pregunta se ha recontextualizado para tomar varias dimensiones de proximidad además de la geográfica.

Joris Knobens y Leon Oerlemans (2006) hacen una revisión sobre distintos tipos de proximidad y distinguen tres que son relevantes para las colaboraciones inter-organizacionales: geográfica, organizacional y tecnológica. La geográfica (territorial, espacial, local o física) puede ser vista en términos absolutos en medidas de distancia, o relativa, considerando por ejemplo, tiempos de transporte. La importancia de esta dimensión para las colaboraciones inter-organizacionales se asocia a que puede facilitar los encuentros cara a cara y el intercambio de conocimiento tácito. La organizacional describe un espacio compartido de relaciones, incluyendo elementos cognitivos, institucionales, culturales y sociales. Su importancia en la colaboración inter-organizacional se deriva de una similitud entre los socios que podría estimular los intercambios. La proximidad tecnológica se asocia con las bases de conocimiento y experiencias tecnológicas compartidas e influencia qué tanto los socios pueden aprender realmente unos de los otros. La relevancia para contextos inter-organizacionales tiene que ver con la capacidad de absorción, o de reconocer el valor de nuevo conocimiento externo y aplicarlo.

En las proximidades organizacional y tecnológica inciden las estrategias de aprendizaje, que pueden ser de explotación y exploración de conocimiento (March, 1991). La explotación se basa en profundizar en las bases de conocimiento existentes, aprovechar “las certezas”, las capacidades acumuladas. La exploración busca acceder a áreas de conocimiento nuevas que implican un mayor nivel de incertidumbre. En la explotación podrían buscarse relaciones con actores próximos en las dimensiones organizacional y tecnológica y en la exploración podría ser deseable una mayor distancia. En ese aspecto, las estrategias de aprendizaje se asocian a un elemento relacional: qué tan similar es el tipo de socio a la organización. Algunas investigaciones empíricas muestran los beneficios de la diversidad. Un estudio sobre relaciones

inter-organizacionales para innovaciones en producto (Kang y Kang, 2010) caracteriza los colaboradores de las empresas según sean competidores, clientes, proveedores o universidades. Encuentran una incidencia positiva en la innovación de las colaboraciones con clientes y universidades y negativa para los otros tipos de socios.

Son diversos los estudios que muestran que las proximidades no-geográficas pueden tener mayor peso en las colaboraciones que la espacial (Autant-Bernard et al., 2007; Balas y Palpacuer, 2008; Knoblen y Oerlemans, 2011; Messeni Petruzzelli, Albino, Carbonara, 2009; Pandza et al., 2011). Nooteboom et al. (2007) relacionan las colaboraciones con la novedad y la capacidad de absorción. Señalan que el aumento en la distancia cognitiva (en términos de conocimiento tecnológico) puede generar problemas y oportunidades. Una baja distancia cognitiva puede ayudar en la explotación (profundización en la base de conocimiento), pero no en exploración (diversificación de áreas). Narula y Santangelo (2009), muestran la relevancia que puede tener para la industria la proximidad espacial de sus colaboradores verticales o no competitivos. Las proximidades, sin embargo, son interdependientes. Las estrategias de gestión de conocimiento pueden verse beneficiadas cuando se integran varias dimensiones de proximidad (Messeni Petruzzelli, Albino y Carbonara, 2007). Por ejemplo, Johanna Hautala (2011) estudia los procesos de creación de conocimiento en grupos de investigación de universidades finlandesas que tienen un líder extranjero y encuentra que la dinámica de construcción de proximidad cognitiva permite la creación de conocimiento ante la baja proximidad en otras dimensiones.

Una articulación entre enfoques de conocimiento y dimensiones de proximidad entre actores la hace Oliver Ibert (2007). El autor contrasta dos argumentos de la geografía de creación de conocimiento. Uno de ellos es el de aglomeración, que hace énfasis en la proximidad espacial como posibilitador del intercambio de conocimiento. El otro es el de lugar o sitio, "*place*", que considera la producción de conocimiento como una práctica con una combinación de instancias co-localizadas físicamente y distribuidas.

Esta discusión sobre variadas proximidades genera una dimensión de análisis para nuestra pregunta de investigación sobre las prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional.

Estudiar la temporalidad de los procesos de gestión de conocimiento pasa por el análisis de la manera como evolucionan las proximidades. Muestra de ello es que algunas de las tipologías de redes que discutimos en la sección anterior se asocian a una mirada relacional del conocimiento entre los participantes de las colaboraciones y ello se traduce en unas proximidades.

Contextualizando esta literatura en algunos de los aspectos sobre los que nos interroga nuestro terreno de NCT, vemos que la dimensión de coexistencia de relaciones formales e informales entre las organizaciones que colaboran puede asociarse a varios tipos de proximidad operando al mismo tiempo. También la participación de las distintas disciplinas en NCT tiene que ver con la proximidad (cognitiva, tecnológica) que encontramos en el terreno. Pero lo interesante es estudiar cómo los actores se aproximan y se alejan en los arreglos de colaboración y cómo esto influye en los procesos de gestión de conocimiento. La literatura describe la proximidad en términos de una “fotografía” de relaciones entre actores en un momento dado. Un elemento que está ausente es cómo se manejan un aumento y disminución de las distancias y eso se relaciona con los procesos colectivos de producción de conocimiento. Allí la indagación por el lugar, el “*place*” en el que se generan los procesos de gestión de conocimiento nos dirige a tomar la práctica como un conector de distintos sitios.

Otro elemento asociado con nuestra pregunta, y especialmente en el terreno que nos preocupa, es la relación entre las proximidades y las políticas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación. Dichas políticas, aún en el caso que promuevan formas de organización distribuidas como redes, siguen teniendo un componente geográfico fuerte e incluyen la definición de áreas estratégicas y de inversiones ligadas a un interés de desarrollo regional o nacional. Las dinámicas de producción de conocimiento enfrentan en ese escenario una tensión/articulación de una pertinencia, normalmente asociada a una localización geográfica, con unos intercambios y procesos de visibilización que se mueven en otras dimensiones de proximidad.

3.4. Mediadores de conocimiento

Un mediador se entiende como un actor o elemento que ayuda a vincular a otros o está entre ellos. Pero a diferencia de un comisionario o un vector que vincula algo entre dos actores sin ningún cambio, el mediador introduce adaptaciones para que la transferencia sea eficiente. Por ejemplo, un embajador es un mediador en el sentido que no se limita a repetir el mensaje que manda su país; él lo adapta tomando en cuenta la cultura del país que lo acoge para que su recepción sea eficiente. En el campo de la gestión de conocimiento los roles de mediación han sido identificados como relevantes para los procesos de intercambio, tanto en perspectivas de conocimiento como activo, como en las de conocimiento como práctica. Mientras para las primeras los mediadores son conectores entre unos “vendedores” y “compradores” de conocimiento, para las segundas se trata de actores o elementos que hacen parte de la red de interacciones y de las co-construcciones. En esta sección presentaremos varios enfoques de la noción de mediador desde diferentes tradiciones teóricas y la manera como aportan a nuestra pregunta e interés de investigación.

3.4.1. Mediadores humanos y no humanos

Los estudios CTS han mostrado que en las dinámicas de producción de conocimiento intervienen mediadores heterogéneos, humanos o no humanos. A veces los objetos ocupan un papel central. Discutiremos ese fenómeno a la luz de aportes provenientes de la teoría del actor-red, el interaccionismo simbólico y el enfoque de culturas epistémicas.

La teoría del actor-red (Callon, 1995; Latour, 2008; Law & Callon, 1992) plantea una aproximación a los procesos de diseño, innovación y producción de conocimiento a través del análisis de las redes sociotécnicas que se generan en su desarrollo. Esa dimensión sociotécnica da cuenta de la heterogeneidad de los elementos que las conforman, ya que están compuestas por actores humanos y no humanos. Esas redes se construyen poco a poco, a partir de un proceso denominado de traducción, con cuatro momentos:

- 1) La problematización: Es la definición de un conjunto de actores y la identidad que tendrán en una red en la cual quien la promueve espera convertirse en un punto de pasaje obligado para otros. El escenario establecido delinea una serie de hipótesis sobre esas identidades que entran en negociación y se ponen a prueba durante los otros procesos (Callon, 1995).
- 2) El interesamiento: Es un conjunto de acciones mediante las cuales una entidad intenta estabilizar la identidad que ha definido de otros actores durante la problematización. (Callon, 1995).
- 3) El enrolamiento: Es la definición y asignación de un conjunto de roles a actores que los aceptan dentro de una red. Esa aceptación no está garantizada, podemos encontrar disidencias, actores que no son enrolados, o generan un contra-enrolamiento, es decir, establecen redes alternas (Callon, 1995; Callon y Law, 1998).
- 4) Movilización de aliados y construcción de portavoces: La movilización de aliados se refiere a unos desplazamientos y transformaciones para que actores que antes no estaban articulados lo estén. En ese proceso se establecen portavoces, actores que están en capacidad de hablar por otros y son aceptados como sus voceros (Callon, 1995). Quienes son representados actúan a distancia a través de su portavoz, las mediaciones les permiten estar presentes a partir del proceso de traducción (Latour, 2008).

Cuando se logra la traducción, la red se comporta como un actor (la densidad interna de la red hace que ella opere como un punto). De allí surge la noción de actor-red. Es a la vez una red compuesta de elementos heterogéneos y un actor que se constituye en un vocero que los representa. Sin embargo, la estabilidad de esa red no está garantizada. La incertidumbre sobre la naturaleza de las entidades que la conforman siempre está presente. Bruno Latour (2008) señala que ello se debe a que en ocasiones se comportan como intermediarios, que *“transportan significado o fuerza sin transformación, [es decir que] definir sus datos de entrada basta para definir sus datos de salida”* (p. 63), y en otras como mediadores, que *“transforman, traducen, distorsionan y modifican el significado o los elementos que se supone que deben transportar”* (p. 63).

Otra noción de intermediario es la que plantea Michel Callon (1991): algo *“pasando entre actores que define la relación entre ellos”* (p. 134). Para este autor los intermediarios pueden ser: a) textos o inscripciones literarias, b) artefactos técnicos, c) seres humanos con sus habilidades, conocimientos y saber-hacer, y d) el dinero en sus distintas formas. Sin embargo, esta tipología, argumenta el autor, corresponde a casos límites porque los intermediarios son en la práctica híbridos, una combinación de los elementos descritos.

Dominique Vinck (1999), a partir del estudio de redes de cooperación científica en el campo de ciencias médicas y salud pública que mencionamos en la sección 3.2, propuso la noción de objeto intermediador, como aquella entidad física que conecta a los actores humanos. En su estudio el autor identificó que los investigadores de las redes dedicaban un considerable tiempo y esfuerzo para construir esos objetos, configurarlos y ponerlos a punto para que pudieran ser un soporte de los intercambios en el seno de ellas. Tenían una presencia importante en los mecanismos de coordinación. En esas redes los objetos eran fijos o circulantes. Para los fijos, las articulaciones de actores humanos se realizaban alrededor de ellos (ejemplo: una plataforma de caracterización de materiales). Los circulantes eran aquellos que pasaban de un actor a otro (ejemplo: un texto, un archivo con datos, una muestra). Vinck (2009b, 2011) resalta dos procesos con los cuales estaban asociados estos objetos en las redes de cooperación científica: representación y traducción.

En la representación, el objeto incorpora trazas de los actores que lo configuran y sus relaciones. El objeto dice cosas sobre sus autores y las condiciones sociotécnicas de la actividad. En la traducción, el objeto no se reduce a la intención de su autor, ya que la materialidad introduce algo nuevo a la acción.

En estudios posteriores, los objetos intermediadores mostraron ser centrales también en ámbitos de diseño, innovación, ingeniería y actividades en el seno de laboratorios. A partir de su aplicación en diversos contextos, Vinck (2011, 2012) propone la noción de equipamiento como el trabajo colectivo de dotar de marcas, códigos y elementos a los objetos intermediarios para que puedan ser enrolados en el espacio de intercambio entre actores. Así, este equipamiento produce transformaciones tanto en los objetos, como en los colectivos de

trabajo. Por ello, identificar las modalidades de equipamiento contribuye a entender las prácticas asociadas¹⁶.

El autor resalta que los roles de los objetos son performativos porque se dan en la acción y no constituyen una característica intrínseca de ellos. Los *“objetos ganan y pierden su estatus”* (Vinck, 2009b, p. 63).

Algunos roles que pueden tomar esos objetos son mediador, marcador temporal o diferenciación de espacios privados y públicos de trabajo (Vinck, 2009b, 2011). Es mediador cuando el objeto interactúa con los actores en presencia, soporta los intercambios, pero no es un registro de memoria, debido a su baja codificación (ejemplo: un documento borrador que se usa en una discusión). En ese sentido, la visión de mediación es cercana a la planteada por Latour (2008), por cuanto el objeto no transmite fielmente unas intenciones. Vinck plantea que los objetos que siguen su plan inicial, y tienen un alto nivel de codificación para ello son comisionarios y no mediadores.

Como marcador temporal permite rastrear las fases de una actividad (ejemplo: documentos de un proyecto en distintas etapas). Como diferenciación de espacios privados y públicos de trabajo, son una forma de observar los cambios que se dan cuando se pasa del trabajo individual al colectivo (ejemplo: un cuaderno de notas para uso personal del cual se extraen puntos importantes para construir otro texto que pueda compartirse con el equipo de un proyecto). En síntesis, la teoría del actor-red aporta elementos para entender que en la mediación pueden estar presentes actores heterogéneos y que es un rol que se asume en algún momento en el proceso de construcción de las redes sociotécnicas, pero no está dado de antemano. Los mediadores conectan a otros actores, traducen, transportan significados o desplazan y pueden ser actores humanos, no humanos o híbridos.

Otras contribuciones a la comprensión de las dinámicas sociotécnicas de intercambio en las organizaciones vienen del interaccionismo simbólico. Esta tradición hace énfasis en las

¹⁶ Vinck resalta este aspecto para las prácticas de diseño e innovación en ingeniería, tema de su artículo del 2011, pero es también aplicable a las prácticas de gestión de conocimiento que estudiamos en esta tesis.

interacciones observables entre los individuos y la interpretación que hacen ellos de la situación. Dentro de esta escuela, el trabajo seminal de Susan Leigh Star y James R. Griesemer (1989), aporta la noción de objeto frontera (ver anexo 2)¹⁷ con la motivación de analizar el trabajo cooperativo en un museo de historia natural. En su propuesta Star y Greisemer parten de los planteamientos del enfoque de la traducción de la teoría del actor red, pero cuestionando el énfasis que se da al interesamiento por parte de un solo actor y poniendo en escena una perspectiva ecológica, es decir, desde distintos puntos de vista.

Para los autores, un objeto frontera es aquel que se construye en la intersección de varios mundos sociales, o grupos que emergen a partir de las interacciones alrededor de una actividad. Tiene la plasticidad para adaptarse a las restricciones y necesidades de cada mundo social y la robustez para mantener la identidad a través de los múltiples sitios que habita (Star y Greisemer, 1989, Trompette & Vinck, 2009).

Esos objetos tienen tres características fundamentales (Star, 2010): la flexibilidad interpretativa, la estructura material y organizacional asociada, y los procesos que suponen su descripción.

La flexibilidad interpretativa se refiere a la manera como son adaptados en cada mundo social. En un objeto frontera pueden coexistir varias interpretaciones, aún divergentes.

La estructura material y organizacional asociada se refiere a las infraestructuras que están alrededor de esos objetos. Dichas infraestructuras son invisibles en la medida que sólo se

17 Al leer el trabajo de Susan Leigh Star y el homenaje que le fue hecho al momento de su muerte en la "*Revue d'anthropologie des connaissances*" (2010) nos damos cuenta que fue una investigadora que luchó por pensar en las personas que quedan por fuera de las "categorías", en palabras que resalta Geoffrey C. Bowker en dicho homenaje, en los "huérfanos de la infraestructura". Es por ello que es contradictorio con su espíritu mirar su trabajo a la luz de una herramienta hegemónica como la *Web of Science*. Sin embargo, nos permitimos en el anexo 2 mostrar que en esa base de datos a través de nuestras búsquedas encontramos que su artículo de 1989 escrito con Griesemer es el más citado (1283 citaciones a julio de 2013) de los resultados que obtuvimos para el tema de mediadores. Para una discusión sobre la evolución de la noción de objeto frontera y varias contribuciones alrededor del tema, ver los dos números especiales dedicados a esta perspectiva en la "*Revue d'anthropologie des connaissances*" (el n° 1 del volumen 3, 2009 y el n°1 del volumen 4, 2010).

despliegan siguiendo la construcción, puesta a punto y dinámicas generadas alrededor de los objetos (Star, 1999). Cada objeto frontera se conecta con otros y unas formas de organización.

En cuanto a los procesos que suponen su descripción, los objetos frontera permiten dar cuenta de las situaciones de cooperación sin que sea necesario el supuesto del consenso entre los actores participantes.

Otro acercamiento a las dinámicas sociotécnicas de la producción de conocimiento lo hace Karin Knorr Cetina con su propuesta de culturas epistémicas (1999). La autora analiza el contexto de la sociedad del conocimiento, el cual, plantea, no es simplemente una sociedad con más expertos, sino un escenario en el que los procesos de producción de conocimiento hacen parte del tejido social: *“necesitamos rastrear las formas en las que el conocimiento ha llegado a ser constitutivo de las relaciones sociales”* (1997, p. 8). En esos contextos, la experticia depende de unas relaciones con los objetos y requiere, según la autora, pensar en formas de socialidad¹⁸ centradas en objetos.

La autora argumenta que las culturas epistémicas son una característica estructural de la sociedad del conocimiento y las define como *“amalgamas de acuerdos y mecanismos - unidos a través de la afinidad, necesidad y coincidencia histórica - que, en un campo dado, constituyen la forma en que sabemos lo que sabemos”* (Knorr Cetina, 1999, p.1). Contrastando las culturas epistémicas de la física de altas energías y la biología molecular, Knorr Cetina encuentra distintos arreglos organizacionales, experimentales y de prácticas. En la física de altas energías predomina una estructura comunitaria de trabajo alrededor de la experimentación, una estrecha relación entre las máquinas y las personas que las operan, así como un fenómeno que la autora denomina de *“humanización de las máquinas”*, al atribuirle características como la edad. En la biología molecular predomina el trabajo individual con protagonismo de un líder y el tratamiento de los organismos como sistemas y sitios de producción (máquinas moleculares). Argumenta que esos contextos se caracterizan por una gestión centrada en objetos o gestión

¹⁸ Knorr Cetina (1997, p. 17) define la socialidad en términos generales, como *“formas de agrupamiento, vinculación, mutualidad y reflexividad entre humanos”*.

por contenidos¹⁹, esto es, la gestión que *“mantiene la proximidad con objetos y es estructurada alrededor de ellos”* (p. 243). La coordinación se logra a través de una cognición distribuida que opera también como forma de gestión.

En las formas de socialidad descritas los objetos de conocimiento o epistémicos, entran a ser un punto relevante. Ellos surgen como elementos cambiantes y permanentemente en desarrollo, asociados a las preguntas, indagaciones y posibilidades de generación de nuevo conocimiento. Los objetos de conocimiento son incompletos y tienen una ontología desplegada, es decir, existen simultáneamente en varias formas materiales, por ello tiene un papel vinculante de los colectivos²⁰. Combinan la presencia (lo que se ha logrado) y ausencia (las expectativas futuras de responder otras preguntas, de alcanzar nuevos desarrollos). En esa dirección, los objetos epistémicos involucran una situación que ha sido trabajada en la sociología del apego y que muestra Antoine Hennion (2013) para el caso de los aficionados a la música y su vinculación a su objeto de pasión. *“Ello no quiere decir que ellos se engañan a sí mismos sobre él [objeto], sino que le toman en serio, que hacen lo necesario para experimentarlo en todo el sentido de la palabra y por tanto acumulan una experiencia sin dejar de cuestionar la manera como esos objetos despliegan sus efectos”* (p. 12).

Hay varios puntos de encuentro entre los enfoques expuestos. Si bien la noción de objeto frontera desde su nacimiento entra en diálogo con el enfoque del actor-red, toma distancia de él con su aproximación ecológica de los procesos de traducción, es decir, que pueden tomar lugar desde múltiples sitios. Vinck (2009b) plantea que en algunos casos los objetos intermediarios se transforman en objetos frontera a través del trabajo de equipamiento. Ello sucede cuando el objeto intermediario o una colección de ellos se construyen alrededor de

¹⁹ “Object-centered management” o “management by content” en inglés.

²⁰ Por ejemplo, un grupo de investigación que trabaja sobre recubrimientos de herramientas de corte para mejorar la resistencia a la corrosión, y este objeto de conocimiento se despliega en varias formas materiales: muestras de laboratorio recubiertas con las capas protectoras, gráficos que ilustran curvas de comportamiento del material, artículos científicos en los que los investigadores reportan los resultados, entre otros. Varias formas materiales se asocian a esos arreglos organizacionales y de prácticas vinculados a formas de conocer.

elementos estructurantes o remiten a una infraestructura invisible, asociada a un trabajo colectivo.

La noción de objeto de conocimiento de las culturas epistémicas nos lleva a un contexto en el que las preguntas y el deseo de responderlas son estructurantes de la configuración de los colectivos. La ontología desplegada de esos objetos de conocimiento se puede asociar a la existencia de objetos intermediarios interconectados, pero a diferencia de los objetos frontera, este escenario no privilegia las relaciones de cooperación.

Un punto común en las tres nociones (objeto intermediario, frontera y epistémico (o de conocimiento)), es que resaltan la performatividad de los objetos y su rol en procesos de intercambio. En cuanto a las diferencias, la noción de objeto frontera se propone como algo que posibilita el trabajo cooperativo, pero la de objeto intermediario da cuenta de múltiples relaciones, no necesariamente cooperativas, es algo que está entre los actores humanos y puede tomar diversidad de roles. Los objetos de conocimiento, al igual que los objetos intermediarios no le dan prelación a las relaciones cooperativas, pero se centran en los procesos colectivos de generación de conocimiento, resaltando su carácter siempre incompleto que motiva a querer conocer más.

En el contexto de nuestra investigación, las nociones de objeto intermediario, equipamiento, objeto frontera, infraestructuras invisibles y objeto epistémico permiten comprender las dinámicas de conocimiento como práctica, como construcción colectiva que se genera alrededor de ciertos arreglos organizacionales (inter-organizacionales en nuestro caso). Estudiar el conocimiento como práctica, argumentamos, es dar cuenta del trabajo colectivo de equipamiento y de infraestructuras invisibles que se originan a partir de los intercambios. Frente a las preguntas derivadas de nuestro terreno, estas perspectivas contribuyen a observar dinámicas colectivas de interacción con componentes formales (red tal como se organiza a partir de las políticas) con informales (intercambios de los actores). También aportan en el abordaje de la dimensión temporal. La noción de cultura epistémica, entendida como un ámbito de prácticas, contribuye a indagar sobre las dinámicas de relación entre las disciplinas presentes en los casos estudiados de NCT.

Los enfoques anteriores han influenciado las teorías organizacionales²¹ para tener en cuenta la materialidad de los procesos. Sobre ese punto profundizaremos en la sección siguiente.

3.4.2. La mediación sociomaterial del conocimiento como práctica

En el capítulo 2 planteamos que la perspectiva de conocimiento como práctica incorpora un abordaje sociomaterial. La consideración de los objetos o arreglos sociotécnicos en las dinámicas colectivas de conocimiento²² ha mostrado su fecundidad en el estudio de ámbitos inter-organizacionales o situaciones de borde (entre disciplinas, entre áreas). En esta sección discutiremos varios aportes que se han dado a esa dimensión sociomaterial, y sus implicaciones para la gestión de conocimiento inter-organizacional.

En una propuesta que toma en consideración varias tradiciones teóricas, Davide Nicolini, Jeanne Mengis y Jacky Swan proponen un esquema que permite identificar distintos roles de los objetos en la colaboración entre disciplinas (2012). Basados en las nociones de objetos frontera, infraestructuras materiales, objetos epistémicos y de actividad, aportan elementos para estudiar los objetos de manera simétrica, esto es, considerando roles facilitadores de colaboraciones, así como también de fuente de cambio y conflicto. Ilustran su perspectiva con el caso de desarrollo de un bioreactor que requiere la participación de diversas disciplinas. Argumentan que existen unos objetos primarios de la colaboración, que la motivan (objetos epistémicos y de actividad), unos secundarios que facilitan el trabajo entre los bordes (objetos frontera) y otros terciarios (infraestructura “mundana”, como por ejemplo la red telefónica o de correo electrónico). Los autores resaltan que el rol de los objetos no está predefinido y puede cambiar en el tiempo. Argumentan que tomar como entrada empírica los objetos permite

²¹ La revista “*Organization*” dedica el número 3 del volumen 12 (2005) al tema de los objetos en los estudios organizacionales. (El tema del número especial se titula “*The Rise of Objects in the Study of Organizations*”).

²² La revista “*The Learning Organization*” publicó en el 2009 un número especial (Volumen 16, N° 5) reuniendo varios aportes del subgrupo “*Practice-based Studies of Knowledge and Innovation in Workplaces*” (Estudios basados en prácticas del conocimiento e innovación en el lugar de trabajo) del “*European Group for Organizational Studies – EGOS*” (Grupo Europeo para Estudios Organizacionales). En ese número la dimensión sociomaterial de las prácticas es central en los artículos incluidos. Para mayor información sobre EGOS consultar el sitio web oficial: <http://www.egosnet.org/home>

identificar por qué y bajo que condiciones se presentan las transiciones y cambios en los esfuerzos colaborativos. Esos puntos han sido también señalados por Vinck (2011), cuando muestra la dimensión performativa de los objetos intermediarios y su rol de marcadores temporales. En la misma dirección, Connie Svabo (2009) señala que las entidades materiales pueden estabilizar o desestabilizar los procesos de conocimiento.

En cuanto a los objetos en los intercambios inter-organizacionales, focalizados en el sector de ganadería, Juliet Labatut y sus coautores (2009) estudian la acción colectiva que se realiza a través de la práctica de cualificación de animales²³. Esos autores utilizan como entrada empírica la instrumentación, *“definida como la combinación deliberada de instrumentos y habilidades aplicadas por los actores en la realización de actividades específicas”* (p. 372) y muestran que es un medio de intervención colectiva de las organizaciones participantes. Diferentes alternativas instrumentales tienen distinta legitimidad entre los actores que interactúan. Para el campo de las nanotecnologías, Dorothy Sutherland Olsen (2009) muestra la construcción de una práctica “entretejida” entre varias disciplinas, en la cual las tensiones y diferencias son resueltas alrededor de un objeto común de trabajo. En el contexto de un museo de historia natural, Morgan Meyer (2009) muestra que una base de datos adquiere el rol de objeto frontera político que no está libre de resistencias por parte de sus usuarios y a través del cual se expresan las identidades específicas de los actores vinculados. En el ámbito de la articulación de prácticas y saberes en el sector de la salud, Marie-France Nguyen-Vaillant (2010) estudia la libreta de monitoreo de la diabetes utilizada por los pacientes que padecen esa enfermedad y encuentra que además de su rol de objeto intermediador con el médico, es una traza de las prácticas de regulación desarrolladas y los conocimientos generados. En cuanto a las prácticas de colaboración en los proyectos inter-organizacionales, Berente, Baxter y Lyytinen (2010), estudiando un proyecto de construcción, plantean que cuando se ha consolidado un mundo congruente de objetos entre los integrantes de los equipos de trabajo incorporado en las prácticas, disminuye la necesidad de la interacción física. Las prácticas inter-organizacionales,

²³Determinación de la pertenencia a una raza y clasificación.

argumentan, pueden pensarse como dinámicas dependientes de la consolidación de una congruencia sociomaterial.

Vemos en la literatura presentada que la dimensión sociomaterial de las prácticas ha sido estudiada en diferentes ámbitos, incluyendo contextos inter-organizacionales y de variadas disciplinas. Los objetos pueden tomar distintos roles, y en ocasiones pueden fragmentar o desestabilizar las relaciones. Si bien se ha enfatizado en su papel facilitador de los intercambios, también puede incorporar resistencias o divergencias por parte de los actores. En las prácticas inter-organizacionales la construcción de una congruencia material puede influenciar los tipos de proximidad requeridos. Ello aporta elementos a nuestro contexto de investigación, por cuando para las dinámicas de desarrollo de NCT la observación de los objetos que están en los bordes de las organizaciones participantes puede revelar cambios en los esquemas de intercambio o formas de intervención colectiva. La característica sociomaterial también puede ser un elemento para comprender la coexistencia de arreglos inter-organizacionales inducidos por las políticas de ciencia, tecnología e innovación con prácticas de los actores vinculados.

3.4.3. Agentes mediadores de conocimiento

“Todos los años, por el mes de marzo, una familia de gitanos desarrapados plantaba su carpa cerca de la aldea, y con un grande alboroto de pitos y timbales daban a conocer los nuevos inventos. Primero llevaron el imán. Un gitano corpulento, de barba montaraz y manos de gorrión, que se presentó con el nombre de Melquíades, hizo una truculenta demostración pública de lo que él mismo llamaba la octava maravilla de los sabios alquimistas de Macedonia” [p. 9]...“En el mundo están ocurriendo cosas increíbles”, le decía [José Arcadio Buendía] a Úrsula. “Ahí mismo, al otro lado del río, hay toda clase de aparatos mágicos, mientras nosotros seguimos viviendo como burros”. Quienes lo conocían desde los tiempos de la fundación de Macondo, se asombraban de cuánto había cambiado bajo la influencia de Melquíades” (Gabriel García Márquez, 2007 [1967], p. 17).

En el anterior fragmento de la novela “Cien Años de Soledad” encontramos a Melquíades, aquel gitano que visitaba periódicamente el pueblo de Macondo para traer las novedades que se estaban desarrollando en otras tierras. Podríamos decir que es un antecesor del rol que llamamos agente mediador de conocimiento. Esta analogía nos podría inducir a una perspectiva de conocimiento como objeto o como activo, por la situación que se muestra de alguien que transporta novedades de un lugar a otro. Pero veremos que nos permite discutir varias nociones de agente mediador de conocimiento, para luego ubicarnos en el enfoque que tomaremos en este trabajo.

Son variadas las tradiciones que han aportado a la noción de agentes mediadores de conocimiento. En la literatura anglosajona este concepto corresponde a expresiones como *gatekeeper*, *broker*²⁴ o *boundary spanning*, siendo este último aplicable también a actividades y objetos. En esta revisión conservaremos, cuando sea el caso, la expresión en inglés usada por los autores, pero en las secciones siguientes adoptaremos la noción de agente mediador de conocimiento para referirnos a todos los roles.

En el contexto de redes de transacción, Roger Gould y Roberto Fernandez (1989) proponen cinco tipos de *brokers* con distintas estructuras de mediación para grupos sociales no superpuestos:

- *Gatekeeper*: Un actor que de manera selectiva garantiza a actores externos el acceso a los miembros de su grupo.
- Representante: Es un delegado por uno o mas miembros de su grupo para intercambiar información o negociar intercambios con actores externos.
- *Broker* local o coordinador: Se presenta cuando dentro de un grupo uno de sus miembros se encarga de vincular a los otros.
- *Broker* cosmopolita o itinerante: Un actor externo conecta dos miembros del mismo grupo.

²⁴ El diccionario en línea de la Real Academia Española ha incorporado la palabra “bróker” en un avance de su vigésima tercera edición y lo define como “Agente intermediario en operaciones financieras o comerciales que percibe una comisión por su intervención” (<http://lema.rae.es/drae/?val=broker>).

- Enlace: Conecta distintos grupos sin tener una afiliación previa a ellos.

La clasificación anterior da cuenta de la variedad de roles de mediación que pueden encontrarse, pero cuando se trata de ámbitos de producción de conocimiento los intercambios involucran una traducción y co-construcción. Desde la teoría de redes sociales en el contexto de procesos de innovación, Andrew Hargadon y Robert Sutton (1997) proponen el enfoque de *technology broker* (agente mediador tecnológico). A partir de un estudio etnográfico en una firma de diseño de producto, los autores señalan que las innovaciones se posibilitan por la capacidad de la empresa de explotar su posición en una red en la que trabaja con clientes de más de 40 industrias y fortalece el conocimiento sobre soluciones de esos sectores. La organización actúa como un “*technology broker por introducir esas soluciones donde no eran conocidas y, en el proceso, crear nuevos productos que son combinaciones originales del conocimiento existente en diferentes industrias*” (p. 716). En la misma dirección, Ronald Burt (2004) argumenta que las personas que están expuestas a distintos mundos sociales desarrollan formas alternativas de pensar y actuar, construyendo un capital social asociado a una ventaja que tienen a partir de su localización en la estructura social. Burt aplica estos planteamientos al estudio de una gran empresa americana del sector de la electrónica y encuentra que los actores que conectan grupos sociales que de otra forma estarían desconectados, es decir, llenan agujeros estructurales de las redes, tienen mayores probabilidades de generar y expresar ideas fuera de los caminos tradicionales. En la perspectiva de Hargadon y Sutton, así como en la de Burt, el rol de mediación, tal como en el caso de Melquíades, está asociado a conectar mundos heterogéneos, pero ellos resaltan el conocimiento que puede capitalizar el *broker*. Para una organización o los individuos que la conforman, actuar como *broker* les da una posición privilegiada que ofrece posibilidades de innovación por estar expuestos a la heterogeneidad, poder tomar lo mejor de cada entorno y combinarlo. En la perspectiva de conocimiento como activo (mercados de conocimiento) que discutimos en el capítulo 2, Davenport y Prusak (2000) introducen la noción de mediador²⁵ como aquel que conecta a un “vendedor” y un “comprador”

²⁵ Los autores los llaman indistintamente *knowledge brokers*, *gatekeepers*, “*boundary spanners*”.

de conocimiento. En ese sentido, se requiere que el mediador cuente con información que le permita identificar los potenciales compradores y vendedores de conocimiento. En los enfoques tratados el rol de mediación involucra un espacio de producción de conocimiento que toma elementos de los diferentes contextos en los que participa.

Desde la perspectiva de la teoría del actor-red y del desarrollo basado en el conocimiento, Bernardo Herrera, Astrid Jaime y Dominique Vinck (2006) proponen la noción de “*Mediator Agents of Knowledge – MAK*”. Los autores estudian grupos de investigación de la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia) y encuentran en ellos roles de mediación por parte de los directores que tienen presencia en ámbitos globales y además se comportan como inter-actores entre instituciones locales. Esa mediación articula redes glo/cales con diversidad de sitios de producción de conocimiento.

También en la dirección de articular ámbitos geográficos y relacionales, Andrea Schiffauerova y Catherine Beaudry (2012) estudian las mediaciones de conocimiento en clusters de biotecnología en Canadá a través de co-inventores de patentes. Las autoras encuentran que los inventores extranjeros tienen un rol importante en la conexión de inventores de diferentes clusters del país y que un bajo porcentaje de inventores nacionales actúan como *gatekeepers*, pero su papel sin embargo es crucial en los procesos de innovación.

Frente a los *gatekeepers* de conocimiento y la proximidad, Antonio Messeni Petruzzelli (2008) estudia el rol de mediación de la Universidad Politécnica de Turin. Se pregunta cómo diferentes dimensiones de proximidad afectan la manera como se establecen relaciones de conocimiento entre el *gatekeeper* y otros actores. El *gatekeeper* se define en términos de movilidad de conocimiento en relaciones colaborativas y no colaborativas, evaluadas a través de patentes conjuntas, citaciones de patentes y proyectos de investigación y desarrollo (I+D). Encuentra que la universidad establece activas colaboraciones de explotación de conocimiento con actores próximos en las dimensiones geográfica, organizacional y tecnológica, y relaciones de exploración con actores más distantes tecnológicamente. Ello permite evidenciar estrategias de conocimiento diferenciadas. En un estudio posterior, Messeni Petruzzelli, Vito Albino, Nunzia Carbonara y Daniele Rotolo (2010) profundizaron en el comportamiento de aprendizaje

(explorativo o de explotación) basados en datos de patentes conjuntas registradas para tres universidades británicas, y encontraron que la circulación de conocimiento se influenciaba positivamente por un comportamiento explorativo y fuertes vínculos inter-organizacionales. Sin embargo, si la velocidad de exploración se incrementaba muy rápidamente, se afectaban los procesos al punto de no dar espacio para consolidar e implementar el conocimiento adquirido. Estos trabajos aportan a comprender el rol de los *gatekeepers* de conocimiento y su desempeño en términos de las estrategias adoptadas.

En las contribuciones discutidas sobre mediadores de conocimiento vemos que las perspectivas se centran en evaluar los intercambios en términos de resultados (proyectos o patentes conjuntas) o en la posición de los actores en las redes. También concentran el análisis en cómo un actor que es mediador capitaliza su rol. Para la gestión de conocimiento inter-organizacional quedan abiertas preguntas sobre los procesos de traducción a través de los cuales los actores llegan a ser mediadores o bajo qué condiciones dejan de serlo y qué articulaciones generan la creación de conocimiento en los arreglos inter-organizacionales, más allá de los beneficios que obtienen. La perspectiva de agentes mediadores de conocimiento podría nutrirse también con las consideraciones sobre el trabajo de equipamiento material que posibilita que ese rol genere procesos colectivos.

3.5. Procesos en las zonas fronterizas de los intercambios

La gestión de conocimiento ha abordado la pregunta sobre los procesos a generar en los contextos de interacción inter-departamentales o inter-organizacionales. En ese sentido, Paul Carlile (2002, 2004) en ámbitos de desarrollo de innovaciones en los cuales se tiene un objetivo de convergencia entre los actores, propone un esquema en el que se abordan varias dimensiones de las zonas fronterizas²⁶. Para el autor el conocimiento en esas fronteras tiene

²⁶ La palabra fronteras es una traducción mas precisa de "*boundaries*", pero aquí usamos la expresión "zona fronteriza" tomando la esencia de la noción de "*borderland*" o "*zone franche*" que proponen Anne Marcovich y Terry Shinn (2011) para referirse a una zona donde los practicantes de una disciplina tienen cierto margen de maniobra. No usamos zona franca para conservar la perspectiva de frontera.

tres propiedades relacionales: diferencia, dependencia y novedad. La diferencia se asocia a los variados niveles de conocimiento o al dominio. La dependencia, en la medida en que para lograr los objetivos deben tener en cuenta a los otros actores y coordinar con ellos el desarrollo de un conocimiento común. La novedad se refiere a las circunstancias, y cuando se incrementa requiere un mayor esfuerzo por parte de los actores para compartir y evaluar adecuadamente el conocimiento. Carlile (2004) identifica tres tipos de fronteras: Sintáctica o de procesamiento de información, semántica o interpretativa y pragmática o política.

La sintáctica se basa en la construcción de un lenguaje común y en tener claridad sobre las diferencias y dependencias. El problema se presenta cuando las condiciones son cambiantes y se requiere un mayor esfuerzo para lograrlo.

Las fronteras pasan de ser sintácticas a semánticas cuando la novedad hace que las diferencias y dependencias sean poco claras o ambiguas. En ese escenario, algunas propuestas de gestión involucran roles como *brokers*, equipos multifuncionales, o acciones de colocación.

La transición de fronteras semánticas a pragmáticas se presenta cuando la novedad se deriva en diferencias de intereses entre los actores que tienen que abordar el cambio dependiendo de los otros. Las dificultades surgen no porque tengan que aprender algo nuevo, sino por los costos de transformar el conocimiento actual para que pueda ser incorporado, lo cual puede crear resistencias al cambio.

Según Carlile, gestionar el conocimiento en esas zonas fronterizas requiere identificar qué tipo de situación se encara, ya que tienen niveles diferenciados de complejidad. Si bien esta perspectiva es propuesta para trabajo entre grupos al interior de una organización, permite pensar también ámbitos inter-organizacionales. Esas zonas fronterizas entre las entidades participantes pueden tener distintos componentes. Sin embargo, desde nuestra perspectiva la práctica de intercambio es la que hace emerger los elementos comunes y diferencias. Y en ese sentido, no en todas las situaciones el objetivo es la convergencia. En algunas relaciones inter-organizacionales se presentan zonas de trabajo común con propósitos divergentes. Ese es un interrogante que el terreno de NCT nos presenta, cuando actores heterogéneos se articulan

desde sus preguntas pero sin convergencia en los objetivos y la temporalidad. Otro elemento que pone en el escenario nuestra perspectiva de conocimiento es cómo la mediación material participa en esas “zonas fronterizas”.

También aportando sobre lo que pasa en esas zonas fronterizas, Lind, Holmen y Pedersen (2012), estudiando un caso de un proyecto de investigación inter-organizacional en una planta de biotecnología en Suecia, proponen un esquema para analizar el flujo de recursos combinando las dimensiones de dirección (dentro/fuera del proyecto) y modo (uni-direccional/bi-direccional), encontrando que las situaciones en las que los recursos se intercambian de manera bi-direccional contribuyen a una mayor creación de valor para las organizaciones participantes. Cuando se trata de conocimiento como práctica entendemos las relaciones como bidireccionales en sitios de co-construcción, pero la capitalización puede ser diferenciada entre los participantes. En ese sentido, Sammarra y Biggiero (2008) en un estudio sobre un clúster industrial aeroespacial de Roma se hacen la pregunta sobre el conocimiento intercambiado. Indagando a las empresas sobre sus 10 principales colaboradores en los tres últimos años, y evaluando las relaciones asociadas a la innovación con el uso de herramientas de análisis de redes sociales, encuentran en los vínculos de colaboración una recombinación de conocimiento tecnológico, de mercado y de gestión. Cuando contextualizamos esos resultados hacia nuestra pregunta de investigación, la recombinación de conocimiento en las zonas fronterizas puede ser un elemento a estudiar desde los mediadores.

Otro elemento presente en la zona fronteriza de la colaboración se refiere a los niveles de la organización que participan en los intercambios. Para el aprendizaje inter-organizacional de conocimiento tácito, Janowicz-Panjaitan y Noorderhaven (2009) encuentran que en el nivel operativo predomina la confianza entre quienes colaboran y en el corporativo la postura basada en cálculo de costos y beneficios.

Un aspecto adicional de la gestión de conocimiento en las zonas de intercambio lo trata Francesca Mariotti (2011) en su estudio sobre redes inter-firmas en el sector de automóviles de carreras en el Reino Unido. La autora se concentra en indagar sobre los procesos de gestión de conocimiento en el nivel de las diádas y encuentra dos mecanismos de integración del

conocimiento adquirido a través de los intercambios: mediación y superposición. En el primero un actor experto transmite su conocimiento especializado a una empresa de la red con la cual tiene una estrecha relación. El mediador adapta su conocimiento a las necesidades específicas de su socio. La superposición se trata en cambio de crear conocimiento en las interfaces entre las organizaciones a partir de un *know-how* compartido. Estos resultados muestran estrategias diferenciadas de los actores para capitalizar su participación en la colaboración.

En esta sección vemos que la literatura de gestión de conocimiento ha aportado varios elementos para abordar el problema de cómo tratar las zonas fronterizas de las colaboraciones. Los tipos de fronteras y cómo abordarlas, los procesos de gestión de conocimiento en los intercambios, así como los niveles de la organización que participan. Los estudios, sin embargo han estado concentrados en ámbitos donde se parte de una convergencia de objetivos entre los actores. Hay un terreno por explorar en ámbitos inter-organizacionales en contextos de divergencia. Este es punto que toma interés para nuestra investigación, dadas las dinámicas cambiantes de los desarrollos en NCT.

3.6. Temporalidad de las prácticas inter-organizacionales

La dimensión temporal es un tópico de interés en ámbitos de gestión de conocimiento inter-organizacional y su abordaje ha sido limitado. En cuanto a las dinámicas con que se generan las colaboraciones inter-organizacionales, Powell y sus coautores (2005) realizan una contribución desde el análisis de redes sociales. A partir de un estudio longitudinal del campo comercial de ciencias de la vida, analizando 482 empresas en el periodo 1988-99, encuentran que las empresas con un portafolio diverso de colaboradores bien conectados tenían más participación en el campo. La perspectiva de observación de las dinámicas se centra en los patrones dominantes en la red. Con una mirada local de la evolución de las colaboraciones en el tiempo, Ludvine Calamel y sus coautores (2012) indagan sobre la evolución de dos proyectos de colaboración en el seno del cluster de micro y nanotecnologías Minalogic de Grenoble (Francia). En un análisis longitudinal con un enfoque cualitativo de la evolución de los proyectos, los autores encuentran varios cambios en los mecanismos de intercambio. En las primeras fases los

esfuerzos de coordinación pasaron a segundo plano debido a la necesidad de generar procesos para garantizar los recursos financieros. Por ello los roles de apoyo financiero tuvieron relevancia en esas etapas. A medida que avanzaron las colaboraciones los actores construyeron formas de coordinación, y mecanismos de reporte. En este último punto los gerentes del proyecto tuvieron influencia de los financieros para la incorporación de prácticas de registro. En cuanto a las motivaciones a cooperar, esas se vieron afectadas con el tiempo por las diferencias culturales y tensiones y se requirió el apoyo de una firma especializada en trabajo en equipo para superar las dificultades. Por otra parte, las colaboraciones pasaron de ser explorativas en las primeras fases para transformarse en interacciones de explotación de conocimiento con objetivos concretos de desarrollo en etapas posteriores.

Los dos trabajos anteriores han dado cuenta de la evolución de las colaboraciones inter-organizacionales. Otro elemento a considerar es la diferencia entre prácticas temporales relacionadas con entornos inter-organizacionales y dinámicas internas de una organización. En esa dirección, Maaninen-Olsson, Wismén y Carlsson (2008) comparan los procesos de integración del conocimiento en una unidad permanente y un proyecto temporal. En este último encontraron que las fronteras eran de tipo pragmático, y las diferencias demandaban un mayor esfuerzo en actividades de mediación.

Otra pregunta desde la temporalidad se asocia a los efectos a largo plazo de los intercambios. En ese sentido, Lawrence, Hardy y Phillips (2002) proponen la noción de protoinstituciones para ilustrar fenómenos de aprendizaje que trascienden la duración de las colaboraciones. Se genera un conocimiento sobre el proceso mismo de cooperar y las formas de organización asociadas.

En otro estudio, Dovev Lavie e Israel Drori (2011) se preguntan cómo la colaboración contribuye a la creación y aplicación de conocimiento en el caso de unos programas de investigación en nanotecnología en Israel. Esta indagación considera cómo esos mecanismos se acoplan al evolucionar las colaboraciones. Esos autores encuentran que las colaboraciones con académicos generan beneficios en la creación de conocimiento y con la industria ámbitos de aplicación. Sin embargo, no deben llevarse más allá de la capacidad para gestionar esas colaboraciones. La forma como la colaboración balancea recursos internos y externos también varía con la

evolución de los intercambios. Estos resultados interrogan a las políticas de ciencia, tecnología e innovación que promueven fondos para las colaboraciones en NCT. Lavie y Drori muestran que la colaboración es deseable solo en ciertas etapas y condicionar el acceso a recursos a la participación en esquemas de cooperación puede limitar el aprovechamiento de los espacios de creación y aplicación de conocimiento.

En esta sección tratamos varios puntos de la temporalidad: la evolución y transformaciones de los intercambios, la diferencia entre mecanismos temporales y permanentes y los efectos a largo plazo de las colaboraciones. El campo de NCT en ámbitos de colaboración impulsados por políticas de ciencia, tecnología e innovación interroga la temporalidad de varias maneras. Dada la heterogeneidad de los actores participantes, las expectativas temporales pueden ser distintas. Un cuestionamiento poco abordado es la gestión alrededor del conocimiento generado para buscar una convergencia transitoria que permita la colaboración, sin dejar de lado los intereses particulares. Nuestro trabajo de campo inicial nos mostró formas de organización que se puntualizan, es decir, conforman redes densas que se comportan como un nuevo actor para incorporarse a otras iniciativas. Visto a la luz de las protoinstituciones, y considerando que la acción colectiva pasa por la construcción de mediadores, cabe preguntarse si las protoinstituciones son un equipamiento para futuras colaboraciones.

3.7. Esquemas formales e informales

Barthélemy Chollet (2004) ilustra para el caso de los ingenieros de investigación y desarrollo el rol de las redes informales en la construcción de capital social en tres aspectos: asesorías técnicas, servicios y comprensión del ambiente. Este autor aporta una perspectiva cualitativa del capital social que permite comprender cómo se combinan las experticias individuales con un portafolio de relaciones, más allá de la dimensión estructural (posición en una red). El capital social permite desarrollar la experticia, su integración con los conocimientos de otros para el desarrollo de soluciones y su promoción.

En el contexto de un distrito industrial, Sylvie Chetty y Henrik Agndal (2008) indagan sobre las formas de articulación de las redes personales y las redes inter-organizacionales. Sus resultados muestran que hay transformaciones de un tipo de red a otra fortaleciendo el distrito, conservando las redes personales informales. Las modalidades de interacción están superpuestas y se refuerzan unas a otras, en un proceso de formalización y de-formalización.

Vemos que las modalidades de intercambio personal tienen incidencia en la manera como se dan las colaboraciones inter-organizacionales y pueden reforzar los mecanismos formales. Sin embargo, en entornos de cooperación promovidos de arriba hacia abajo por las políticas, la organización formal puede no ser suficiente para estructurar la acción colectiva. La literatura presentada muestra cómo los intercambios informales pueden reforzar la formalidad de las interacciones. Pero deja abiertas preguntas sobre modalidades informales de construcción de resistencias o generación de estructuras alternas o contraenrolamientos para buscar líneas de acción por fuera de los arreglos promovidos por las políticas. El estudio de mecanismos estructurantes de la divergencia ha tenido poca presencia en la literatura.

3.8. Conclusión: Tópicos de la gestión de conocimiento inter-organizacional a abordar en la investigación

En la introducción de este capítulo planteamos que abordaríamos la revisión bibliográfica en diálogo con las preguntas de investigación. Esta tesis se interesa por las indagaciones ¿Cómo son los procesos de gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales? ¿Cuáles son las prácticas asociadas a esos intercambios? Pondremos en conversación esas preguntas con la literatura para ubicar su relevancia. El tema de los procesos inter-organizacionales vemos que ha tomado importancia en la literatura de gestión de conocimiento en los últimos años, ante las dinámicas de múltiples sitios de producción de conocimiento. El ámbito inter-organizacional es también un contexto ampliado de las situaciones de borde al interior de las organizaciones cuando analizamos el trabajo entre unidades o departamentos y por ello puede nutrir un tema más general de gestión en las “zonas fronterizas”.

Nuestra primera fase de trabajo de campo que describiremos en la sección 4.1²⁷, a la luz de las dinámicas de NCT, nos generó indagaciones sobre la relación de las prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional con: la dimensión performativa de las colaboraciones, la coexistencia de lo formal e informal, la vinculación y desvinculación de los mecanismos de colaboración, el acceso a infraestructuras y fuentes de financiación, las relaciones entre disciplinas, y la temporalidad.

En cuanto a la performatividad de las colaboraciones, la literatura nos ha mostrado una relación entre las formas de organización y los procesos de conocimiento. Sin embargo poco trata el tema de cómo se articulan las configuraciones de red que se dan a partir de las prácticas con las que se promueven a través de las políticas de ciencia, tecnología e innovación y la manera como los actores gestionan su pertenencia a los arreglos inter-organizacionales. Los estudios además parten del supuesto de un consenso sobre los objetivos de la colaboración, cuando pueden existir intercambios en la divergencia.

Las distintas formas de proximidad aportan elementos para abordar la coexistencia de lo formal y lo informal, punto que observamos en ámbitos promovidos por la política. Para ello estamos llamados a ver la proximidad como un proceso de ida vuelta y no como un continuo acumulativo. Esto es, no suponer que en una línea de tiempo los actores estarán cada vez mas cerca a partir de los intercambios. Considerar que los actores pueden acercarse y alejarse. Ello permite abordar la pregunta de lo informal no solamente como un ámbito que refuerza la formalidad, sino como un posible camino alternativo de los actores. La gestión de conocimiento inter-organizacional ya ha avanzado en la ruta de considerar varias dimensiones de proximidad. Es claro que las proximidades son interdependientes y que debemos tener en cuenta ese aspecto en la manera de gestionar el conocimiento. Un punto a profundizar es la proximidad como un espacio de convergencia o divergencia entre mecanismos formales e informales de

²⁷ Pedimos disculpas al lector por hacer este desvío remitiendo a secciones que se encuentran mas adelante. Tratamos de mantener una linealidad en la escritura de los capítulos para conservar la coherencia, pero en este punto, dada la co-construcción de las preguntas con la literatura y el terreno inicial, no nos fue posible evitar este desvío.

intercambio. Por otra parte, los estudios que se han desarrollado en los últimos años nos han enseñado que las dimensiones no-geográficas de la proximidad tienen cada vez mayor peso que la espacial. Sin embargo, en ámbitos de políticas de ciencia, tecnología e innovación que indiscutiblemente cuentan con un componente geográfico, se reactualiza la pregunta a: ¿Cómo hacer desde la gestión de conocimiento que la geografía importe? Ese es un punto que abordan los estudios del desarrollo basado en el conocimiento.

Los mediadores de conocimiento (sujetos y objetos) han mostrado ser un contexto de múltiples abordajes. La literatura ha identificado diversidad de roles y también ha propuesto enfoques para promover funciones de mediación. Sin embargo, la gestión de conocimiento inter-organizacional sigue separando la mediación material de los sujetos mediadores. ¿Por qué no abordar el tema desde la invitación de Callon (1991) de considerar mediadores (intermediarios) híbridos? La perspectiva de conocimiento como práctica va en esa dirección y hay un campo por explorar. Desde los planteamientos de Vinck (2011), podemos nutrir el análisis haciéndonos preguntas sobre el equipamiento de los agentes mediadores de conocimiento. En ese escenario, no solo los objetos se equipan fruto del trabajo colectivo, sino que la mediación que hacen los sujetos está acompañada de un repertorio sociomaterial.

En cuanto al tema temporal, la literatura ha evidenciado que los objetivos de los intercambios pueden transformarse en la medida que evolucionan las iniciativas y que pueden darse efectos de red cuando actores con posiciones privilegiadas atraen más relaciones. Todavía hay, sin embargo, espacio para profundizar en la articulación de actores con distintas temporalidades y el efecto de las protoinstituciones en nuevas iniciativas. Además, pensar cómo gestionar el conocimiento en arreglos con componentes temporales y permanentes, cómo los actores capitalizan ese conocimiento que se genera en las interacciones. ¿Qué le queda a la organización de la participación en mecanismos temporales de colaboración?

Considerando que la mayor contribución en la literatura de gestión de conocimiento para el ámbito inter-organizacional se ha realizado al contexto empresarial, una pregunta que nos hacemos es: ¿Es diferente para organizaciones de investigación?

Por último, sobre la gestión del conocimiento en las “zonas fronterizas” la literatura ha dado varios aportes. Enfoques como el de Carlile (2002, 2004) plantean tipos diferenciados de fronteras (sintáctica, semántica, pragmática). Desde nuestro abordaje de conocimiento como práctica, requerimos, sin embargo, otras respuestas. Las prácticas tienen una mediación material, que es performativa, y ello nos cuestiona sobre espacios de gestión que no parten de concepciones predefinidas de cómo los actores están considerando las fronteras. Un objeto puede ser por ejemplo, un borde sintáctico para un actor y semántico para su interlocutor. La pregunta sobre la gestión en los bordes nos lleva a buscar caminos desde las prácticas. Y en el punto de los intercambios entre disciplinas también hay preguntas abiertas.

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN, TERRENOS Y MÉTODOS

We have a habit in writing articles published in scientific journals to make the work as finished as possible, to cover all the tracks, to not worry about the blind alleys or to describe how you had the wrong idea first, and so on. So there isn't any place to publish, in a dignified manner, what you actually did in order to get to do the work, although, there has been in these days, some interest in this kind of thing.

Richard Feynman, 1965

4.1. Pregunta y diseño de la investigación

En la construcción de la pregunta de investigación articulamos elementos de la literatura y del terreno. Partimos de un interés por estudiar procesos de gestión de conocimiento en el campo de las nanociencias y las nanotecnologías (NCT), que como áreas emergentes constituían un terreno favorable para indagar sobre esas dinámicas. El interés en un área emergente es que las instituciones del campo científico, industrial y regulatorio todavía no están bien definidas. Son “protoinstituciones” (Lawrence et al. 2002) que surgen en los intersticios entre las organizaciones y que transforman estas organizaciones. La lista de actores y sus funciones no están aún estabilizadas mientras que los unos y otros están buscando cómo posicionarse y definir su papel. En esos procesos de reconfiguración del ambiente los actores se encuentran en la búsqueda de su camino y eso conduce a preguntas en términos de gestión de conocimiento diferentes de lo que ocurre en situaciones estables, con rutinas organizacionales. Las organizaciones existentes se redefinen mutuamente, incluidas las dinámicas entre el nivel local

de los grupos de investigación o universidades y el nivel nacional de la política científica, tecnológica y de innovación, y la institución que se encarga de su gestión.

Tomando como pregunta inicial ¿Cuáles son las formas organizacionales y procesos asociados a la gestión de conocimiento para el desarrollo de NCT?, utilizamos un método bola de nieve (Wasserman & Faust, 1999; Bernard & Ryan, 2010) para identificar actores a entrevistar asociados al campo de NCT y realizar durante el periodo 2007-2008 una exploración del terreno en casos ligados al área (Pérez Martelo & Vinck, 2008a; Pérez Martelo & Vinck, 2008b, Pérez Martelo & Vinck, 2009). La bola de nieve inició con actores vinculados a una de las entidades en la cual desarrollamos esta tesis, la Universidad de los Andes²⁸, y otros que eran activos como conferencistas en eventos de divulgación de NCT²⁹. En ese proceso fue clave un profesor investigador universitario en el área de la física con amplia trayectoria académica en temas de nanociencias y que era además presidente de una asociación promotora de la enseñanza de la ciencia con una línea en NCT, muy activo en actividades de divulgación. La primera entrevista con ese investigador estuvo guiada por la consigna (Blanchet & Gotman, 2007): ¿Quién trabaja en temas de NCT en Colombia? Como resultado de esa conversación tuvimos un mapa de actores de NCT en Bogotá, algunos de los cuales contactamos para realizar las entrevistas³⁰ y luego esos nos refirieron personas adicionales. En esa fase realizamos 13 entrevistas³¹ que

²⁸ En el marco del componente de cursos que exige dentro del doctorado la Universidad de los Andes uno de los que tomé fue un curso de vacaciones en “Gestión de Conocimiento” orientado por los profesores Dominique Vinck, Alfonso Reyes, Roberto Zarama (los directores de esta tesis) y Alberto García, en junio de 2007. Uno de los temas propuestos dentro del curso para el trabajo de aplicación fue el de las nanotecnologías, y ello nos permitió recopilar información sobre el tema, así como realizar los primeros análisis.

²⁹ Un ejemplo de ello fue el “NanoForum Colombia 2007” realizado entre el 26 y 27 de octubre del 2007. Nuestra participación en ese espacio tuvo varios propósitos: conocer desarrollos en el campo NCT en Colombia, identificar los actores asociados y sus perspectivas, y encontrar personas a entrevistar. También presentamos nuestros planteamientos iniciales en la modalidad de poster y generamos contacto con otros participantes.

³⁰ En esa fase tuvimos en cuenta para la selección la visibilidad de los actores en varios espacios académicos y de divulgación, y la facilidad de acceso al terreno. Por ello en esta etapa las entrevistas fueron realizadas únicamente en la ciudad de Bogotá.

³¹ Algunas de esas entrevistas fueron realizadas por o junto con Eliana Pardo, Mónica Chaparro e Irina Forero, con quienes desarrollé el trabajo final del curso “Gestión de Conocimiento” (junio de 2007). Los análisis que realizamos en la primera fase de la investigación se soportaron en gran medida en las discusiones y resultados que obtuvimos en este trabajo. Los proyectos realizados por otros grupos de estudiantes del curso que tomaron también el tema de nanotecnologías enriquecieron nuestros análisis.

incluyeron a investigadores y estudiantes de grupos de investigación universitarios y un empresario dueño de una firma dedicada a fabricar productos basados en nanotecnologías. Las preguntas a los actores estuvieron asociadas al panorama de las NCT en Colombia, las trayectorias profesionales y vínculo con “nano”, las dinámicas de trabajo de la organización y las relaciones con entidades nacionales e internacionales. Algunas de esas entrevistas fueron grabadas y transcritas parcialmente y para otras se tomaron apuntes.

Los resultados del trabajo inicial del terreno los pusimos en diálogo con la literatura³² y encontramos algunos elementos para seguir construyendo nuestra pregunta de investigación.

Uno de ellos fue que los desarrollos en NCT en Colombia estaban asociados a la participación de varias entidades. Se generaban por una parte mecanismos auto-organizados, como redes que ante la burocracia de las universidades preferían manejar un esquema entre profesionales³³ y por otra parte arreglos de colaboración formales promovidos por política pública. Una ilustración de esas modalidades « auto-organizadas » la mostramos en las palabras de uno de los investigadores:

no hay absolutamente ninguna contraprestación de tipo económico para un integrante del centro, no trabaja con ningún tipo de descarga por parte de la universidad a la que pertenece, no hay absolutamente ningún tipo de vinculación o contraprestación que tenga que incluir a la institución a la que pertenece. Esto se maneja muy de gusto de cada uno y de intención que tenga para trabajar. Generalmente los que están en el centro es porque les gusta el cuento y quieren investigar (investigador, organización sin ánimo de lucro).

³² En el 2007 cada una de las revistas “Research Policy” y “Scientometrics” publicó un número especial sobre evoluciones de NCT. Ello fue una entrada interesante a la literatura porque mostraba distintas perspectivas de varios autores sobre el tema. Desde ese momento tomamos como una de las estrategias de búsqueda bibliográfica rastrear en las revistas números especiales sobre temas de interés, por la oportunidad que daban de conocer puntos de diálogo entre autores.

³³ Por ejemplo, uno de los casos correspondía a una red de investigadores universitarios cuya figura jurídica era la de asociación sin ánimo de lucro. Si bien eso implica cierto tipo de formalización, los actores del terreno asumían como informal lo que estaba por fuera de su afiliación como profesores universitarios. Sin embargo esa independencia de las instituciones de tutela que se materializaba en la definición de temas de investigación no se evidenciaba en la ejecución de las iniciativas, ya que seguían usando la infraestructura de sus universidades.

La conexión entre los grupos creados “de arriba hacia abajo” y “de abajo hacia arriba” se daba a partir de la afiliación de los investigadores a las universidades. Esa doble vinculación (arreglos formales/arreglos informales) de algunos de los investigadores se hizo evidente en las entrevistas cuando en algunos puntos hacían explícito que estaban hablando en calidad de profesor de la universidad y en otros como parte del mecanismo alterno. Algunos de los actores encontrados se habían presentado a la convocatoria de Centros de Investigación de Excelencia (CIE)³⁴ pero su propuesta no había salido favorecida y por ello generaban redes alternativas o se preparaban para nuevas convocatorias. Poniendo en diálogo estos elementos con la literatura encontramos que el fenómeno de aglomeraciones y redes estaba presente en los desarrollos en NCT (Autant-Bernard et. al, 2007; Robinson, Rip & Mangematin, 2007) y había una influencia de las políticas de fomento sobre la institucionalización del campo (Schummer, 2007). La yuxtaposición de mecanismos derivados de la política con organizaciones emergentes a partir de intereses, pasiones y liderazgos era un ámbito que también tomaba interés en la literatura (Vinck, 2006b). Un punto a profundizar era cómo se daban las dinámicas de intercambio en esos arreglos, combinando lo formal e informal y las estrategias de los actores.

Otro punto identificado en esta exploración del terreno fue que los actores definían sus acciones y posibilidades en términos de la consolidación de infraestructura y el acceso a recursos. Ello se evidenció en que los investigadores comentaban no contar con la infraestructura o el nivel de formación de personal aún para poder generar desarrollos para la industria o proyectaban sus acciones en términos de la llegada de “equipos robustos” para poder hacer nanofabricación y solucionar problemas de la industria, o “educar al empresario” en estas nuevas tecnologías. Varias de las estrategias de formación de personal en programas de pregrado y posgrado también se expresaban en términos de la consolidación de esas infraestructuras. Ello lo podemos ilustrar en el extracto que mostramos a continuación de una entrevista:

³⁴ Política de creación de redes promovida en Colombia por Colciencias, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este es el ente promotor de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en ese país. En el capítulo 6 detallaremos más el programa de centros de excelencia, ya que uno de los casos que trabajamos se enmarca en él.

Ese es el laboratorio para poner en fabricación, está retrasada la obra. Hasta que no terminen la infraestructura no podemos instalar los equipos, los equipos ya llegaron, están en zona franca, y lo que estamos esperando es que los arquitectos nos garanticen que se tienen las vibraciones requeridas para los equipos, y que se termine la construcción de la sala blanca, entonces este es el laboratorio de fabricación.

el otro año es un curso de técnicas de fabricación micro, y otro curso el siguiente año que va a ser técnicas de fabricación a escala nano...mi idea es generar y presentar aquí en la universidad una especialización en micro y nanotecnologías, en la cual en los anteriores años a éste se tiene una experiencia con modelamiento, con diseño, entonces utilizar esas herramientas para que el estudiante si tiene una idea la diseñe, la modele y luego pues tenga la capacidad con los recursos que va a haber en la sala de fabricarla, y luego también con los equipos nuevos que se compraron la caracterice, entonces vino con una idea y salió con un chip de lo que es su idea (Investigador en micro y nanoelectrónica)

La disponibilidad de infraestructuras y fuentes de financiación también era un punto que tomaba interés en la literatura (Hullman, 2007; Robinson, Rip & Mangematin, 2007). Se mostraba asociado a una concentración geográfica de recursos o a una disposición de mecanismos de redes para tener acceso a ellos. Encontramos que el acceso a fuentes de financiación y a infraestructuras era un hilo conductor que podía proporcionarnos elementos para observar las dinámicas a través de las cuales evolucionaban los arreglos inter-institucionales en NCT.

Un aspecto adicional que era central en la literatura era la participación de diferentes disciplinas y la convergencia en los desarrollos en NCT (Heinze & Bauer, 2007; Meyer, 2007; Rafols, 2007, Schummer 2004a, 2004b, 2007) y la manera en que las organizaciones construían su base de conocimiento alrededor del campo (Zucker et al. 2007). El terreno preliminar nos mostraba que el trabajo entre disciplinas era un “deber ser” entre algunos de los actores entrevistados, en otros se lograba por una doble formación de los investigadores (por ejemplo: física e ingeniería) y que se daban situaciones en las que las disciplinas interactuaban en una relación de tensión

colaborativa, en la que la cultura de la disciplina se hacía evidente alrededor de un “nano-objeto”. Las palabras de un investigador ilustran éste último punto:

Contamos con médicos, ingenieros biomédicos, ingenieros químicos, biólogos, físicos, entre otros, que nos hemos interesado en el tema de la nanotecnología en oncología y hacemos parte de los proyectos de investigación... He aprendido que es mucho más difícil trabajar con colegas [físicos] que con grupos multidisciplinarios, debido a que estos tienen mayor apertura al debate por su forma de pensar y es posible construir conocimiento conjunto fluidamente. También he encontrado que quienes desarrollan disciplinas como la física suelen ser arrogantes, mientras los más escépticos con nuestro trabajo [el de los físicos] son los oncólogos (Investigador en el área de la física).

La literatura mostraba que las formas de interacción de disciplinas en NCT eran un tópico abierto a seguir explorando y en el terreno inicial observamos algunas modalidades en las cuales se presentaba.

Una dimensión adicional encontrada fue la temporalidad de los actores que participan en NCT. Selin (2006) muestra que los actores asociados a desarrollos de NCT pueden tener distintas expectativas en horizontes de tiempo variados. Este punto se hace evidente en el terreno, cuando se contrastan los discursos del empresario frente a los grupos universitarios. Una de las situaciones que ilustra el empresario es un encuentro sobre NCT al que lo invitaron a dar una conferencia y allí observó que los investigadores universitarios en sus charlas planteaban principalmente las posibilidades a futuro que ofrecían las nanotecnologías y que comentaban aspectos que él ya hacía en su empresa. Un punto relevante en ello es la propiedad industrial. Mientras para el empresario era una actividad cada vez mas central “*últimamente trabajamos mucho con abogados, en nuestro país no se respeta la propiedad intelectual*” (empresario), para los grupos de investigación universitarios se asociaba a las dinámicas ya manejadas de producción científica protegida mediante derechos de autor, pero la propiedad industrial era marginal. Allí se hace evidente que el horizonte de tiempo de las universidades estaba

expresado en términos de proyecciones a futuro y para la empresa las NCT³⁵ eran su presente (productos ya en el mercado, patentes, exportaciones). ¿Cómo pensar en arreglos de colaboración inter-organizacional cuando los horizontes de tiempo de los participantes pueden ser tan distintos? Encontramos aquí que el estudio de la dimensión temporal podía darnos luces sobre las maneras como se gestiona el conocimiento en esos ámbitos donde participa más de una organización. Los tipos de propiedad intelectual asociados a esas temporalidades también eran un factor que podría ser facilitador o ralentizador del proceso de intercambio. Ese era un campo por profundizar en la literatura.

De ese diálogo entre el terreno inicial y la literatura, delimitamos nuestra problemática de la gestión de conocimiento en NCT hacia el ámbito inter-organizacional. Desde el punto de vista del campo emergente estudiado, NCT, el análisis del fenómeno incluía seguir esos arreglos de colaboración entre entidades desde su dimensión performativa para tener en cuenta las pistas sobre la convivencia de lo formal y lo informal, el estar incluido o no en los arreglos, el acceso a infraestructura y fuentes de financiación, las relaciones entre disciplinas, la propiedad industrial y la temporalidad.

Encontramos que esas “formas de organización” por las que indagamos en la pregunta inicial (¿Cuáles son las formas organizacionales y procesos asociados a la gestión de conocimiento para el desarrollo de NCT?) se encontraban asociadas en el campo de NCT a diversas modalidades de arreglos inter-institucionales (redes, centros, asociaciones). La pregunta de investigación se transformó en **¿Cómo son los procesos de gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales? ¿Cuáles son las prácticas asociadas a esos intercambios?** Preguntarnos sobre las prácticas nos permitía abordar las dimensiones identificadas desde la perspectiva performativa de los arreglos inter-organizacionales. Al vincular los aspectos encontrados con la literatura de gestión de conocimiento que presentamos en el capítulo 3, vemos que esas preguntas eran de interés para el área y podía enriquecerse el contexto inter-organizacional al

³⁵ Esta empresa había sido creada desde principios de los años 90 y tenía una historia de patentamiento y exportaciones. Trabajaba de la mano con empresas extranjeras que distribuían su producto en el ámbito internacional.

observar las prácticas de intercambio. Acorde al tipo de pregunta trabajada seleccionamos un diseño de investigación de estudio de caso. Yin (1994) plantea que esa aproximación es adecuada para problemáticas que indagan sobre los “¿cómo?” y tratan con fenómenos contemporáneos sobre los cuales el investigador tiene un mínimo o ningún control. El diseño de estudio de caso ha mostrado sus bondades en el área de gestión de conocimiento. En un análisis cuantitativo elaborado por Alexander Serenko y sus coautores (2010) basado en un corpus de 2.175 artículos publicados en las 11 principales revistas especializadas en el campo de gestión de conocimiento se muestra que el estudio de caso es el principal diseño metodológico usado, solo superado por una categoría en la que reúnen “marcos, modelos, enfoques, métricas y herramientas”. Para la perspectiva que tomamos del conocimiento como práctica los enfoques de estudio de caso también han mostrado su pertinencia (Gherardi, 2006; Olsen, 2009) por cuanto permiten rastrear las asociaciones entre actores vinculados a condiciones particulares de producción de conocimiento.

Utilizamos un diseño multicaso intrínseco (Stake, 1995, 2006), es decir, seleccionamos varios casos que interesan por sus características específicas para comprender el fenómeno estudiado.

4.2. La selección de los terrenos

A partir de la pregunta de investigación seleccionamos tres casos, buscando diversidad de situaciones: un proyecto europeo, el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de Colombia y un laboratorio de materiales ubicado en el polo de micro y nanotecnologías MINATEC de Grenoble (Francia).

El primer caso es un proyecto financiado dentro del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea, bajo la modalidad “*Specific Targeted Research Project - STREP*” y ejecutado en el periodo 2007-2010 con el propósito de desarrollar un sensor de gas utilizando nanomateriales. En la iniciativa participaron seis laboratorios, una empresa y una sociedad especialista en comunicación de la ciencia, distribuidos en cinco países europeos. Nuestro interés en este caso se asocia a que es un ámbito de generación de un producto concreto que trasciende fronteras

institucionales y nacionales. Por ello es un contexto adecuado para observar prácticas de coordinación e intercambio orientadas hacia un desarrollo específico. Es interesante para analizar procesos de gestión de conocimiento en el ámbito inter-organizacional de un proyecto. Tiene un componente particular y es el de comunicación de la ciencia, a través de unos videodiaros de los científicos participantes disponibles en la página web del proyecto. La doble identidad del proyecto (desarrollo de un producto con producción de artículos científicos y estrategias de comunicación de la ciencia) lo vuelve un ámbito relevante para estudiar dinámicas de gestión de conocimiento cuando se tienen procesos de divulgación al público alrededor de desarrollos con vinculación de actores científicos y empresariales.

El segundo caso es el CENM, una red creada en el año 2005 conformada por 19 grupos de investigación pertenecientes a 10 universidades colombianas distribuidas en nueve ciudades del país. Este caso fue seleccionado por ser la iniciativa apoyada por el gobierno nacional en el área estratégica “Materiales Avanzados y Nanotecnología” dentro del programa de Centros de Investigación de Excelencia (CIE). Para el ámbito de la gestión de conocimiento inter-organizacional es de interés por ser un modelo de colaboración inter-institucional fomentado por políticas públicas de ciencia y tecnología con una dispersión geográfica de sus participantes. Cuenta con un mecanismo de articulación de “unión temporal” y puede dar luces sobre dinámicas enfrentadas por los grupos al pertenecer a la red y las prácticas de intercambio generadas.

El tercer caso es un laboratorio universitario de investigación en ciencia e ingeniería de materiales ubicado en el polo de micro y nanotecnología MINATEC ubicado en Grenoble, Francia. El interés de estudiar este caso radica en las dinámicas inter-organizacionales que pueden surgir cuando hay concentración geográfica de actores heterogéneos, dada la presencia de instituciones científicas, tecnológicas y empresariales. Además es un ámbito favorable para estudiar los procesos de adaptación e integración de un laboratorio con actores heterogéneos del polo y las formas de intercambios cuando se tiene un anclaje territorial. Por otra parte, este caso está ligado a dinámicas empresariales que pueden configurar procesos de gestión de conocimiento con lógicas variadas. La selección de este laboratorio en particular dentro del polo

MINATEC se asoció a los temas trabajados (materiales), su carácter universitario que permitía acceso para el trabajo de campo y la re-localización de la cual había sido objeto como parte de la integración de instituciones que se dieron en MINATEC.

4.3. Enfoques para abordar el terreno

Nuestro enfoque para abordar el terreno de investigación combina elementos de la teoría del actor red (Callon 1995, Latour, 2008) y de perspectivas multisituadas³⁶ (Marcus, 1995).

La teoría del actor red toma tres principios definidos por Callon (1995): a) El agnosticismo, a partir del cual no se privilegia ningún punto de vista y no se establece a priori la identidad de los actores, b) La simetría generalizada, que es usar la misma forma de análisis para aspectos sociales y técnicos, así como para su descripción, y c) La asociación libre, que invita a no hacer distinciones a priori entre hechos naturales y sociales. La idea es seguir a los actores y a lo que están haciendo sin reducir su identidad, propiedad y acción a categorías establecidas a priori. En cuanto al estudio de ciencia, tecnología e innovación, eso tiene la ventaja de permitir dar cuenta de las novedades que se están construyendo, inclusive si eso cambia las categorías analíticas, las identidades y características. En el mismo sentido de no hacer una diferencia a priori entre humanos o no humanos, la idea es seguir a los objetos, textos, etc. para explorar la red de relaciones que existe o que se construye entre entidades de todo tipo (individuos, grupos, textos, dinero, normas, máquinas, muestras, datos, etc.).

Latour (2008) resalta una perspectiva de rastrear las asociaciones entre distintas entidades humanas y no humanas y considerar su carácter performativo. Lo importante es entender lo que una entidad introduce como cambio en la red de asociaciones. Además, ese autor aporta la noción de “acción a distancia”, ya que cuando analizamos un fenómeno lo que actúa en él puede provenir de múltiples lugares, pero siempre la acción a distancia pasa por mediadores específicos y relaciones entre ellos que se pueden identificar y seguir. Para actuar a distancia, un

³⁶ Marcus propone el enfoque de etnografía multisituada. Si bien nuestro trabajo no es de tipo etnográfico, tomamos elementos de su perspectiva multisituada para rastrear las asociaciones entre los distintos ámbitos del campo que nos interesa.

actor debe construir o conectarse a una red que permite que su acción local sea una acción a distancia.

Esos autores proponen una manera de estudiar los fenómenos a partir de la cual se pueden deducir principios metodológicos tales como: seguir a los actores y a los objetos (vease la noción de objetos intermediadores de Vinck, 1992, 1999 y 2012); identificar las asociaciones y el trabajo o la pragmática para construir, mantener o deshacer (vease Goulet y Vinck, 2012) esas asociaciones; dibujar la red sociotécnica.

Pensando también en una perspectiva etnográfica (estudio local de un grupo social basándose, entre otros, en la observación de las prácticas y de la acción), nos preocupó cómo hacer cuando hay varios lugares interconectados. Así, Marcus (1995) plantea una aproximación que va mas allá de un terreno distribuido en variados sitios. Lo que resalta el autor es que el fenómeno observado es el resultado de la articulación de esos múltiples lugares. En ese sentido, la postura metodológica se trata de seguir el movimiento de las personas, así como la circulación de los objetos, las metáforas, los argumentos, las historias, las biografías y los conflictos a través de distintos contextos.

La decisión de tomar esas aproximaciones se asocia a la naturaleza de nuestro terreno que es multisituado (diversos arreglos inter-organizacionales), pero además al fenómeno que nos ocupa, la gestión de conocimiento, que es el resultado de las asociaciones e interacciones entre ellos. Esos enfoques toman en cuenta los objetos como entrada empírica, que permiten rastrear las relaciones entre distintos actores (Vinck, 2012). Ello va en la línea de nuestra perspectiva de conocimiento como práctica, para la cual es central la mediación material (Gherardi, 2006) y la textura de interconexiones entre ámbitos sociomateriales que la definen (Nicolini, 2011).

4.4. Acceso al terreno, materiales y métodos

A partir de las perspectivas descritas, abordamos cada caso como un “multisitio” de investigación. Utilizamos la entrevista semiestructurada (Blanchet & Gotman, 2007; Bernard, 2006; Bernard & Ryan, 2010) como método de recolección de datos en los tres casos. Los temas

tratados giraron alrededor de la evolución de los laboratorios o grupos de investigación, las trayectorias profesionales y las dinámicas alrededor de la participación en la iniciativa (red o polo). Para cada caso se utilizó la estrategia de relanza con el fin de profundizar en los elementos expuestos por la persona entrevistada. Dichas entrevistas tuvieron una duración entre 30 minutos y 2 horas. Cuando contamos con la autorización del interlocutor grabamos la conversación y en ese caso realizamos una transcripción total del material. Cuando ello no fue posible, tomamos notas. Describiremos a continuación algunas particularidades metodológicas para cada uno de los casos.

4.4.1. Particularidades metodológicas para el caso del proyecto europeo

Para el caso del proyecto europeo, el contacto se hizo a través del director del proyecto, un investigador de una universidad de Bélgica. En primera instancia le consultamos vía correo electrónico sobre la posibilidad de asistir a alguna de las reuniones del proyecto en la cual se encontraran reunidos integrantes de las distintas entidades participantes y de esta manera realizar entrevistas con varios de ellos. La respuesta fue inicialmente afirmativa, pero posteriormente, al consultarlo con las otras entidades, el empresario no estuvo de acuerdo por razones de confidencialidad de la información en el manejo de la propiedad industrial. Acordamos entonces realizar una visita al laboratorio coordinador y desarrollar una entrevista al director, firmando un acuerdo de confidencialidad. Dicho acuerdo fue firmado al inicio de la reunión que sostuvimos en mayo del 2009³⁷, y ello nos permitió llevar a cabo la entrevista y tener acceso a las actas de reunión y documentación del proyecto. Además de estos registros, los videodiarios del proyecto publicados en la página web fueron tomados como material. Esas condiciones de acceso al terreno ya nos mostraban algunos aspectos de la gestión de conocimiento en el proyecto. Señalaban que la presencia de un empresario con unos intereses comerciales daba relevancia al tema “propiedad industrial”. En ese escenario identificamos, de entrada, unas lógicas diferenciadas entre la academia y la industria.

³⁷ En esa visita y en la entrevista participamos Gloria Zarama, Dominique Vinck y Constanza Pérez.

4.4.2. Particularidades metodológicas para el caso del CENM

Para el caso del CENM el trabajo de campo estuvo precedido de un análisis de coautoría de publicaciones, movilidad de personal entre entidades y desarrollo de proyectos conjuntos (Pérez Martelo, 2009)³⁸, a partir de información declarada por el centro y disponible en su página web oficial. En ese ejercicio indagamos sobre aspectos de proximidad espacial y relacional entre actores del CENM. En el análisis tomamos como fuente de datos 189 artículos reportados por el CENM como producción en el periodo 2005-2008³⁹, así como los informes de actividades y documentación institucional publicada en medios de difusión y en su página oficial⁴⁰. Construimos una base de datos en Excel separando la información de publicaciones, proyectos y movilidad científica para cada tema de investigación interdisciplinario (TII) del centro. Con relación a los artículos, todos los textos fueron revisados para extraer los datos de título del documento, autores, instituciones, fecha de publicación y revista. Para los artículos cuya versión final no estaba publicada en la página web del CENM se complementó la información con bases de datos referenciales. Las ambigüedades o falta de información sobre afiliaciones institucionales de los autores fueron resueltas consultando información de las páginas web de los grupos e instituciones y de las bases de datos GrupLAC y CvLAC de Colciencias⁴¹. Para los proyectos de colaboración y la movilidad científica se consultaron los reportes de actividades, registrando los investigadores y entidades participantes, así como la naturaleza de la actividad.

En el procesamiento de los datos utilizamos el software de redes sociales Ucinet (Borgatti, Everett y Freeman, 2002), tomando como nodos los grupos de investigación del CENM y las

³⁸ Este análisis corresponde al trabajo “Dinámicas de Proximidad Espacial y Relacional en Redes de Colaboración Científica y Tecnológica: El Caso del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de Colombia”, que presentamos en el “XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2009” en Cartagena, Colombia, en noviembre de 2009. En esta sección incluiremos fragmentos de esa ponencia.

³⁹ Consultados en: <http://www.cenm.org/productos/productos.htm>.

⁴⁰ www.cenm.org

⁴¹ Colciencias desde hace varios años ha gestionado la creación y mantenimiento de un directorio de currículos de investigadores (CvLAC) y de grupos de investigación (GrupLAC). Estas bases de datos son alimentadas y actualizadas por los investigadores y son la fuente de información para los procesos de reconocimiento y clasificación de los grupos.

instituciones o grupos colaboradores. Construimos tres tipos de redes (ver Tabla 2), considerando relaciones valoradas según el número de veces en que se repetía la ocurrencia de la relación para un par de actores. Consideramos las relaciones reflexivas⁴² para denotar las colaboraciones al interior de un grupo o institución. La evaluación de los tres tipos de intercambio permitió complementar información entre una actividad y otra.

Tabla 2. Redes construidas para el análisis

Red	Descripción operacional	Justificación de la utilización
De co-autorías	Una relación entre dos grupos o instituciones se registra si aparecen como afiliación de autores de un mismo artículo. Se construyen grafos no dirigidos (Wasserman & Faust, 1999), ya que las relaciones son recíprocas. Es decir, los arcos de las relaciones no indican un sentido, si un autor A es coautor de B en un artículo se entiende que B lo es también de A.	La co-autoría de artículos es reconocida en la literatura como uno de los indicadores principales de colaboración (Wagner & Leydesdorff, 2005; Elmacioglu & Lee, 2009; He et al., 2009). Sus limitaciones se derivan de que privilegian los productos frente a los procesos de cooperación, y con frecuencia las fuentes de datos no contienen información sobre publicaciones locales y/o en idiomas diferentes al inglés. En el caso aquí estudiado se cuenta con la información de las publicaciones reportadas directamente por el CENM, lo cual tiene la bondad de incluir publicaciones locales no disponibles en bases de datos como <i>ISI Web of Science</i> .
De proyectos de colaboración	Una relación entre dos grupos o instituciones se registra si desarrollan un proyecto conjunto. También se utilizan grafos no dirigidos.	Tanto los proyectos de colaboración como la movilidad científica son modalidades con importantes intercambios personales.
De movilidad científica	En este caso se utilizan grafos dirigidos (Wasserman & Faust, 1999) en el sentido de la movilización. Es decir, si un investigador de un grupo A se moviliza al grupo B se registra una relación que tiene una flecha de A hacia B.	

Fuente: Adaptado de Pérez Martelo, 2009, p. 5

⁴² Son las relaciones de un actor con sí mismo (Wasserman & Faust, 1999).

Se utilizan algunas métricas de redes como entrada de análisis (ver Tabla 3), y luego una evaluación cualitativa de la proximidad espacial: alta-local, media-nacional y baja-internacional (Messeni Petruzzelli, 2008).

Tabla 3. Métricas utilizadas

Métrica	Definición (Wasserman & Faust, 1999)	Utilización
Grado del nodo	Para un grafo no dirigido, el grado del nodo es el número de nodos adyacentes a él, o el número de líneas o relaciones que tiene. Para un grafo dirigido se tienen dos tipos de grado: uno de entrada (<i>indegree</i>) y otro de salida (<i>outdegree</i>). El primero se calcula como el número de flechas que llegan al nodo y mide su popularidad. El segundo se calcula como el número de flechas que salen del nodo y mide su capacidad de expansión.	Identificación de actores que están articulando una mayor cantidad de relaciones. Para estos actores se evalúa la proximidad espacial a sus colaboradores (alta-local/media-nacional/baja-internacional).
Distancia geodésica	Es la longitud del camino más corto entre dos nodos, calculada en número de pasos o arcos.	Medida de proximidad relacional entre dos nodos. La relación en este caso depende del tipo de red analizada. Para las parejas de actores con proximidad relacional más alta (distancia geodésica 1) y fuerte intensidad del vínculo, se analiza la proximidad espacial. Si bien la teoría de redes sociales ha demostrado la relevancia que pueden tener los vínculos débiles en una red, aquí se toman las relaciones más fuertes como punto de conexión entre los espacios relacional y geográfico, en razón a su asociación con una mayor frecuencia en la colaboración.

Fuente: Pérez Martelo, 2009, p. 5

Una de las pistas para trabajar en el terreno que encontramos a partir de los análisis anteriores fue que un actor extranjero (laboratorio francés) era muy activo en los tres tipos de colaboraciones del CENM. Con la perspectiva multisituada de “seguir a los actores”, ese laboratorio fue parte de nuestro trabajo de campo. Visitamos sus instalaciones ubicadas en Le Mans (Francia) en septiembre de 2009. Las actividades incluyeron un recorrido guiado por los

laboratorios y la realización de ocho entrevistas a distintas personas asociadas a la colaboración con Colombia (Director del Laboratorio, Vicepresidente del Consejo Científico de la Universidad, Vicepresidente del Servicio de Relaciones Internacionales, Ingenieros-Técnicos y profesores). En esas entrevistas usamos como consigna (Blanchet & Gotman, 2007) “las colaboraciones con Colombia” y utilizamos una guía de temas. Si bien nuestro interés estaba dirigido hacia los intercambios que sostenía ese laboratorio con los grupos del CENM, al iniciar las entrevistas nos dimos cuenta que la red del CENM se conocía, pero era marginal a las colaboraciones sostenidas, ya que ellas tenían una historia significativa previa. Muestra de ello es que durante la entrevista el Director del Laboratorio nos mostró un libro titulado “Mis primeras 100 publicaciones internacionales”, con una carta de su autor, un investigador colombiano que en ella le agradece sus contribuciones en estos trabajos. Después identificamos que ese investigador hacía parte del CENM, pero los intercambios tenían una trayectoria anterior a la creación de la red.

El trabajo de campo con los grupos del CENM en Colombia fue realizado durante el primer semestre del año 2010 en las ciudades de Bogotá, Cali y Medellín. La selección de los grupos se realizó buscando cubrir los cuatro Temas de Investigación Interdisciplinarios (TII) alrededor de los cuales estaba estructurado el CENM. El contacto para la visita a los grupos en Cali lo realizamos a través de la Dirección del CENM ubicada en esa ciudad. Ello tuvo incidencia en las entrevistas, tal como lo registramos en nuestras notas de campo presentadas a continuación.

Un estudiante me conduce a un laboratorio. El director del grupo, no se encuentra en el momento y sus estudiantes tratan de ubicarlo. Mientras espero intento entrevistarme con los estudiantes presentes (uno de pregrado, otro de maestría y otro de doctorado), pero ellos me dicen que “lo mejor es que hable con el profesor”. Sin embargo, me comentan que uno de los principales grupos pertenecientes al CENM con los que colaboran ubicado en otra ciudad está dirigido por un egresado: “Él estudió aquí”, comentan. Adicionalmente mencionan otras colaboraciones con Barranquilla. Después un estudiante entra y me pregunta si yo soy la persona que “viene de Bogotá” y yo le digo que sí, entonces me enseña unos equipos que compraron con recursos del CENM.

Posteriormente llega el profesor y yo le explico el propósito de mi visita y me dice que él pensaba que era algo “institucional”, “una evaluación formal al CENM por parte de Colciencias”, pero que si era para una tesis, “él no tenía tiempo para esas cosas”. (Notas de campo, marzo de 2010).

La anterior situación muestra como las condiciones de acceso al terreno inciden en la situación de entrevista (Guber, 2001). Al ser vista como la persona “que viene de Bogotá” para “pedir informes del CENM”, los discursos producidos en las entrevistas pudieron tener el tinte de “dar cuenta de los resultados de la red”. Para la realización de las entrevistas en Bogotá y Medellín contactamos directamente a los investigadores. Hicimos un total de 20 entrevistas en las tres ciudades incluyendo directores de grupos de investigación, investigadores, personal administrativo y técnicos, así como estudiantes de pregrado, maestría y doctorado. También visitamos las instalaciones de laboratorio de los grupos encontrados.

Además tomamos como material los informes de gestión elaborados por el CENM entre el 2005 y el 2012, así como documentos de trabajo disponibles en su página web oficial.

4.4.3. Particularidades metodológicas para el caso del laboratorio de materiales de MINATEC

En este caso el trabajo de campo incluyó asistencia a eventos y conferencias organizadas en el seno de MINATEC entre octubre de 2008 y septiembre de 2009. Realizamos las entrevistas a integrantes del laboratorio seleccionado o sus colaboradores entre marzo y junio de 2009. Dichas entrevistas fueron desarrolladas en el marco del proyecto “*LODYSENANO - Logiques et Dynamiques Sociologiques et Economiques des Nanosciences et Nanotechnologies*”⁴³ que se adelantaba en esa época en el seno del Laboratorio PACTE⁴⁴. Se basaron en una guía general

⁴³ Lógicas y Dinámicas Sociológicas y Económicas de las Nanociencias y Nanotecnologías

⁴⁴ Laboratorio de Grenoble al cual me encontraba vinculada en el esquema de cotutela entre la Universidad de los Andes y la Universidad de Grenoble y en el cual desarrollé la pasantía doctoral.

que comprendía los diferentes temas de interés de los integrantes de PACTE vinculados y varias de ellas las desarrollamos dos personas. El contacto de los entrevistados lo realizamos a través de relaciones con las que contaban investigadores del Laboratorio PACTE y además utilizando unas conferencias semanales realizadas los viernes en las instalaciones de MINATEC denominadas “MIDIS MINATEC”. Al final de esas conferencias había un espacio de café para los asistentes que aprovechamos para contactar a varios de los investigadores o estudiantes a entrevistar. También incluimos dentro de los materiales entrevistas y de observación etnográfica realizadas por otros investigadores del Laboratorio PACTE (en el marco del proyecto LODYSENANO y proyectos anteriores: principalmente por Matthieu Hubert, Morgan Jouvenet, Eduardo Robles, Dominique Vinck y Gloria Zarama), así como estudios previos y documentos publicados en la página oficial de MINATEC⁴⁵. Incluyendo materiales recopilados por otros investigadores, tomamos en el análisis un total de 30 entrevistas.

4.5. Análisis de los materiales y estilo de escritura

El análisis de los materiales lo abordamos desde la perspectiva de “artesanía intelectual” señalada por Kaufmann (2008), a partir de la cual combinamos el terreno, la teoría y los aspectos metodológicos. “Artesanía intelectual” quiere decir que no se puede aplicar un análisis automático de los datos sino que implica muchas idas y vueltas entre nuestra pregunta, la literatura académica y los datos. Implica también circular dentro de los datos para identificar las conexiones sostenidas por evidencias empíricas. Así se pudieron caracterizar los procesos y aportar elementos de respuesta a nuestra pregunta de investigación. Esa artesanía intelectual en la que, en palabras de C. Wright Mills (1986 [1961]) *“procuraréis reunir lo que estáis haciendo intelectualmente y lo que estáis experimentando como personas. No temáis emplear vuestra experiencia y relacionarla directamente con el trabajo en marcha”* (p. 207), involucró además llevar las preguntas de esta tesis a los terrenos de otras investigaciones en las cuales participé en una universidad en la que estoy vinculada como docente en Bogotá. Por ejemplo, un terreno

⁴⁵ <http://www.minatec.org/en>

sobre mipymes de la Industria de la Comunicación Gráfica nos permitió identificar también el fenómeno de acceso a colectivos sociotécnicos confiables, como determinante en los intercambios, tal como lo mostramos en la tabla 4.

Tabla 4. Reflexiones a partir de otros terrenos

Una de las empresas estudiadas en esa investigación fue un taller de impresión ubicado en una aglomeración de empresas de la Industria de la Comunicación Gráfica en Bogotá. El taller estaba compuesto por dos personas, el dueño y un familiar. En sus instalaciones contaba sólo con dos máquinas de impresión, pero sin embargo tenía un portafolio de productos amplio. Cuando nos explicó el proceso de fabricación describió una red de colaboración en la que *“cada día, compro el papel en el primer piso, en el segundo hago unas impresiones con equipos que yo no tengo, los acabados en el taller que está diagonal...los de los otros talleres vienen y yo les presto el servicio de corte”*. Cuando profundizamos en las colaboraciones, lo que nos detalló el dueño del taller fue un mapa de la zona con la ubicación de los equipos de impresión: *“acaba de llegar un equipo digital en un local del centro comercial que queda a la vuelta”*. Las actividades de su empresa dependían de conocer muy bien ese mapa de equipos, pero también de saber a cuáles tenía acceso a partir de sus relaciones. Su portafolio de productos estaba sujeto a esas relaciones. Volviendo a nuestro terreno de laboratorios de nanociencias y nanotecnologías, los investigadores también tenían ese mapa, en este caso normalmente de equipos robustos dentro de una infraestructura accesible y confiable. Era un tema presente en las conversaciones con ellos. Para el empresario del taller de la industria gráfica se trataba de una máquina de impresión en el primer piso del edificio, para un investigador en materiales en Medellín (Colombia), quizás era un sincrotrón en Brasil. Pero en los dos terrenos encontramos un fenómeno similar: los actores, a partir de las interacciones, habían desarrollado un conocimiento que era relacional, habían construido un **mapa de colectivos sociotécnicos “confiables” y a los cuales tuvieran acceso**, el cual era esencial para hacer su trabajo.

El análisis de los materiales se evidencia también en el estilo de escritura que tomamos. En la vía de utilizar un enfoque en el que nuestro objeto de investigación se fue construyendo poco a poco a partir de esas dimensiones, la forma en la que reportamos los resultados busca articular esos elementos. Por esta razón, el lector se encontrará con una combinación de componentes del terreno, diálogo con la literatura y presentación de aportes (Pratt, 2009). Usamos los casos como apoyo y prueba empírica a los argumentos conceptuales (Siggelkow, 2007).

Nuestro análisis tiene elementos de la teoría fundamentada (Strauss & Corbin, 2002; Suddaby, 2006) como: la comparación constante entre los datos y las hipótesis intermedias, la utilización dentro de cada caso de un muestro teórico para decidir qué nuevos datos recolectar, y el análisis permanente de los materiales del terreno. Siguiendo a Strauss y Corbin (2002),

procuramos mantener la sensibilidad frente a los datos haciéndonos preguntas como ¿Qué situación se está describiendo aquí? ¿Cuál es el fenómeno del cual nos están hablando? “¿Cuál es el asunto o problema principal con el que parecen estar luchando estas personas? ¿Qué resuena una y otra vez? ¿Qué es lo que se percibe aunque no se esté diciendo de manera directa?” (p. 163).

En esa dirección, hicimos un análisis entrevista por entrevista y luego construimos categorías transversales. Desde la perspectiva multisituada los documentos de información secundaria fueron uno de los tipos de objetos que “seguimos”. En ese sentido, los estudiamos desde su contenido y desde su rol como dispositivo de interesamiento. Para algunos de ellos nos fijamos en la red sociotécnica que los soporta (¿quién lo escribió?, ¿en qué contexto?, ¿cuál es el discurso que moviliza?). Ello nos permitió realizar un análisis entre los discursos “oficiales” y otros relatos.

En ese escenario, la triangulación que realizamos de manera permanente dentro de cada caso y a través de los casos (Stake, 1995, 2006), tomó la forma de poner a dialogar distintos discursos. Llevamos a cabo una triangulación de datos, del análisis, de la teoría y de la metodología. En la triangulación de los datos tomamos distintas fuentes, observamos a diversos actores y en diferentes circunstancias (para nosotros un texto es una circunstancia mas). En los análisis y las teorías expusimos los resultados a distintas interpretaciones. En lo metodológico, comparamos diferentes registros.

La revisión de literatura fue permanente, buscando examinar enfoques que entraran en conflicto con la teoría emergente, resultados similares o fenómenos similares en otros contextos (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt & Graebner, 2007).

En la revisión de literatura combinamos la búsqueda sistemática con el método de analizar los artículos desde su red sociotécnica. Ello nos permitió seguir la literatura a través de sus colegios invisibles, con estrategias como: ver el contexto general de las citas usadas, a qué autores o entidades le expresa el autor sus agradecimientos, si el artículo fue presentado en alguna conferencia, si hace parte de un número especial. Otra acción que tomamos fue revisar para

ciertas publicaciones las secciones editoriales. En algunas revistas de organizaciones, varias discusiones que están presentes en la comunidad o sobre enfoques metodológicos de interés tienen lugar en esas editoriales.

5. UNA RED COORDINADA ALREDEDOR DE UN OBJETO

En este caso abordaremos una situación inter-organizacional en la cual la construcción de un objeto es estructurante de las relaciones entre los actores participantes. Este terreno nos permitirá identificar prácticas de intercambio y de gestión de conocimiento entre varias organizaciones, entre las cuales, a priori, hay una convergencia: el objeto de construcción de un dispositivo y de estrategias de comunicación de la ciencia alrededor de las actividades desarrolladas. Encontramos un escenario que, tal como lo vimos en el capítulo 3, ha sido trabajado en la literatura de gestión de conocimiento inter-organizacional: diversas disciplinas, organizaciones o grupos en torno al desarrollo de un diseño o innovación (Carlile, 2004; Nicolini, Mengis & Swan, 2012). Este caso nos aportará varios aspectos al tema de gestión de conocimiento en las zonas fronterizas. La dimensión temporal se verá evidenciada tanto en la capitalización de un aprendizaje colectivo sobre la construcción de arreglos inter-organizacionales (protointituciones), como en las formas de coordinación y colaboración, aún en divergencia temporal de objetivos. La dimensión de trabajo entre disciplinas también estará presente, y nos mostrará cómo las prácticas se derivan en unas mediaciones sociomateriales que se transforman en el tiempo. Otro punto que nos ilustrará este caso es cómo se manejan las contradicciones y tensiones entre intereses del proyecto (divulgación de la ciencia y propiedad intelectual).

5.1. Descripción del proyecto

El caso que estudiamos en este capítulo, para el cual usaremos el seudónimo de NanoAlpha, corresponde en su conformación a una red tipo investigación (Cricelli & Grimaldi, 2010), proyecto coordinado (Wagner, 2008) y tipo industrial (Vinck, 1999). Está articulada alrededor de la generación de un producto, pero veremos que en su evolución toma variadas formas, dependiendo de la etapa de desarrollo.

NanoAlpha tuvo lugar en el periodo 2006-2010⁴⁶ y fue financiado dentro del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea, bajo la modalidad “*Specific Targeted Research Project - STREP*”. Se dirigió hacia el logro de dos objetivos principales. El primero de ellos fue el desarrollo de un nanomaterial híbrido de metal-nanotubo de carbono a través del control de los defectos estructurales y químicos en una descarga de plasma, para el uso en un sensor de gas benceno. El segundo fue la generación de estrategias de comunicación de la ciencia para divulgar al público los avances del proyecto. En este último punto estuvo vinculado con la iniciativa *The Vega Science Trust*⁴⁷.

El proyecto se organizó en siete paquetes de trabajo (WP por sus siglas en inglés), así:

- WP1 : Diseño de Interfaz.
- WP2: Caracterización de muestras.
- WP3 : Modelamiento.
- WP4 : Fabricación del sensor de gas.
- WP5 : Validación industrial.
- WP6: Divulgación de la ciencia.
- WP7 : Dirección y gestión.

En la tabla 5 describimos las entidades participantes del proyecto con la denominación que le daremos a cada una de ellas y el rol que tuvieron en NanoAlpha.

⁴⁶ El proyecto inició el 1 de octubre de 2006 y la reunión de cierre se realizó el 12 de abril de 2010.

⁴⁷ Iniciativa europea que busca crear una plataforma de difusión para las comunidades que trabajan en ciencia, ingeniería y la tecnología, y proporcionarles un espacio para comunicar los desarrollos en esos campos, usando herramientas de información y comunicación como internet y TV (Recuperado en noviembre 15 de 2007 de: <http://www.vega.org.uk/about/details/1>).

Tabla 5. Descripción de entidades participantes en NanoAlpha

Denominación (Seudónimo)	Laboratorio o entidad ⁴⁸	Localización	Rol en el proyecto
LAB1	Laboratorio de Espectroscopia Electrónica	Namur (Bélgica)	Líder de los WP1 y WP7, coordinación del del proyecto, producción y caracterización de nanotubos de carbono (CNT) tratados con plasma y decorados con metal.
LAB2	Laboratorio de Química Analítica	Bruselas (Bélgica)	Líder del WP2 y caracterización de muestras.
LAB3	Laboratorio de Análisis de Materiales	Luxemburgo (Luxemburgo)	Deposición de metal sobre CNT y caracterización de muestras.
LAB4	Laboratorio de Físico – Química y Física de Materiales	Lovaina (Bélgica)	Líder del WP3, modelamiento en computador de nanotubos decorados con moléculas metálicas, cálculos teóricos.
LAB5	Instituto de Materiales	Nantes (Francia)	Líder WP6, modelamiento en computador y proyecto web.
LAB6	Laboratorio en Ingeniería de Materiales y Micro y Nanosistemas	Tarragona (España)	Líder de los WP4 y WP5. Fabricación de sensor de gas y validación industrial.
BETA	Empresa fabricante de sensores	Barcelona (España)	Aplicación industrial.
GAMMA	Sociedad experta en comunicación de la ciencia	Brighton, Sussex (Reino Unido)	Comunicación de la ciencia.

⁴⁸ No usaremos el nombre, sino una descripción general relacionada con el tema de trabajo. En lo sucesivo utilizaremos el seudónimo que establecimos como denominación.

El proyecto contaba con cuatro comités: Integración y visibilidad, Salud y Seguridad, Gestión Técnica y Propiedad Intelectual. También con una Junta General.

El Comité de Integración y visibilidad estaba encargado de articular las comunicaciones entre las entidades socias del consorcio y promover la difusión de los desarrollos al público. Desarrollaba seminarios y talleres, y tenía la función de crear y mantener la página web del consorcio.

El Comité de Salud y Seguridad tenía a cargo la actividad de recopilar y procesar información sobre riesgos y seguridad en nanomateriales e informar a los científicos de NanoAlpha sobre las mejores prácticas para el uso seguro de los nanotubos de carbono dentro de sus laboratorios.

El Comité de Gestión Técnica tenía como rol hacer seguimiento a los resultados científicos. El Comité de Propiedad Intelectual trataba el tema de la protección de los resultados del proyecto. La Junta General se encargaba del gobierno del proyecto y contaba con la participación del coordinador, los miembros del Comité de Gestión Técnica y delegados de los otros comités. La gestión estaba apoyada por un Secretario Científico perteneciente al laboratorio coordinador (LAB1).

5.2. NanoAlpha: Las protoinstituciones como puntos de anclaje

El origen de este proyecto tiene que ver con la noción de protoinstituciones (Lawrence, Hardy & Phillips, 2002) que discutimos en el capítulo 3. La participación de varios integrantes de NanoAlpha en una red previa, se convierte en un espacio de intercambios para proponer el proyecto. Esos efectos de segundo orden de la iniciativa anterior que permanecen en el tiempo se convierten en un mediador de los participantes de NanoAlpha. El conocimiento sobre la forma de construir arreglos inter-organizacionales es uno de los elementos estructurantes de la colaboración. En este punto, argumentamos, la experiencia de los actores frente a los instrumentos de la política de ciencia, tecnología e innovación que fomentan distintas modalidades de integración, se convierte en un punto articulador de las protoinstituciones. Las organizaciones temporales generadas a partir de los diversos instrumentos dejan un rastro o punto de anclaje para nuevas colaboraciones. Este fenómeno de aprendizaje sobre arreglos

inter-organizacionales nos lleva a observar las conexiones entre unas redes y otras y a tomarlas como iniciativas independientes. Para la gestión de conocimiento ello dirige a evaluar la historia de los mecanismos no permanentes. Las protoinstituciones, esas redes que van quedando entre una iniciativa y otra, se van convirtiendo en lo que llamamos puntos de anclaje. El diccionario de la Real Academia Española define un ancla como un *“instrumento fuerte de hierro forjado, en forma de arpón o anzuelo doble, compuesto de una barra, llamada caña, que lleva unos brazos terminados en uña, dispuestos para aferrarse al fondo del mar y sujetar la nave”*⁴⁹ y el anclaje como la *“acción de anclar la nave”*. La metáfora del anclaje nos permite dar cuenta de este fenómeno de aprendizaje sobre experiencias anteriores. De la misma manera que el barco echa sus anclas para sujetarse, las redes se soportan sobre una organización remanente construida de colaboraciones previas, una protoinstitución.

En el caso de NanoAlpha, se constituyó en el contexto de una red de excelencia europea que llamaremos con el seudónimo de NanoZeta. Ese tipo de redes es definido por el Sexto Programa Marco como *“un instrumento para fortalecer la excelencia y superar la fragmentación de la investigación europea, en el que el principal producto es una estructuración y conformación durable de la forma en que la investigación se lleva a cabo en el tema de la red”*⁵⁰. Vemos que este instrumento de política incorpora la idea de generar espacios de intercambio, el resultado es ir consolidando las colaboraciones. En ese sentido, NanoZeta es el espacio en el cual se origina NanoAlpha:

La otra red se llama NanoZeta, usted puede ver sobre el sitio de internet [...], y va a encontrar 12 socios, y verá que dentro de los 12 socios, nos encontramos con dos en NanoAlpha, el coordinador que era el LAB3 de Luxemburgo, y LAB4 de Lovaina. (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1)

Se observa que ese arreglo de colaboración anterior ofrece espacios para los intercambios requeridos que dan surgimiento a NanoAlpha, un proyecto con objetivos científicos y

⁴⁹ <http://lema.rae.es/drae/?val=ancla>

⁵⁰ http://cordis.europa.eu/fp6/instr_noe.htm

tecnológicos más concretos. En el contexto de la tipología propuesta por Vinck (1999) una red de tipo “Constitución de infraestructura sociotécnica” como NanoZeta es el ámbito para la generación de una red de proyecto tipo industrial como NanoAlpha. Este fenómeno de aprendizaje colectivo se muestra en el extracto siguiente:

NanoZeta, es un tema mucho más instrumental, acceso al desarrollo de técnicas para estudiar los nano-objetos. Esto es, para ver los objetos a escala nanoscópica... caracterización. Una red mucho más técnica, tecnológica, donde uno no hace investigación. Es un centro de comunicación entre los diferentes grupos interesados en ver los nano-objetos. Y allí, yo recuerdo, había doce socios, tres industriales y nueve universitarios. Se puede decir que, NanoAlpha ha germinado de NanoZeta así como otros proyectos. De NanoZeta se propusieron 11 proyectos a la comisión europea y siete han sido financiados. Esto es un éxito significativo. Y el último fue financiado en el mes de diciembre del año pasado. (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

La acción colectiva está mediada por esas protoinstituciones que se van generando. Es un conocimiento sobre cómo organizarse que los actores gestionan a partir de los intercambios. Este caso también nos muestra que los actores reconfiguran los instrumentos de política para buscar formas de organizarse en términos de otros objetivos. NanoZeta, creada como red de excelencia que se define como espacio de intercambio y mutualización de infraestructura, es aprovechada para realizar tareas científicas de interés.

[En NanoZeta] hemos constituido con el tiempo paquetes de trabajo que han sido efectivamente elaborar las muestras y hacerlas estudiar por los diferentes grupos para ver si llegábamos a obtener información a escala nanométrica. Esto no estaba previsto al inicio, pero nos organizamos para tener tareas científicas, de lo contrario, una red en el sentido “Comisión Europea” es un lugar de intercambios. Nosotros hemos hecho tareas de carácter científico... NanoZeta era un lugar de intercambios, de contactos donde con el tiempo hemos fabricado muestras, las hemos distribuido a todo el mundo para hacer análisis de rutina, para comparar las diferentes técnicas, no era un proyecto de investigación, era un proyecto de red (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Se distingue entre proyectos de investigación como NanoAlpha, y proyectos de redes, como NanoZeta. Esa relación tipo de proyecto/procesos de conocimiento es señalada por Cricelli & Grimaldi (2010) en la tipología que discutimos en el capítulo 3. Sin embargo, aquí observamos una interdependencia entre mecanismos de colaboración. De una forma de organización surge otra.

La protoinstitución inicial, los tres grupos que ya habían participado en NanoZeta, generan la propuesta de NanoAlpha, en términos de los requerimientos del nuevo instrumento de política *STREP*. Enrolar industriales era una estrategia favorable para presentar el proyecto según los términos de referencia:

Dentro de la convocatoria del proyecto había una fuerte recomendación de que hubiera un socio industrial para llegar hasta el desarrollo del prototipo. No era absolutamente necesario, pero era una recomendación (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

El escenario de NanoAlpha se construye en términos de las áreas requeridas (nanotubos, cálculos teóricos, sensores de gas y comunicación) y con unos socios con los que se había trabajado. El tema parte de una tesis doctoral que se había desarrollado en el LAB1.

Queríamos construir una red con tres socios para elaborar los nanotubos, LAB2, LAB3 y nosotros. Dos socios para hacer los cálculos... Lovaina y Nantes. El socio de España, el profesor [del LAB6] con quien yo ya había colaborado para hacer estudios sobre los sensores, entonces, todas esas personas yo ya las conocía. El profesor [del LAB6] trajo consigo la sociedad BETA que es una PYME que vende sensores de gas. Y el profesor de Nantes trajo el socio inglés que es la sociedad GAMMA, que se ocupa del sitio internet, que se ocupa de la gestión de videos y que encarga algunos de los videos a los profesionales. Así, dentro de la red... yo conocía Luxemburgo, yo conocía Bruselas, yo conocía Lovaina, yo conocía Nantes, y yo conocía la universidad de Tarragona, yo conocía cinco socios. Yo no conocía a BETA, yo no conocía a GAMMA (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Vemos que el enrolamiento se realiza a partir de relaciones anteriores. En el contexto de nuestra pregunta de investigación sobre gestión de conocimiento inter-organizacional encontramos la construcción de un conocimiento colectivo sobre cómo coordinar acciones. La práctica de integrarse con otros tiene relación, en este ámbito de las NCT que se caracteriza por múltiples instrumentos de fomento desde las políticas, por reconfigurar una forma de organización temporal en otra. Volviendo a nuestra metáfora de anclaje, es tener un punto fijo para moverse en varias direcciones. Eso se pasa por alto con frecuencia en la evaluación que se hace de los mecanismos de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación. Los aprendizajes de segundo orden que quedan al participar en mecanismos temporales de colaboración derivados de las formas como los actores articulan y desarticulan relaciones a través del tiempo, y los elementos constantes que facilitan la construcción de conocimiento y se comportan como mediadores espacio-temporales.

Encontramos una interdependencia entre los mecanismos de colaboración en el tiempo y la mediación permite capitalizar los aprendizajes entre uno y otro. Está asociado a la dinámica de desarrollo de las NCT la cual está caracterizada por diversidad de mecanismos de financiación y fomento del trabajo colaborativo.

En el contexto anterior, aportamos puntos de diálogo entre la gestión de conocimiento y las políticas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación. La configuración de protoinstituciones que son puntos de anclaje, un conocimiento colectivo que surge de las prácticas de intercambio. Cuando se tienen mecanismos temporales de colaboración, observar esos puntos de anclaje que van quedando entre una colaboración y otra puede ayudar a delinear los aprendizajes que se dan a partir de las interacciones. También observamos que ciertos instrumentos de política favorecen un tipo de red específico, pero los procesos de gestión de conocimiento revelan la dimensión performativa de los arreglos inter-organizacionales y reconfiguran las modalidades de integración.

5.3. Coordinación sociomaterial entre miembros del proyecto

La organización del trabajo entre actores del proyecto tiene que ver con las cuatro áreas mencionadas anteriormente (nanotubos, cálculos teóricos, sensores de gas y comunicación), pero al interior de cada una existen diferencias. Esta situación nos permite observar los límites de evaluar los intercambios entre disciplinas que trabajan NCT desde grandes categorías como teórico y experimental. La discusión sobre la gestión de conocimiento inter-organizacional ha puesto en el escenario el tema de distintas disciplinas o mundos sociales trabajando juntos. Pero este caso nos muestra que las prácticas de interacción tienen que ver con unas mediaciones. Tomemos la noción de objeto epistémico de Karin Knorr Cetina (1997, 1999). El objeto “sensor de gas benceno” que se espera obtener con el proyecto está en la frontera de los grupos participantes y se despliega en varios objetos epistémicos. Dichos objetos se relacionan también con la identidad de los investigadores. Como lo expresa un investigador del LAB4 en el espacio de divulgación del proyecto:

*El nombre [del proyecto] podría ser usado para describir mi actividad científica hasta el momento. Yo había trabajado con nanociencia en mis estudios de PhD en la Universidad de Bari (Italia) y he continuado con mi experiencia previa post-doctoral en la Universidad de Lund (Suecia). Por otra parte, yo hacía eso desde ambos puntos de vista teórico y experimental, así, yo soy un híbrido teórico-experimental. **Pero desde ahora, lo prometo, me comportaré apropiadamente y me concentraré únicamente en la teoría** (Investigador LAB4, comentarios en espacio de divulgación).*

Para los laboratorios LAB1, LAB2 y LAB3 que fabrican los materiales, los objetos epistémicos se asocian a unas propiedades de unos nanotubos funcionalizados, pero con objetivos diferenciados.

Hay una tarea que es fabricación de material, en la cual son depositados unos materiales sobre los nanotubos, y allí son tres grupos Luxemburgo, Bruselas y Namur que trabajan sobre la parte que uno llama experiencia, fabricar el material...el LAB3, ellos tienen colaboraciones con los industriales...ellos son muy próximos de la aplicación industrial

*mucho más que nosotros en la Universidad de Namur o en la Universidad de Bruselas.
(Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1)*

En la figura 3 podemos ver que existe una coordinación sociomaterial en términos de competencias y enfoques de los socios dedicados a la fabricación de material dentro del proyecto.

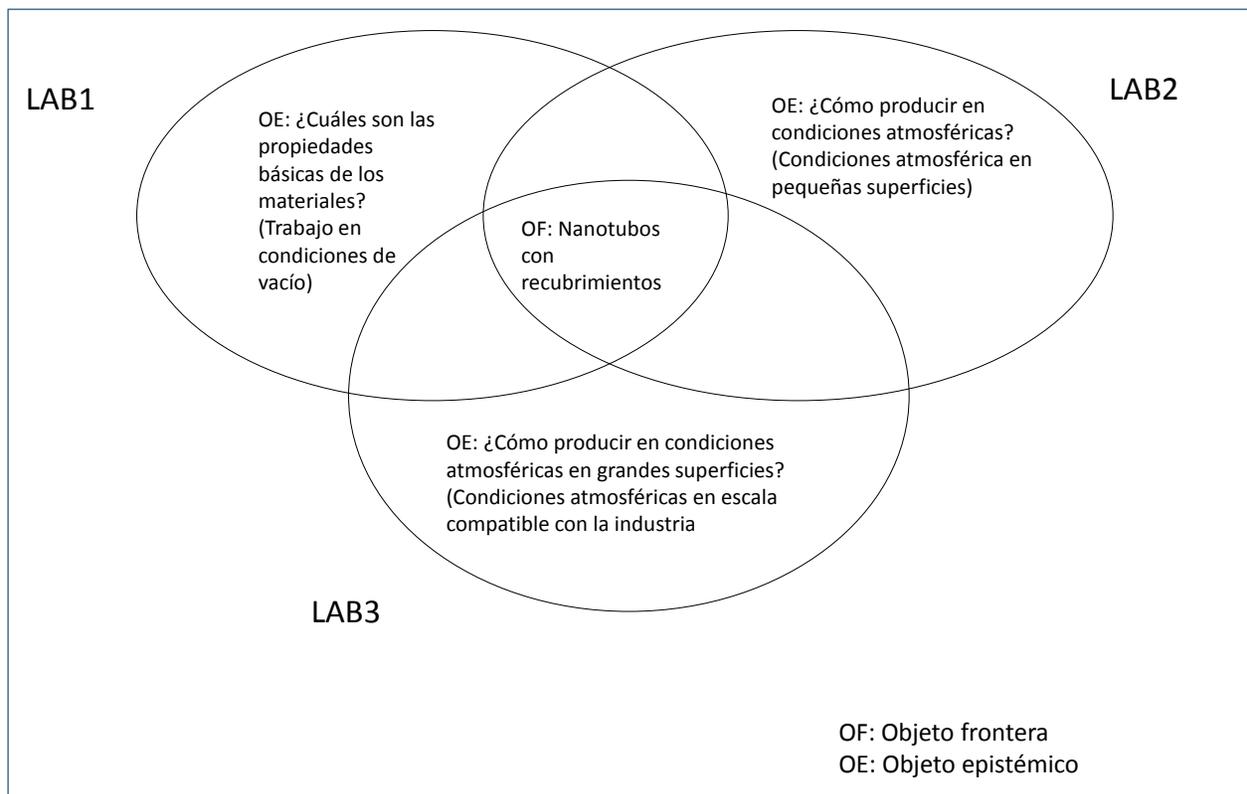


Figura 3. Coordinación sociomaterial entre grupos encargados de los nanotubos de carbono

Entre los laboratorios encargados de los cálculos teóricos y la modelización también hay diferencias en la aproximación (atomista vs función), tal como lo explica el coordinador del proyecto:

En el LAB5 tienen una aproximación atomista, un átomo que interactúa con un átomo, eventualmente un átomo interactúa con dos, tres, cuatro átomos, mientras que en el LAB4 tienen una aproximación inversa. Ellos trabajan con un enfoque función que

interactúa con una función, pero también puede ser muy complejo. Son códigos de cálculos muy diferentes (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Entre los laboratorios que fabrican los materiales y los que hacen los cálculos teóricos se dan intercambios a partir de problemas por resolver.

*Con el teórico uno se comunica por internet...el tiempo de respuesta desde el momento en que uno hace la pregunta es del orden de tres meses, seis meses. Ellos tienen parámetros que están disponibles, **pero encontrar los parámetros para hacer cálculos específicos, ello demanda tiempo.** Entonces, la tasa de respuesta es del orden de tres, seis meses. Para ellos la comunicación es sin duda importante, pero no de día en día...uno deposita el oro sobre los nanotubos de carbono, modelizar la interacción entre los átomos de oro y el nanotubo de carbono, ello supone tener los parámetros sobre la estructura electrónica... la función potencial...Si esos parámetros existen dentro de la literatura, el cálculo se puede hacer rápidamente...Si usted le pide a un teórico hacer un cálculo para los átomos de radio sobre los nanotubos de carbono, él va a decir: “no hay parámetros”. Uno no sabe cuál es el potencial de los electrones en los átomos de radio. Así, eso le va a tomar un mes, tres meses...para definir cuáles son los potenciales a utilizar (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).*

En el primer encuentro de avance de resultados realizado a los seis meses de iniciado el proyecto ya se evidenciaban estas diferencias de temporalidades entre experimentales y teóricos:

Los experimentales se preguntaban sobre la duración de tales cálculos... Los teóricos explicaron que el tratamiento de propiedades de transporte en nanoestructuras no es fácil en absoluto y cada “sistema” necesita un estudio específico (Acta reunión mes seis)

Vemos que en los intercambios se construye un conocimiento sobre en qué se traduce el problema para el socio. En la situación descrita, para el laboratorio que hace el experimento el problema es sobre el comportamiento de un recubrimiento que se deposita sobre un sustrato y la interacción, para el teórico modelar el sistema se traduce en un problema de encontrar un

parámetro. Así, los objetos epistémicos se transforman en esas interacciones. Y los esquemas de trabajo se modifican a medida que avanza el proyecto según las capacidades que se van construyendo. Al año de iniciar el proyecto se discutían métodos alternativos de preparación de los materiales, con la distribución de tareas asociada:

En cuanto a la preparación de los sensores, un método de múltiples pasos se pondrá pronto a prueba. Este método inverso, requerirá, la preparación de los sensores tanto en LAB6 como en LAB1:

1) Deposición de... nanotubo de carbono sobre el sensor en el LAB6.

2) En el LAB1, deposición de nanopartículas de metal y funcionalización de los nanotubos de carbono.

3) Finalización de la fabricación y prueba del sensor en el LAB6.

Este método es factible dado que el LAB6 adquirió un nuevo dispositivo para hacer sensores (Investigador LAB6, acta reunión mes 12).

En las situaciones descritas las prácticas de colaboración entre las entidades involucran una traducción de las problemáticas, una reconfiguración local de los objetos epistémicos. La coordinación incluye objetos intermediadores pasando entre actores y se construye un conocimiento sobre cómo los colaboradores transforman el problema. Hay cambios en las modalidades de trabajo a partir de la disponibilidad de infraestructura. Si bien se tienen unos roles definidos inicialmente, ellos se van modificando en la medida en que avanza el proyecto. Encontramos que dentro de grandes categorías como “experimental” o “teórico” hay varios matices. La gestión del conocimiento en las zonas fronterizas involucra unos procesos de diferenciación de tareas, asociados a los perfiles de unos arreglos sociotécnicos. Ejemplo: contar con unas infraestructuras o competencias más cercanas a la industria. Se genera también un conocimiento sobre las temporalidades del colaborador, sobre los tiempos de respuesta en términos de la complejidad del problema. En ese punto, la coordinación implica ajustar ciertas actividades. Ello se observa en el seguimiento al cronograma del proyecto cuya discusión en la reunión del mes 30 del proyecto toca el punto de solicitud de extensión de la iniciativa:

*[Al funcionario de BETA] le gustaría solicitar la extensión del proyecto. Los primeros resultados sobre la detección del benceno son prometedores, **pero aún toma tiempo construir un prototipo real** (Acta reunión mes 30)*

El coordinador explica las razones de la necesidad de esa extensión en la duración del proyecto:

*un sensor de benceno ha debido estar disponible al final del mes 18 para transferir a la sociedad BETA... para hacer las pruebas, para validar... **tuvimos seis meses de retraso para esta parte investigación-desarrollo** y entonces, estamos en proceso de solicitar conservar la estructura del proyecto para apoyar a BETA y al LAB6 después del mes de octubre y continuar el sensor... (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1)*

La convergencia de los resultados requiere articular actividades y temporalidades y que los actores aprendan a conocer y a respetar sus diferencias. Vemos que la parte identificada por los actores de NanoAlpha como de investigación-desarrollo o de generar un prototipo “real”, involucra más tiempo del esperado. Para BETA, la empresa, su objeto epistémico es el sensor, los demás actores se organizan alrededor de objetos epistémicos que son intermedios en términos de la temporalidad del proyecto. La gestión del conocimiento generado dentro del proyecto se asocia a una traducción entre los objetos de cada grupo de actores. Ello muestra que no emerge una convergencia única hacia un propósito como se pensaría a priori cuando se plantea un proyecto entre variadas disciplinas para construir un objeto final (en este caso, el sensor). Las redes pueden encontrar ciertas convergencias parciales en puntos de desarrollo del trabajo. Argumentamos que la coordinación sociomaterial es, en ese sentido, un espacio de creación de conocimiento colectivo.

5.4. Acceso a los instrumentos en la organización del trabajo colectivo

El tema del acceso a los instrumentos está presente en los encuentros de los integrantes del proyecto. La coordinación y planeación de actividades se realiza en parte alrededor de la organización del acceso a la infraestructura requerida. Las entidades participantes tienen

capacidades complementarias, tal como lo hemos observado en las secciones anteriores. Sin embargo, los requerimientos del proyecto generan la necesidad de vincular actores adicionales y otras colaboraciones. Para dar cuenta de la manera como los participantes de NanoAlpha tratan estos temas, analizaremos las discusiones que se dan en los encuentros semestrales del proyecto. Ello nos permite identificar las estrategias de articulación generadas para suplir los requerimientos del proyecto. En el encuentro realizado a los seis meses de iniciado NanoAlpha, se resalta la disponibilidad de infraestructura en cada una de las entidades socias. Un investigador del LAB2 describe una cámara de plasma para trabajar en condiciones atmosféricas. Un año después de iniciado el proyecto, la disponibilidad del microscopio electrónico de transmisión a alta resolución (*High-resolution transmission electron microscopy (HRTEM)*) se presenta como indispensable para uno de los problemas científicos del proyecto:

*No se han realizado progresos con respecto al procedimiento de limpieza de los nanotubos de carbono. [Un investigador del LAB1] afirmó que para el avance en este aspecto del proyecto **el acceso a un HRTEM es mandatorio**. El HRTEM podría ser realizado en LAB3 (Luxemburgo) o en Aachen (...RWTH Aachen). En el LAB3, los estudios de rutina no son aún posibles, dado que necesitan nombrar un nuevo científico en HRTEM. [Un investigador del LAB1] estará en Aachen del 8 al 10 de octubre en un curso de la academia [de una red de excelencia europea]. El preguntará si tales análisis de rutina pueden ser desarrollados allí (Acta reunión mes 12).*

Por otra parte, también están presentes las discusiones sobre las posibilidades que tiene NanoAlpha con equipos recientemente adquiridos: una nueva cámara de ultra vacío que posibilita depositar materiales “**más difíciles**” y analizarlos *in situ*. O un equipo de plasma atmosférico que **permite trabajar con materiales en polvos**, algo que antes no era posible.

Otro punto se refiere al acceso a instrumentos a través de intercambios. Por ejemplo, se presentan resultados de análisis realizados en Berkeley (USA) con una técnica novedosa para caracterizar un nanotubo de carbono aislado. Ello podría posibilitar estudiar “*la orientación y oxidación del nanotubo*”.

En el encuentro realizado a los 18 meses de iniciado el proyecto, las incertidumbres sobre el acceso a los equipos se reportan como resueltas y los investigadores informan que llevaron a cabo las pruebas necesarias en los laboratorios participantes del proyecto.

Se observa que los actores se preocupan a menudo por los instrumentos y el acceso a ellos. También que la integración entre los actores de NanoAlpha se relaciona en parte con la manera como organizan el acceso a los equipos e intercambios. Los temas tratados alrededor de la infraestructura se manejan como posibilidad o como necesidad, e influyen en las acciones tomadas de manera colectiva.

La mediación de la infraestructura en los desarrollos en NCT ha sido mostrada en la literatura (Hubert & Spivak, 2009; Robinson et al., 2007), el punto que destacamos en las situaciones presentadas es la manera como se presentan unas coordinaciones dentro del proyecto a partir de las posibilidades y necesidades que delinean el acceso a los instrumentos. Ello aporta a comprender la temporalidad de la articulación de prácticas entre actores que participan en esquemas inter-organizacionales.

5.5. Conocimiento en la circulación de objetos

En la circulación de objetos hay un conocimiento colectivo que se produce. Eso quiere decir dos cosas. De un lado, la circulación de objetos hace circular datos y conocimiento materializado (un cuestionario o una muestra son la traducción material de un saber-hacer). Su circulación disemina la información y el conocimiento de un actor al otro, hasta que, a veces, comparten el mismo conocimiento y forman un conocimiento colectivo. Del otro lado, la preparación y la gestión de la circulación genera un conocimiento sobre la red y sus miembros, sus habilidades, su confiabilidad, etc. Dentro de los objetos que circulan, hay documentos. Algunas prácticas se relacionan así con el tipo de proyecto y con los requerimientos de la Comisión Europea. Un ejemplo de ello es la trazabilidad de la documentación, la exigencia de indicar el número de la versión en cada texto, la fecha, los autores, lo que Vinck (2011) llama el equipamiento del objeto intermediador. Este equipamiento relaciona el objeto con los actores (autores), con

otros objetos (número de versión) y con la dinámica del trabajo (número de versión y fecha). Con esos detalles, hay un aprendizaje que hace visible en los documentos los aportes de cada colaborador en la coordinación y la dinámica colectiva de la red de cooperación. No son solamente documentos que circulan y llevan informaciones; son también documentos que dicen algo de la organización del trabajo.

Otro ejemplo que revela prácticas de intercambio es la circulación de las muestras de materiales. Las muestras necesitan un trabajo de preparación por al menos un grupo de investigación, pero en ocasiones necesitan también una concertación para definir esas muestras y ponerse de acuerdo sobre sus especificaciones. Las muestras resultan en la materialización de un conjunto de estrategias de investigación, de negociaciones y compromisos, de instrumentos y habilidades distribuidas entre grupos. Su circulación también traduce una construcción: ¿cuál muestra mandar a quién? ¿Cómo acondicionarla para que no se pierda y no se degrade? ¿Cómo organizar su circulación y con cuál logística? La caracterización de ellas se beneficia de técnicas complementarias entre los laboratorios. Las muestras son evaluadas en distintos sitios, alrededor de dos objetivos fundamentales: observar el comportamiento de los materiales ante distintas condiciones y verificar resultados. Por ejemplo, entre LAB1, LAB2 y LAB3 hay múltiples intercambios, tal como lo comenta el coordinador del proyecto: *“Las muestras que en Namur han dado [resultados] positivos a nivel de detección de gas, tratamos de hacerlas igualmente en Bruselas con otros métodos de plasma atmosférico”*. El trabajo para garantizar las condiciones que permitan la circulación adecuada de las muestras es importante:

...el sensor se fabrica aquí, debe ser acondicionado de manera especial para que llegue a España completo. Y nos dimos cuenta porque perdimos muchos en el transporte. Para ser precisos, en enero [un investigador del laboratorio] envió 100 sensores a Tarragona y 20 llegaron bien, 80 llegaron rotos. Yo le dije: “estoy de acuerdo en pagar un tiquete de avión ida y regreso a Barcelona... es menos costoso que Federal Express”. El dijo: “no, yo voy a empacarlos bien”... y llegaron completos. (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

En cuanto al conocimiento generado alrededor de la construcción del sensor, los participantes de NanoAlpha desarrollan dos técnicas de preparación. Inician con una, pero hacen modificaciones cuando no obtienen los resultados requeridos. Ello requiere una coordinación entre las entidades. En el primer esquema se fabrican unos materiales inicialmente en los LAB1, LAB2 y LAB3 y envían a España para continuar el procesamiento, pero ello presenta problemas “nos dimos cuenta que el tratamiento térmico y mecánico degradaba el material que habíamos fabricado” (investigador LAB1). Esa condición de degradación motiva la creación de otro método, que fue discutido en una de las reuniones como “método inverso”:

... el segundo modo de preparación que ellos [LAB6] han desarrollado: Ellos preparan el sensor, introducen los nanotubos, los depositan y después nos envían el sensor con los nanotubos y nosotros depositamos el metal. Después enviamos de regreso el sistema a España y ellos meten el contacto eléctrico y queda finalizado... es mejor en general (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Las prácticas de producción de conocimiento pasan por una mediación sociomaterial, unos objetos que circulan entre los colaboradores, como: espectros, tablas de resultados, reportes de pruebas de detección del gas. Sin embargo, en las interacciones vemos que existen mecanismos diferenciados de coordinación sociomaterial. Entre los laboratorios asociados con nanotubos y sensores, hay una circulación de objetos sobre los cuales cada entidad aporta un proceso. Con los laboratorios encargados de los cálculos teóricos el intercambio pasa por una traducción. Allí vemos que hay un acoplamiento en los tiempos y en el reconocimiento de las dinámicas de trabajo del otro. Se construye a través de los objetos una “zona fronteriza” de intercambio donde median unas traducciones de objetos epistémicos (ejemplo: “el problema de degradación del material”, “el problema del parámetro adecuado para los cálculos teóricos”).

Por otra parte, las técnicas de caracterización de materiales permiten comparar y articular resultados de distintos colaboradores:

Tenemos dos tipos de muestras, las producidas bajo plasma en vacío en el LAB1 y las producidas por plasma atmosférico en el LAB2. La microscopía de fuerza atómica puede

ser usada para comparar estas dos técnicas con respecto a la adhesión de las partículas sobre los nanotubos de carbono, antes y después de sonicación (Acta reunión mes seis).

En esta sección encontramos varios tipos de prácticas de intercambio con una mediación sociomaterial: la complementariedad de capacidad, la validación de resultados, la traducción de problemas entre un ámbito y otro, o la división del trabajo para la elaboración de un proceso. Parte del conocimiento generado en las zonas fronterizas de la colaboración se incorpora en los objetos que circulan entre un socio y otro. La colaboración se hace posible porque hay traducción de las problemáticas, pero no necesariamente a través de una convergencia de ellas. El problema a tratar puede ser distinto para cada participante, pero en las zonas fronterizas buscan la manera de traducirlos. Las prácticas entre disciplinas y esquemas de trabajo se dan a través de las transformaciones de objetos.

5.6. La carrera del material para el sensor

Uno de los puntos definidos como cruciales por los participantes de NanoAlpha fue la selección del material mas adecuado para el desempeño del sensor. Este tema estuvo presente desde las primeras reuniones y fue evolucionando a partir del conocimiento generado. Ello puede observarse en la tabla 6.

Tabla 6. La carrera del material para el sensor

Episodio 1 (A los seis meses): Hay que buscar alternativas

“Todos estuvieron de acuerdo en que aún hay que trabajar sobre el [material x] antes de tomar la decisión de continuar o parar los experimentos sobre ese material. Metales como [Y] podrían ser interesantes para trabajar. Se les pidió a los científicos iniciar la búsqueda en la literatura y pensar en candidatos alternos” (Acta reunión mes seis).

Episodio 2 (Al año): Acciones a partir de la exploración de alternativas

“De acuerdo con los resultados del WP4 y la literatura, parece que el [material Z] no es adecuado para detectar benceno pero es adecuado para detectar NO₂ (lo cual coincide con los resultados obtenidos en el LAB4). A fin de mejorar nuestro sensor, parece que el [material A] podría ser un buen candidato: este metal ha sido reportado como bueno para detectar benceno, pero inadecuado para NO₂. B podría ser un metal interesante a probar.

Finalmente en el encuentro de Barcelona fue reportado que Y era adecuado para detectar benceno. Desde esta presentación **es claro que uno de los puntos claves del proyecto es actualmente seleccionar el metal... Este estudio de “selección del metal” debería finalizar en tres meses...** Se decidió trabajar sobre cinco metales (B, A, C, D y Y). Aunque Y es un metal difícil a trabajar tanto desde el punto de vista teórico como experimental, fue seleccionado considerando los datos sobre detección del benceno con este metal que han sido reportados...**deben ser preparados nanotubos de carbono decorados con estos metales para probar la sensibilidad a la detección del benceno lo mas pronto posible**”. (Acta reunión mes 12).

Episodio 3 (A los 18 meses): Un posible número 1

“La selección del material es aún un punto crucial del proyecto. En Nantes se decidió terminar el trabajo con Z, y focalizarse en D, B, A, C y Y. Aunque B es actualmente nuestra “opción número 1”, deberíamos continuar el trabajo con los cinco metales. En este momento del proyecto, el trabajo planeado con Z está casi finalizado desde el punto de vista teórico y experimental. El profesor [del LAB4] ha preparado una publicación sobre el trabajo realizado con Z” (Acta reunión mes 18).

Episodio 4 (A los 24 meses): Concentrarse en la mejor opción

“Como el proyecto se aproxima al final, deberíamos **concentrarnos sobre los metales que muestran el mejor desempeño**. Hasta ahora, sensores que usando nanotubos de carbono decorados con nanopartículas de B mostraron la más alta sensibilidad al benceno. Por lo tanto, la mayoría de esfuerzos se focalizarán sobre el metal B. Sin embargo, el trabajo deberá continuar con otros metales, en particular D y A” (Acta reunión mes 24).

En el proceso anterior de acciones y decisiones colectivas que hemos llamado la “carrera del material”⁵¹ vemos que las opciones son evaluadas a medida que avanza el proyecto y este es un punto de articulación de sus participantes. El trabajo tanto desde la dimensión teórica como desde la experimental y los resultados de ambos contextos son traídos a discusión. Este tema es central en las reuniones y es un punto que se relaciona con cada una de las áreas de trabajo del proyecto. Los intercambios pasan por poner a prueba a los “metales candidatos” produciendo y caracterizando muestras con ellos y también haciendo unos cálculos teóricos. En el proceso se genera conocimiento sobre otras aplicaciones (materiales que no funcionan con el

⁵¹ Kathryn Henderson (1995) en su artículo *“The Political Career of Prototype: Visual Representation in Design Engineering”* muestra esta noción de “carrera” de los objetos como la metamorfosis que sufren cuando se construyen en la frontera entre varios grupos heterogéneos en un proceso que es al mismo tiempo de conflicto y consenso.

benceno, pero si con otros gases). Esta situación muestra un proceso en el cual se logra convergencia entre los participantes en la zona fronteriza de la colaboración. Vemos que es un problema que se construye y se va resolviendo de manera participativa, diferente de una etapa a la otra. La carrera del material traduce la carrera de la red y de sus aprendizajes, de su acumulación de conocimiento, de su traducción en la forma de elecciones y de especificaciones.

Para la gestión de conocimiento inter-organizacional el escenario mostrado nos permite identificar unas preguntas o problemas que pueden ser articuladores entre los actores que se vinculan en los intercambios. Hemos mostrado que pueden coexistir intereses y objetos epistémicos diversos, pero aquí encontramos un punto de común en la zona fronteriza que luego se contextualiza en el espacio de trabajo de cada colaborador. Las interacciones se hacen posibles porque la zona fronteriza es un ámbito en el que el objeto epistémico particular se traduce en términos de la pregunta general, pero luego se regresa a la propia definición del problema. Es ese movimiento entre el espacio colectivo y el espacio particular el que posibilita la colaboración y la creación de un sitio de producción de conocimiento que se mueve entre esos ámbitos. Ese movimiento no ocurre solamente a nivel de las palabras y del conocimiento formal, sino que también se cristaliza en lo material (muestras o sensores), cuya carrera constituye un punto clave del conocimiento inter-organizacional. Es un equivalente a reglas o a dispositivos de coordinación en otros contextos.

5.7. Las prácticas de comunicación de la ciencia: Espacios de construcción de conocimiento

NanoAlpha tuvo un componente de comunicación de la ciencia, orientado por GAMMA, sociedad especializada en el tema que había prestado asesoría y trabajado proyectos de visibilidad de la ciencia con la Comisión Europea.

Este componente del proyecto consistió básicamente en el desarrollo por parte de los científicos de unos videodiaros para divulgarse en el sitio de internet. Recibieron asesoría de un

experto que había trabajado anteriormente con la BBC⁵² realizando documentales de difusión de la ciencia y que estaba ya retirado. En palabras de este experto, los videodiaros debían ser un mecanismo con el cual *“las personas puedan realmente descubrir cómo la ciencia trabaja desde una idea hasta los primeros resultados”* (Acta reunión mes 12). La presencia de GAMMA y del experto ex BBC fomenta unos aprendizajes sobre la manera de desarrollar los videos y publicar información en el sitio web del proyecto.

La presentación de NanoAlpha en CORDIS⁵³ resaltaba que era el primer proyecto de nanotecnología europeo en tomar vida en youtube. Se señalaba su vocación en comunicación: *“A diferencia de cualquier otro proyecto científico realizado antes, los científicos, cada uno con su cámara, se proponen llevarnos por el viaje científico y compartir la experiencia de hacer la ciencia”*.

Las actividades de comunicación de la ciencia generaban articulaciones entre los participantes de NanoAlpha. La práctica de hacer los videos exigía unos reportes intermedios de actividades y coordinación entre los actores.

[La realización de los videodiaros] ha obligado a tener comunicación entre los diferentes socios que quizás no era así de frecuente, y fructuosa sin el aspecto comunicación científica, por video, por internet. Uno ha reforzado el otro. Porque nosotros fijamos objetivos para esta comunicación exterior. Para hacer videos todos los meses por grupo y también en cierto momento cada quince días. Y para llegar a eso, es necesario comunicarse con los otros, es necesario encontrar ideas. De hecho, nosotros no somos profesionales de la comunicación. Queremos hacer un video, pero, ¿un video sobre qué? ¿Cuál es la idea? Es por eso que hemos tenido una serie de pistas...explicar cómo hicimos un experimento...cómo hicimos una muestra, cómo unimos los resultados, cómo

⁵² British Broadcasting Corporation.

⁵³ Community Research and Development Information Service.

tomamos las decisiones. Algunos videos han sido grabados en las reuniones del Consejo de Administración del grupo. Esto nos ha obligado a hablar de cierta manera. Así, ha habido un refuerzo mutuo de los dos aspectos, ciencia y comunicación. (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1).

El experto en comunicación ex BBC visitó los distintos laboratorios de NanoAlpha para explicar a los científicos cómo realizar los videos. *“Muy básico, muy simple, justamente para que no tomara mucho tiempo para los científicos, **a los científicos se les paga para hacer la ciencia y no la comunicación**”* (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1). Aprendieron a utilizar las cámaras, a hacer los montajes, cortar las secuencias, poner la música *“ha habido un aprendizaje sobre el terreno”* (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Esta práctica de hacer los videos es articuladora de relaciones por la coordinación que requiere por parte de los integrantes de NanoAlpha. Se aprovechaba la movilidad de los investigadores entre laboratorios para realizar los videos. También se hacían esfuerzos para estimular las visitas del sitio en internet de NanoAlpha, como conferencias de prensa o el envío de informaciones científicas a otros sitios de internet. Se buscaba además que cada una de las entidades participantes fomentara la visibilidad del proyecto. Por ello surge la idea de postularse a premios que resaltarán las actividades de divulgación de la ciencia. Obtuvieron el premio Wernaers otorgado por el Fondo Nacional de la Investigación Científica⁵⁴ de Bélgica. Realizaban adicionalmente un seguimiento a las visitas al sitio web y a las acciones para difusión de información del proyecto en distintos medios:

Hay entre 150 y 200 personas que se conectan al sitio por día, por país. Aquí [muestra un documento], una copia de acciones publicitarias que se han hecho. Hemos realizado conferencias de prensa... en 2007. Hay artículos que han sido publicados en diferentes revistas, new scientist, chemical & engineering news. Con motivo de la conferencia de prensa ha habido un muy buen eco, si uno mira la consulta del sitio en el verano del 2007,

⁵⁴ Fonds National de la Recherche Scientifique.

hubo un gran pico. Y aquí hay toda una serie de referencias al proyecto que se encuentran en diferentes sitios de internet (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

Reportan receptividad de esta nueva forma de divulgación de los proyectos europeos en distintas comunidades: científicos, público general, periodistas.

La parte de comunicación no fue considerada tan relevante por la Comisión Europea al inicio del proyecto y no se reconocía la importancia de asignar un presupuesto a esas actividades. Por ello el rubro asociado a este paquete de trabajo fue reducido por parte de dicha comisión:

Es la única parte de nuestro presupuesto global que fue reducida porque los expertos científicos no querían considerarlo, quizás no tenían el interés al 100% del aspecto comunicación y del dinero que es necesario tener (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).

El coordinador de NanoAlpha explica que posteriormente la comisión Europea se interesó por el tema, al punto de incorporar como requisito en el Séptimo Programa Marco que todo proyecto tenga un componente de comunicación.

Vemos que las prácticas de comunicación de la ciencia son articuladoras de intercambios entre los integrantes del proyecto y hay un conocimiento generado alrededor de ellas (¿Sobre qué hacer el video? ¿Cómo hacerlo?). Ello enfrenta a los científicos a “decir las cosas de otra manera”, para facilitar la divulgación. Esta parte que parecía también marginal a los grupos de investigación, con respecto a lo importante dentro de un proyecto científico, se ha vuelto un espacio de discusión sobre la técnica del video, de la grabación y de la comunicación científica. Pero además fue un lugar en el que los investigadores se miraban los unos a los otros de forma diferente. Esa parte de la comunicación hacia el público se ha vuelto igualmente una comunicación distinta entre los grupos, otra mirada sobre ellos mismos. También eso participó en la dinámica del conocimiento inter-organizacional.

5.8. Prácticas de visibilidad y de confidencialidad

En NanoAlpha se maneja una tensión/interacción entre la visibilidad que se busca generar a través de las actividades de comunicación de la ciencia, y la confidencialidad que se requiere en algunos de los procesos involucrados en manejo de propiedad intelectual.

*...filmamos reuniones del Consejo de Administración donde tomamos decisiones, decisiones sobre el registro de una patente... usted sabe que nosotros trabajamos en el desarrollo de un sensor para el benceno para la industria petroquímica y por ahora es necesario no revelar cuál método vamos a utilizar para realizar la detección del benceno y entonces, dentro del filme del video cada vez que hablamos del metal, el nombre del metal es [cubierto] y él desaparece porque si hay patente, es necesario que la información no pase al público antes de al menos dos años y el proyecto, se va a terminar este año, entonces, **el video no va a contar alguna cosa** que vaya a ir en contra de la patente (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).*

Se observa que hay una articulación entre lo que se quiere divulgar por una parte, y proteger por otra. Los videos pasan un proceso de filtro para evitar comunicar alguna información que vaya en contra de la propiedad industrial. La realización de los videos se convierte en un mediador de los intercambios y contribuye a hacer visible para los grupos aspectos de propiedad industrial. Se construye un “sistema de moderación” en el cual se verifican los videos antes de ser puestos en común a través del sitio web.

*Los miembros del comité de propiedad intelectual son moderadores del sitio web y se les pide su opinion sobre los documentos propuestos por los miembros del consorcio. **Estos documentos estarán disponibles en el sitio público si son aceptados por el comité de propiedad intelectual** (Acta reunión mes seis).*

Esa tensión entre la divulgación y la protección la resuelven con la intervención del Comité de Propiedad Intelectual. La comunicación con el público, es entonces una comunicación moderada por los derechos de propiedad intelectual. El coordinador del proyecto recomienda en ese

sentido que la información del proyecto se proteja de actores externos, pero que al interior se comparta.

Por ejemplo, si usted quiere someter un resumen a una conferencia, debería ser enviado primero a los miembros del consorcio a fin de recibir su respaldo. Adicionalmente, debemos ser cuidadosos sobre lo que es revelado fuera del consorcio, especialmente a través el sitio web. (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1)

Se evidencian en este proyecto unas dinámicas que permiten volver compatibles las prácticas de comunicación de la ciencia con las de propiedad intelectual. Ello se logra con un rol de moderador, o mediador, que debe tener conocimientos sobre los procesos de protección de los desarrollos. Este punto dentro de la gestión de conocimiento nos permite observar como las prácticas buscan cierta coherencia a través de un rol mediador.

5.9. Mediaciones de conocimiento con los industriales

En NanoAlpha la vinculación de la empresa BETA hace que el tema de las proyecciones del mercado esté presente, pero aún así los laboratorios de investigación pueden colaborar manteniendo la identidad de su trabajo. La articulación pasa por un doble movimiento de acercamiento y de diferenciación entre los actores. El conocimiento en esa frontera es marcado por este doble movimiento. Tal como lo describimos anteriormente, en LAB1, LAB2 y LAB3 se desarrollan tareas de producción de los materiales, pero con unas competencias que hacen que LAB3 esté mas cerca de la industria, LAB1 tenga una vocación de investigación básica y LAB2 se encuentre en un punto intermedio. En términos de los objetos epistémicos, trabajar en condiciones de vacío se traduce en unos intereses de investigación fundamental, en condiciones atmosféricas con superficies de tamaño significativo se traduce en una investigación cerca de aplicaciones industriales y el tratamiento de pequeñas superficies en condiciones atmosféricas se encuentra en un punto intermedio. Las condiciones sociomateriales evidencian esa identidad de las actividades de cada laboratorio que permiten colaborar manteniendo objetivos diferenciados. Desde el punto de vista del LAB1, el esquema de trabajo que sostienen dentro de

NanoAlpha les permite desarrollar el tipo de investigación exploratoria que les interesa y que es diferente de los propósitos de estandarización industrial. En las palabras del director del LAB1, hay unas prácticas del trabajo exploratorio que no son tan rígidas como las industriales, pero les permite conservar las trazas de su actividad.

*Cuando uno hace la investigación exploratoria es mejor no tener un esquema rígido. Es por eso que una de las bases de la ciencia, de la calidad de la investigación, es no imponer el respeto de procedimientos como cuando uno está dentro de la estandarización industrial. En cambio, para el investigador, lo que tiene sentido es llevar un **cuaderno de laboratorio** por ejemplo, no es demasiado formal, pero permite al menos guardar un registro de la experiencia para poder retomarlo después. Es poco rígido, pero permite hacer un experimento sin respetar completamente un procedimiento (Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1).*

Por otra parte, LAB1 tiene otros proyectos además de NanoAlpha y ha logrado negociar que el alcance de confidencialidad con las empresas no sea un obstáculo para la comunicación entre los investigadores que participan en iniciativas con firmas distintas. Ello ha permitido un aprendizaje entre proyectos y que no se afecte la vocación de trabajo del LAB1 por vincularse con la industria. Ello podemos observarlo en el fragmento siguiente.

...de tres proyectos que van en la misma dirección, pero son desarrollados con tres industriales diferentes, entonces, esos tres industriales no querían que el investigador se hable con el investigador b, el investigador c, aunque trabajan sobre el mismo material. Pero yo dije en la primera reunión, para mi eso no es bueno, mis investigadores se van a hablar entre ellos, pero ellos no pueden hablar con el exterior porque hay cosas que son confidenciales, pero es necesario que se hablen entre ellos porque trabajan sobre el mismo tema, fundamentalmente ellos trabajan sobre el mismo material. Ellos [los industriales] aceptaron... (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1)

Esta situación ilustra que LAB1 tiene una relación con la industria, para la cual genera unas mediaciones que le permiten mantener sus objetivos. Negociar un nivel adecuado de acuerdos

de confidencialidad que no obstruyan la construcción de conocimiento al interior del laboratorio. Se muestra una trayectoria de trabajo con la industria que también capitaliza en NanoAlpha.

Para la relación que mantienen los demás socios de NanoAlpha con la empresa BETA identificamos agentes mediadores de conocimiento al interior del proyecto. LAB3 con su infraestructura sociotécnica es un mediador en el tema de los recubrimientos que se depositan sobre los materiales de interés, mientras LAB6 que tiene una trayectoria en sensores es un agente mediador con la empresa BETA. Esas mediaciones les permiten a los actores del proyecto que en la zona fronteriza de NanoAlpha se generen las traducciones necesarias para realizar un trabajo colectivo. Los encuentros semestrales son también un espacio en el que los distintos objetos epistémicos se ponen en común y se traducen en términos de cada socio. Ello lo pudimos observar anteriormente cuando se declara la necesidad de extender el proyecto porque aún no se ha logrado el prototipo deseado. Es una problemática movilizadora desde BETA, pero que promueve acciones en toda la red.

Desde el punto de vista de la empresa BETA, un punto esencial era las proyecciones del mercado. Tal como lo explica el coordinador de NanoAlpha en el fragmento siguiente.

[El rol de BETA] Investigación y desarrollo es el WP4, especificación, estudio de mercado y especificación en función del mercado y de la regulación internacional para desarrollar el sensor de benceno. Y estas tareas debían ser revalidadas cada seis meses. Y entonces, cada seis meses BETA debía decir « así ha evolucionado el mercado, el proyecto es todavía válido, aún mas válido que antes ». Esto se ha hecho. (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1).

Este tema sobre perspectivas del mercado se discutía en los encuentros semestrales del proyecto, como puede observarse en el extracto siguiente del acta de la reunión del mes 12:

BETA presenta una revisión del mercado... De acuerdo con esta revisión, es claro que el benceno es un buen objetivo. Al parecer algunas empresas están o han estado trabajando en la detección de este gas, pero no han encontrado nada hasta el momento.

Nosotros aún estamos liderando esta área de investigación. [El coordinador de NanoAlpha] informó al consorcio que ha sido contactado por una compañía de sensores que quería conocer lo que estamos haciendo y si podríamos colaborar con ellos. Esto demuestra que estamos trabajando un proyecto en el estado del arte (Acta reunión mes 12).

Vemos, desde la dinámica industrial esa evaluación permanente del interés del mercado y las normas a cumplir por el sensor. Estos temas son objeto de discusión entre los integrantes de NanoAlpha y permiten proyectar los desarrollos. Tal como lo comenta el coordinador:

...las normas europeas están en proceso de cambiar, también para la detección de benceno, es necesario ganar un factor 5, un factor 10 de sensibilidad, ese es el marco en el que nos encontramos. BETA ha hecho un estudio de mercado. Si es positiva la patente y la solicitud de extensión del proyecto seis meses, lo que se espera suceda, él ha hecho evaluaciones, dentro del video, el precio será 300, 500 euros comparado con 1.000/2.000 euros por los sensores actuales, y son mas sensibles. Él espera vender 10.000 por año, ese es el estudio de mercado (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1).

El tema de la proximidad entre los colaboradores lo discutimos en la revisión de literatura. Y dos de las dimensiones que estaban presentes eran la organizacional y la tecnológica ¿Qué tan cerca están en las relaciones que han construido y en la capacidad que tienen de aprender unos de otros los participantes de las relaciones inter-organizacionales? Los estudios nos mostraban que cierta diferencia cognitiva podía permitir generar soluciones originales. Las investigaciones focalizadas en empresas ilustraban que podía ser beneficioso para ellas buscar un tipo de colaborador con vocación académica o investigativa. Poniendo esos elementos en el contexto que estamos analizando aquí, vemos que en NanoAlpha hay diversidad de socios. BETA como empresa encuentra en LAB6 un agente mediador de conocimiento con los otros miembros en el tema de sensores, pero también, como lo hemos visto, hay una mediación material. Este caso nos muestra que la proximidad no se da en términos de una identidad que definimos a priori de los socios (industrial o académico, teórico o experimental), sino en términos de los agentes mediadores de conocimiento y objetos intermediadores que se establecen en las relaciones. En

ese sentido argumentamos que la pregunta que debemos formular no es qué tan próximos están los socios que participan en una relación inter-organizacional, sino qué grados de proximidad están construyendo. Ello nos lleva a mirar mas allá de las diadas, para identificar mediadores que pueden estar presentes. Por ejemplo, entre LAB1, LAB2 y LAB3 vemos que hay un rango de proximidades con la industria, LAB1 el más lejano y LAB3 el más cercano. Pero eso cambia en el escenario del proyecto cuando el objeto epistémico “selección del mejor material para el sensor” se convierte en mediador central para todos los actores. Las proximidades en este caso se construyen en el proyecto a través de las mediaciones de conocimiento. En ese punto aportamos una perspectiva de la proximidad desde una dimensión performativa que tiene relación con las mediaciones que se generan en los intercambios.

5.10. Espacios de intercambio: “estar al tanto, sin ser especialistas, de lo que hacen los otros”

La coordinación sociomaterial que hemos mostrado entre los socios de NanoAlpha se facilita por la estrategia que adoptaron que cada socio visitara las instalaciones de los otros por uno o varios días, como lo describe el coordinador:

*...todos los investigadores, realmente todos los investigadores, por lo tanto, mi investigador en Namur, los investigadores en Bruselas, los investigadores de Lovaina, de Luxemburgo, de Nantes, de Tarragona, y también de BETA, entonces, los investigadores, **han visitado todos los laboratorios**. Ellos se quedaron del orden de algunos días a una, dos semanas dentro de cada laboratorio. Entonces, ellos están, yo pienso, bien al tanto, sin ser especialistas, de lo que hacen los otros (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1).*

Eso facilitó los intercambios. La reunión semestral también fue un espacio para favorecer las interacciones. Las relaciones se reprodujeron a distancia, pero sobre una base de relación mínima. Ello permitió construir proximidades entre los participantes. Las inquietudes y objetos epistémicos de cada actor, con características diferenciadas, se pudieron poner en diálogo y en

proceso de traducción a partir de esas interacciones. En ese sentido, no siempre los objetos intermediarios que circulaban entre los colaboradores estaban suficientemente equipados, pero el flujo de comunicación entre los socios permitía resolver las inquietudes. Eso se muestra en el extracto siguiente:

*Yo recibí esto [muestra un reporte], yo envié a [el investigador del LAB6] una pequeña nota “¿esto que quiere decir?” Hay cifras, uno ve que es la sensibilidad, pero, no... es necesario interpretarlo. Entonces, **después de las cifras, llegó un pequeño reporte, con frases, con texto.** (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1).*

Esta situación nos muestra que el trabajo de equipamiento necesario para que esos objetos puedan circular es un conocimiento que se construye a partir de las interacciones. Una pregunta sobre “¿eso que quiere decir?” enriquece las prácticas de intercambio de resultados con elementos adicionales en los objetos que circulan (en este caso, el texto explicativo). Vemos que el conocimiento que se produce en las zonas fronterizas de la colaboración se asocia, en parte, con el trabajo de equipamiento que solo es posible a partir de las interacciones. Esta situación también la observamos en las reuniones semestrales, cuando surge la inquietud sobre el tiempo que toma para los teóricos hacer los cálculos y hay un aprendizaje sobre las dinámicas de intercambio y la información requerida para que el colaborador pueda trabajar.

Por otra parte, también se genera un conocimiento original a partir de los intercambios. Eso puede observarse en el texto siguiente que ilustra la construcción de un nuevo método de preparación de materiales que se convierte en un punto de partida para otros proyectos.

*En la última reunión en el mes de octubre en Tarragona, nos dimos cuenta, nos dimos cuenta que había una vía de preparación que **parecía muy prometedora mas de lo previsto dentro del proyecto y decidimos poner tres investigadores a trabajar sobre esta vía en prioridad.** Este tema va a dar lugar a una discusión la próxima semana para ver si podemos pensar en una patente. Hace cuatro años habíamos previsto alguna cosas, nos dimos cuenta que probablemente es mas prometedora de lo que se podría imaginar... **voy a pagar un investigador sobre otro proyecto para trabajar ese tema,***

***muy específicamente.** Y esto viene de la discusión entre nosotros. Habíamos previsto alguna cosa, discutimos entre nosotros, y nos dimos cuenta que podíamos ir mas lejos y es una cosa mucho mas general, más genérica, **y puede incluso caer sobre la microelectrónica,** dentro del dominio de la microelectrónica (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1)*

Vemos que las zonas fronterizas de la colaboración se convierten en un espacio de exploración, surgen nuevas vías de aplicación y conocimiento que será la base para nuevos proyectos. Este conocimiento funciona como un punto de anclaje para iniciativas futuras y en otras áreas.

En síntesis, el estudio de los espacios de intercambio nos aporta varios puntos. Uno de ellos es que nos permite observar cómo se van construyendo unas proximidades con una mediación sociomaterial. Otro punto es que nos muestra que las zonas fronterizas de la colaboración son un espacio en el que se va construyendo un conocimiento colectivo sobre cómo equipar los objetos para que los intercambios se den. Es a través de las relaciones que se establecen que el equipamiento se convierte en una forma de coordinación. Finalmente, identificamos que las zonas fronterizas pueden ser un espacio de exploración de conocimiento (March, 1991) que se deriva en caminos no previstos. Allí podrían generarse puntos de anclaje para otras iniciativas.

5.11. Coordinación/Tensión entre las prácticas de patentamiento y publicación

El tema de propiedad intelectual estuvo presente desde el inicio del proyecto y continuó después. Los socios del proyecto se organizaron para aprender a manejar este tema y definir colectivamente sus estrategias y prácticas. En el encuentro que se hizo a los seis meses de comenzado el proyecto, un investigador del LAB6 y el empresario de BETA proponían realizar una búsqueda de patentes una vez al año. En la reunión del primer año los investigadores del WP4 reportaban algunos resultados:

Resultados sensibles de propiedad intelectual fueron presentados... Una patente con respecto al método de deposición de nanopartículas sobre diferentes superficies ha sido sometida a la Oficina Europea de Patentes por el LAB2 (Acta reunión del mes 12)

El Comité de Propiedad Intelectual tuvo un rol importante en las acciones dirigidas a monitorear de manera permanente el posicionamiento de los resultados del proyecto frente al estado del arte. En la reunión del primer año se recalca ese punto:

*El profesor [Coordinador NanoAlpha y Director LAB1] recordó al consorcio sobre la necesidad de hacer una búsqueda continua de literatura científica y patentes con respecto a “sensores de benceno”. El profesor [del LAB6] y el Señor [Empresario BETA] se harán cargo de la búsqueda de patentes **e informarán al consorcio tan pronto como encuentren documentos sensibles**. La información de la patente del LAB2 estará pronto disponible en el sitio web privado (Acta reunión del mes 12, ítem “Encuentro Comité de Propiedad Intelectual”).*

También en esa reunión del primer año se discutió en el Comité de Propiedad Intelectual la pertinencia de realizar en el encuentro siguiente un “Seminario sobre Estrategia de Explotación”⁵⁵, espacio promovido por la Comisión Europea para identificar los riesgos y obstáculos potenciales en la explotación de los resultados, así como analizar la forma de abordarlos. La planeación de esa actividad se reporta en el acta:

La oportunidad de tener un Seminario de Estrategia de Explotación es discutida y aprobada por el consorcio. [El Secretario Científico] es encargado de contactar a la EU [Unión Europea] a fin de planear el ESS durante nuestro próximo encuentro del consorcio en Namur... El primer día del encuentro sera dedicado al proyecto y el Segundo día al ESS. Por lo tanto se solicita a los socios llegar a Namur desde el día antes del encuentro (Acta reunión mes 12, ítem “Encuentro Comité de Propiedad Intelectual”).

⁵⁵Para mas información sobre esta iniciativa (*Exploitation Strategy Seminar (ESS)*) que maneja la Comisión Europea para sus proyectos, ver http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/ess-innovation_en.html

El seminario ESS fue conducido durante el encuentro del mes 18 por un experto en gestión de la innovación y transferencia de tecnología de la Unión Europea y se invitó a personal de las oficinas de transferencia de tecnología de las Universidades de Namur y Lovaina. Dentro del reporte de esta actividad en el acta de la reunión, se contempla:

Durante el seminario fue identificada y discutida una interesante lista de resultados explotables...es fácil darse cuenta que los socios necesitan tener un entendimiento común de los resultados explotables del proyecto, así, es necesaria una buena discusión entre los socios para un entendimiento común. Este objetivo fue alcanzado en el seminario, pero requerirá más elaboración por el consorcio después del seminario a lo largo del proyecto para un continuo refinamiento (Reporte EES (Anexo al acta de reunión mes 18)).

Este espacio fue una oportunidad para proyectar posibles resultados en el contexto de la producción colectiva y las implicaciones para cada socio. En palabras del coordinador de NanoAlpha:

*Es un experto de una sociedad privada que fue pagado por la Comunidad Europea para venir, desmenuzar el proyecto, introducir las aplicaciones potenciales y hablar a todos los investigadores sobre qué es propiedad intelectual y cómo valorizar la propiedad intelectual. Aprendimos muchas cosas, el experto ha observado cómo los diferentes socios pueden interactuar, el hecho de hacer evaluaciones, de puntos potenciales, fabricar el sensor. Él hizo su propia evaluación de la contribución de diferentes socios a diferentes reivindicaciones que él ha imaginado. Esas no son reivindicaciones que nosotros imaginamos, pero él ha evolucionado a dejarnos claro: « atención, si ustedes van a registrar una patente, **es necesario tener en cuenta que el efecto de las reivindicaciones será diferente sobre los diferentes socios**” (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1).*

El experto que orientó el ESS presentó en su informe algunas recomendaciones para el manejo de la propiedad intelectual. También sugirió fortalecer algunas prácticas y enfoques para facilitar la explotación de los resultados. Dentro de éstas últimas se encuentra:

*Los socios deberían empezar a adoptar cuadernos para tomar notas de su trabajo y documentar su progreso. Esto hace parte de **una cultura de los derechos de propiedad intelectual que falta todavía en algunos lugares de Europa**. Los cuadernos de notas son esenciales en la determinación de la fecha de concepción de una particular invención. Ellos deberían ser conservados en un sitio seguro y manejarlos de tal forma que la confidencialidad sea salvaguardada (Reporte EES (Anexo al acta de reunión mes 18)).*

En el extracto anterior se observa que la recomendación del experto en gestión de la innovación y transferencia de la tecnología de “llevar un cuaderno” se hace en el sentido de práctica de propiedad intelectual en la cual la Comisión Europea busca generar una cultura a través del soporte a los proyectos financiados. Pero esta práctica, como lo vimos en la sección 5.9, también tenía sentido para el investigador que quiere tener un registro no muy formal de su investigación exploratoria. Vemos que este objeto “cuaderno” se despliega en redes sociotécnicas con objetivos diferenciados, una asociada al manejo de la propiedad intelectual, a explotación de los resultados, otra ligada a la organización del trabajo para capitalizarlos en futuros desarrollos. Sin embargo, las formas de circulación pueden no ser las mismas. El experto de transferencia de tecnología piensa en un cuaderno confidencial, “guardado en un lugar seguro”, por las consecuencias en la propiedad intelectual. Es posible que el investigador lo conserve también en “un lugar seguro”, pero por una lógica distinta, la de conservar una traza de su trabajo, de no perder de vista algún resultado o discernimiento y poder continuar con los desarrollos. Ello nos muestra que los objetos intermediarios pueden tener esa plasticidad y servir a múltiples propósitos e irse transformando en objetos fronteras. En este caso, entre el mundo, y las prácticas, de la explotación comercial y de la investigación exploratoria.

Otras recomendaciones del experto en transferencia de tecnología estuvieron asociadas a los esquemas de trabajo colaborativo y la participación de la empresa, como lo veremos en el fragmento siguiente:

*“los socios están aparentemente trabajando bastante bien pero en el nivel individual. Sin embargo, el trabajo en equipo debería incrementarse para **justificar/alcanzar el valor agregado esperado de tener a todos los socios del proyecto juntos**”⁵⁶.*

El proyecto ha estado dominado por la academia. La dirección por parte del único socio industrial deberá ahora aumentar. (*Reporte EES (Anexo al acta de reunión mes 18)*).

La mirada externa del experto mostraba una necesidad de mayor articulación y participación de la empresa. Sin embargo, los miembros del proyecto habían realizado acciones para “*estar al tanto, sin ser especialistas, de lo que hacen los otros*”, y las decisiones sobre propiedad intelectual iban a generar nuevas formas de coordinación con una presencia fuerte del socio industrial. Ello lo vemos en el fragmento siguiente en la manera como se ponen de acuerdo frente al registro de una patente.

Hubo una primera escritura de la patente, de la solicitud de patente, las reivindicaciones, que fueron hechas esencialmente por el profesor [LAB6] y [el empresario], esto es Tarragona y BETA. Una primera escritura de la patente con una descripción del estado del arte, definición de la información, etc. Esta fue distribuida a los otros seis socios a quienes se les pidió aportar comentarios sobre las reivindicaciones. Debimos diligenciar en función de las reivindicaciones, en función de tal reivindicación, tal grupo piensa que es co-propietario de la invención. Cada grupo debía decir: « mi contribución al descubrimiento es ésta ». Al final de este estudio preguntamos cuáles grupos serían socios en el registro de la patente. Así, nos dimos cuenta que dos...tres grupos se retiraron de la solicitud de patente. Quedamos cuatro...cinco socios en la solicitud de patente... [Se retiraron] la Sociedad GAMMA, el LAB5 de Nantes que depende del CNRS⁵⁷. Allí el profesor dijo: « un registro de patente, la solicitud al CNRS, uno puede esperar tres meses ». Dijimos, es imposible, para tener una respuesta, sea positiva, sea

⁵⁶ El Coordinador de NanoAlpha nos entregó este reporte en versión impresa. De las recomendaciones del experto, ésta era la única que contaba con un resaltado en color amarillo.

⁵⁷ El CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique, CNRS, es un establecimiento público de carácter científico y tecnológico, bajo tutela del Ministerio de Enseñanza Superior y de la Investigación de Francia. Ver: <http://www.cnrs.fr/accueil.php>

*negativa...el socio teórico de Lovaina ha dicho: “eso no nos interesa”. Al nivel de ideas, ellos han aportado ideas en cierto momento dado. Nosotros les pedimos hacer experimentos. Hicimos un estudio de patentabilidad dentro de una oficina especializada para hacer un estudio bibliográfico, muy bien, de las reivindicaciones... y actualmente estamos en fase de la redacción de la segunda. **Y vale decir, gracias a los españoles que trabajan con la célula de administración de la investigación de los tres grupos que quedamos.***

Los esquemas de trabajo y la participación de los socios cambian en el tiempo. Vemos que si el experto de transferencia de tecnología visualizaba poca participación de la empresa, en los asuntos de propiedad intelectual su rol es central. En la primera escritura y en el soporte para el avance del proceso. “Los españoles”, el colaborador industrial y el LAB6, que trabaja muy de la mano de la empresa, son articuladores de estas actividades. Por otra parte, identificamos un trabajo colectivo alrededor del registro de patente. El hacer observaciones sobre las reivindicaciones es un ejercicio no solo de registro, sino de volver explícitos ciertos aportes. Pero también se generan unas decisiones sobre los intereses en la explotación comercial de los desarrollos. Un grupo que plantea “no es de mi interés” u otro que por la demora de los trámites de la propiedad intelectual en su institución no se integra al proceso. Se hacen evidentes en estas actividades los esquemas de manejo de la propiedad intelectual de las entidades de tutela. Para la gestión de conocimiento inter-organizacional ello nos indica varios aspectos. La manera como los colaboradores deben articular sus reglas y prácticas de propiedad intelectual, pero también los resultados que a cada socio le interesa capitalizar, valorizar y explotar. Ello define además el sentido que tiene para cada uno el estar en el arreglo inter-organizacional. El experto en transferencia de tecnología lo expresa en términos de un trabajo en equipo que “justifique” o permita alcanzar un “valor agregado” por estar trabajando juntos. Ese “valor agregado” no tiene una dimensión única. Lo que valoriza cada socio puede estar en términos de unos objetos epistémicos o unas lógicas de trabajo particulares que son heterogéneas pero que en la “zona fronteriza” de la colaboración encuentran su espacio. Y eso se hace visible en las decisiones que se toman frente a la participación en los esquemas de

explotación de la propiedad intelectual. La colaboración se hace posible no porque haya un esquema único que “justifique” el estar juntos, sino porque se pueden articular distintos intereses.

Con el proceso de escritura de las patentes, se genera también un conocimiento sobre cómo resaltar lo esencial del aporte del proyecto, un fortalecimiento de la capacidad de mostrar la originalidad del trabajo frente al estado del arte. Ello se observa en el extracto siguiente.

*...la manera en la que escribíamos era muy general, era necesario ir a lo más esencial, había pequeñas cosas que estaban incluidas en otra patente. Cuando uno lee la literatura, hay patentes muy cercanas...un procedimiento para fabricar penicilina... También encontramos patentes extremadamente amplias que vienen de sociedades americanas con las que uno no puede ya tratar de luchar. **Vamos a tratar de ser más específicos** (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1).*

De otra parte, la relación patentamiento/publicación de resultados está presente en los encuentros de NanoAlpha, dada la diversidad de intereses de los socios. Ello se observa en las discusiones que llevan a decidir qué patentar y qué publicar o cómo estos procesos se afectan mutuamente:

***La patente** sometida en agosto pasado por el LAB2 y LAB1 está aún pendiente, así, ello **está retrasando los procesos de publicaciones** de algunos de los resultados obtenidos dentro de estos grupos (Acta reunión del mes 18).*

*Durante el encuentro del Comité de Propiedad Intelectual dos principales puntos fueron discutidos: ¿son patentables los resultados? ¿Están los socios interesados en patentarlos? En la opinión del profesor [LAB2], la invención del nanotubo de carbono, decorado con nanopartículas de alguna clase particular, el cual es usado para la detección del benceno, es patentable. **Los resultados relacionados con la decoración de nanotubos de carbono sin la conexión con la detección del benceno pueden ser publicados, ellos no son patentables** (Acta reunión del mes 24).*

*El profesor [Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1] informó a los socios sobre la intención de LAB1, LAB2 y LAB3 de patentar un procedimiento de decorado de nanotubos de carbono con nanoclusters de metales usando componentes [E]. En el futuro próximo se realizará la búsqueda de literatura para establecer posibilidades de patentes. **El procedimiento de patentamiento puede inducir problemas con las publicaciones, especialmente para LAB3, donde exclusivamente [componentes E] son usados para decorar nanotubos de carbono.** El profesor [Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1] expresa su esperanza de que sea posible publicar los resultados pronto, después de que la patente sea sometida. Por esta razón, el tendrá una comunicación para un encuentro entre los tres grupos alrededor del mes de abril...Con respecto a la patente del sensor de benceno, LAB1, LAB2, LAB3, LAB6 y BETA dicen estar interesados en proceder con la patente de procedimiento; [el profesor del LAB6] está encargado de re-escribir las reivindicaciones. Se decidió, sin embargo, que **los socios podrían publicar sus resultados [con la condición de no mencionar asuntos sensibles para la patente]** (Acta reunión del mes 30).*

Vemos que el tema patente/publicación es recurrente en las reuniones del proyecto y se busca volver compatibles las dos prácticas y generar puntos de encuentro que permitan avanzar en ambos sentidos. Por una parte, valorizar los inventos con el patentamiento, pero a la vez no afectar la trayectoria científica que se capitaliza con las publicaciones. Se negocian unos acuerdos tratando de no obstaculizar ninguno de los procesos. Así, se construye un conocimiento colectivo sobre cómo moverse en ambos espacios (patente/publicación). En las primeras reuniones el tema de “la patente está retrasando las publicaciones” se hace presente, pero posteriormente se observa que se despliegan estrategias a partir de ese aprendizaje: “podemos publicar, pero sin mencionar tal tema”. Esa evaluación entre lo que es patentable y lo que no, hace visible la manera como se tratan de coordinar y armonizar las prácticas y temporalidades involucradas. Por ejemplo, el reconocimiento de las etapas del patentamiento para saber en qué momento poder publicar y tratar de acelerar los dos procesos. El punto que más resalta el coordinador de NanoAlpha como aprendizaje del seminario ESS, “es necesario

tener en cuenta que el efecto de las reivindicaciones será diferente sobre los diferentes socios”, se incorpora en las prácticas. Ello se evidencia cuando frente al patentamiento del procedimiento de decorado de los nanotubos se identifica que habrá mas implicaciones para el LAB3, porque sus publicaciones están concentradas en el componente E relacionado y ello podrá obstaculizar sus publicaciones. Esa evaluación de las consecuencias para cada socio es también un conocimiento colectivo. Se observa entonces, que hay evolución y aprendizajes para resolver esa tensión entre patentamiento y publicación. Una tensión que es diferenciada para cada colaborador, pero que en las decisiones tomadas se trata de armonizar.

Un tema adicional, y dada la distribución de los socios en varios países, es dónde patentar. En el fragmento siguiente vemos que la decisión esta jalonada por la empresa y el LAB6, el socio mas próximo⁵⁸ a ella. Los intereses del mercado y las reglas de propiedad intelectual de esos socios son determinantes en la decisión.

*Yo pienso que el consenso es presentar la patente en España y después rápidamente en Europa, porque hay reglas de la Universidad de Tarragona [dicen]...patente española, patente europea y dentro del año la patente americana. **Pero BETA está interesada por Europa, su mercado es Europa** (Coordinador NanoAlpha y Director LAB1).*

De nuevo vemos la articulación de las actividades de patentamiento alrededor de la empresa, pero para los laboratorios es clara la manera de explotar esos resultados de acuerdo con su vocación. La presencia en el seminario EES de funcionarios de las oficinas de transferencia de tecnología de dos de las Universidades vinculadas se liga a ese propósito. La búsqueda de modalidades diferenciadas de participación en la explotación de los resultados de NanoAlpha. Ello lo vemos en el comentario siguiente del coordinador del proyecto.

Lo que va a pasar probablemente dentro del marco de la patente es que, en cuanto la patente sea registrada, la administración a cargo de la investigación va a intentar

⁵⁸ Aquí nos referimos a las múltiples dimensiones de la proximidad, no únicamente a la geográfica.

negociar con BETA automáticamente para la cesión de la licencia y es nuestro interés que sea registrada (Coordinador NanoAlpha y Director del LAB1).

Finalmente las patentes derivadas del proyecto comprendieron por una parte el dispositivo y por otra los métodos de preparación de materiales⁵⁹. Según información extraída de la Oficina Europea de Patentes, pueden observarse dos patentes asociadas al tópico “Método para depositar nanopartículas sobre sustratos”. En una el solicitante es la universidad de tutela de LAB2 y en la otra participan como solicitantes las entidades a las cuales pertenecen LAB1, LAB2 y LAB3. En la patente ligada al “dispositivo para la detección selectiva del gas benceno y el método para obtenerlo” se vinculan como solicitantes las universidades de los LAB1, LAB2, LAB3 y LAB6, así como la empresa BETA. Frente a las estrategias de explotación, el Centro de Transferencia de Tecnología de la universidad de tutela de LAB6 informa en su página web que ésta patente “ha sido licenciada a [BETA]”. Vemos que las decisiones que se fueron tomando de manera progresiva para hacer frente a las tensiones entre patentamiento/publicación, en términos de los intereses de cada socio, permitieron establecer dos perfiles de temas a explotar: por un lado los materiales y por el otro los dispositivos.

5.12. Articulación alrededor de una publicación

En la sección anterior vimos las estrategias a través de las cuales los socios de NanoAlpha manejaron la tensión entre patentamiento y publicación. Ello generó un conocimiento sobre el alcance de cada colaborador y las posibles dinámicas de capitalización de ese conocimiento. En esta sección nos concentraremos en una producción particular: Un artículo científico en el cual firman como autores todos los participantes del proyecto. Este ejercicio colectivo estaba previsto desde el inicio del proyecto. En el encuentro del sexto mes se trató el tema, como lo vemos en el siguiente fragmento:

⁵⁹ Esta información fue recuperada de la base de datos de la Oficina Europea de Patentes (http://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP) el 30 de junio de 2013 utilizando como criterio de búsqueda “inventor” con el nombre del director del proyecto.

*El Prof. [Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1] recalcó que el trabajo colaborativo dentro del consorcio es mas que importante y que nosotros deberíamos publicar un artículo de investigación colaborativo. **Se propuso la idea de un artículo colaborativo incluyendo todos los miembros del consorcio.** El primer borrador de este artículo será presentado durante el próximo encuentro en Nantes. El profesor [del LAB4] dirigirá la preparación de este borrador. (Acta reunión del mes seis)*

Una vez definido un esquema de trabajo se procede a iniciar el ejercicio. La construcción del artículo permite observar dinámicas de trabajo involucradas. En la reunión del mes 18 se decide el tema: “el principal tópico serán los resultados obtenidos con [el material Z]”. La selección del material Z no es fortuita. En la sección 5.6 vimos que al año de iniciado el proyecto habían identificado que no era un material adecuado para detectar el benceno, pero se comportaba bien con otros gases. Si bien Z no continuó hasta el final en la carrera de ser el material para el sensor, si logró ser apto para la publicación, al evitar conflictos con procesos de patentamiento. En cuanto a la organización del trabajo para este esfuerzo colectivo, el profesor del LAB4 encargado de la coordinación propuso un esquema en la reunión del mes 12:

Él pidió a los socios enviarle dos páginas de resumen con los principales resultados obtenidos en cada grupo. El resumen deberá ser enviado a mediados de noviembre de 2007. El primer borrador sera presentado durante el encuentro [próximo]. [El investigador de LAB4] contactará pronto a los socios para precisarles qué espera de ellos (Acta reunión del mes 12).

A partir de esta estructura de trabajo en la reunión siguiente ya se cuenta con un borrador revisado por la mayoría de los socios. En el encuentro se llama la atención a los colaboradores pendientes de hacer los comentarios, para continuar con el proceso:

*“Se pide a GAMMA y LAB3 adicionar una contribución, aunque sea pequeña. Después de adicionar las contribuciones de GAMMA y LAB3, y las correcciones/comentarios de los diferentes socios, el profesor [LAB4] enviará el artículo al profesor [Coordinador de NanoAlpha y Director del LAB1], **quien lo preparará para la sumisión a una revista de***

alto impacto, se tratará primero con “Nature Materials” (or “Nature Nanotechnology”). Si estas revistas no quieren el artículo, éste será sometido a “Materials Today” (nota: después del encuentro, se sugirió contactar a la nueva revista “Nano Research”) (Acta reunión del mes 18).

Vemos que el trabajo colectivo involucra una división de tareas: un aporte inicial de cada grupo, una escritura integradora, revisiones y aportes y una puesta a punto para ser enviado a una revista “de alto impacto”. Los escenarios posibles de publicación son también tema de discusión, unas primeras opciones de revistas, y otras alternas. En el encuentro de los 24 meses se informa el envío del artículo a la revista *Advanced Functional Materials* “*cuyo alcance es muy cercano al tema del proyecto*”. Finalmente, en la reunión del mes 30 se informa que será sometido a la revista *Nanotechnology* y el artículo se publica en el 2009.

Este ejemplo de ejercicio colectivo nos muestra cómo se armonizan las distintas prácticas. Una temática que no es explotable en términos de patente, pero sí para una publicación. La valorización difiere aquí en términos de resultados originales que son de interés para la comunidad científica y otros que pueden tener potencial de aplicación industrial. Hay también una organización del trabajo colectivo que el proyecto quiere resaltar. Ello se evidencia en que posteriormente hace un videodiario sobre este artículo, resaltando que en él participaron todos los miembros del proyecto, con múltiples experticias. Si bien varios de los socios se retiraron de la participación en las patentes, en este artículo sí están incluidos todos. En cuanto a las dinámicas de gestión de conocimiento, este ejemplo de producción colaborativa nos muestra que los actores del proyecto van organizando a medida que avanzan los desarrollos un portafolio de valorización (patentes, publicaciones científicas y temas a incluir en las estrategias de comunicación de la ciencia) que busca superar incompatibilidades entre los distintos escenarios, y sincronizarlos.

5.13. Conclusiones: Aprendizajes y armonización de practicas inter-organizacionales

Este caso nos muestra puntos de integración entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación y la gestión de conocimiento inter-organizacional asociada a las prácticas de colaboración. Identificamos que de un tipo de iniciativa de red de excelencia se derivan otros proyectos focalizados como NanoAlpha. Por tanto, analizar esos efectos de segundo orden de las colaboraciones, los puntos de anclaje, son una forma de ver el papel estructurante de las políticas. Las prácticas que se generan en un espacio de intercambio son capitalizadas en otras iniciativas. ¿Dónde inició NanoAlpha? ¿Qué antecedentes tienen las colaboraciones? Al responder estas preguntas para el caso vimos que el proyecto articuló relaciones que se habían generado en otro contexto y se dieron nuevos enrolamientos en términos de componentes originales para el proyecto (trabajar con una empresa y con un experto en comunicación). Ello nos enseña que las evaluaciones tipo caja negra (unas entradas de recursos y unas salidas de publicaciones y/o patentes) de los contextos de colaboración impulsados por políticas son limitados, porque no dan cuenta de esos puntos de anclaje generados por un aprendizaje colectivo sobre cómo colaborar. El primer aporte de este caso a las preguntas que nos hicimos sobre la gestión de conocimiento inter-organizacional es que las prácticas de colaboración pueden dejar consigo unas organizaciones poco visibles, lazos que se capitalizan para el futuro. Eso es una contribución para mirar los efectos de las políticas más allá del enfoque de caja negra. Sobre ese tema, José Luis Villaveces y sus coautores (2005) resaltan la diferencia entre un producto o resultado tangible de la actividad científica (ejemplo: artículo) y un efecto o la *“existencia de un cambio, de una transformación cualitativa o estructural en la sociedad o en un grupo social amplio”* (p. 127). Esos autores señalan que la evaluación de las políticas debe poder dar cuenta de los efectos. En esa dirección, las protoinstituciones u organizaciones que se forman a partir de prácticas son un efecto a evaluar cuando tratamos con políticas de ciencia, tecnología e innovación. El conocimiento que se produce sobre cómo colaborar, en qué circunstancias y sobre qué modalidades de intercambios se pueden esperar de cada tipo de iniciativa es un mecanismo potencializador o ralentizador de nuevas colaboraciones. El caso de

las NCT nos permitió observar estas dinámicas debido a que los instrumentos de fomento analizados impulsan la colaboración. Pero ello puede ser pensado para otros escenarios de políticas que tengan como premisa las relaciones inter-organizacionales.

Otro punto en el cual contribuye el análisis de este caso es en la identificación de las múltiples temporalidades en la colaboración. Las prácticas de intercambio poco a poco van sincronizando los objetivos de los socios (por ejemplo: al conocer que los cálculos teóricos toman tiempo). Ello muestra que ese ajuste de tiempos entre los colaboradores es articulador de la colaboración. Pueden co-existir varios objetos epistémicos, las interacciones no requieren que todos tengan un mismo objetivo, sino negociar y traducir los objetivos propios en un movimiento entre lo individual y lo colectivo. En ello la mediación material es central. Vimos como cada opción de “material para sensor” tenía detrás una red sociotécnica en la que los actores se enrolaban y/o desenrolaban. Por ejemplo, una opción que era difícil de tratar en los cálculos teóricos, pero que era prometedora para las aplicaciones, desenrolaba un poco o generaba retos a los grupos teóricos, pero enrolaba más fuertemente a la empresa.

La organización del acceso a los instrumentos es una tarea colectiva. La planeación de las actividades tiene mucha relación con la posibilidad de experimentación o tener acceso a facilidades de caracterización. Este es un espacio de posibilidades (ejemplo: lo nuevo que podemos hacer con el equipo que llegó) y de necesidades (el equipo que se requiere para evaluar una propiedad del material). En términos de prácticas, el mapa sociotécnico puede dar cuenta de la manera como se dan unos intercambios.

La circulación de los objetos mostró ser una entrada para analizar las prácticas de intercambio y la organización colectiva del trabajo. Identificamos procesos de complementariedad de capacidad, de validación de resultados, de traducción de problemas de un ámbito a otro o de división del trabajo. En lo que llamamos las “zonas fronterizas” de la colaboración esas traducciones o aporte colectivo son mediadoras del conocimiento que se genera. Encontramos unas dinámicas de traducción de objetos epistémicos, pero no necesariamente una convergencia (escenario de objetivo unificado).

También pudimos diferenciar entre los objetos epistémicos locales y los que son estructurantes de la colaboración. El tema de “selección del material para el sensor” mostró su rol articulador entre los participantes y generaba traducciones con los objetos epistémicos más particulares. Seguir la manera como evolucionan las negociaciones y acciones alrededor de esos objetos centrales permite revelar prácticas de colaboración. El trabajo de equipamiento, el poner a punto los objetos para la colaboración, es un trabajo que se aprende a realizar sobre la marcha, cuando los colaboradores aprenden de las preguntas de los otros.

Otro punto sobre el cual este caso nos permite generar contribuciones a la gestión de conocimiento inter-organizacional es la manera como se resuelven las tensiones o divergencias entre prácticas. Ello lo vimos en la divulgación a través de las prácticas de comunicación de la ciencia y la protección desde la propiedad intelectual. También en la tensión entre la publicación de artículos científicos y el patentamiento. El manejo de esas contradicciones entre prácticas se resolvió generando unos mediadores (unos comités que filtren que puede y no puede ser divulgado), pero también tratando de sincronizar las prácticas (registrar la patente cuanto antes para poder no demorar la publicación). Fueron también decisiones colectivas, el hecho de darse cuenta que una patente podía tener distintas implicaciones para cada socio permitió poner en discusión los escenarios en términos de cada socio. También se facilitó generando poco a poco un portafolio de valorización de resultados. Por ejemplo: resultados publicables y no patentables, o patentables y publicables, pero “sin mencionar un punto específico”, resultados a divulgar al público en un videodiario, pero con la vigilancia de no decir mas de lo permitido. Vemos como se armonizan las prácticas a partir de los intercambios y de ir conociendo a los socios.

Un elemento adicional se refiere a prácticas que pueden tener un efecto articulador no previsto. Eso sucedió con las prácticas de comunicación de la ciencia. El “hacer los videos” se convirtió en una actividad con múltiples mediaciones de conocimiento entre los socios porque exigía estar en contacto, poner en común las fortalezas de cada uno, coordinar temas. Estas prácticas generaron un aprendizaje entre los participantes de NanoAlpha, pero también ante los interlocutores de la Comisión Europea.

Finalmente, aportamos una visión distinta de la proximidad. La literatura ha avanzado en reconocer distintos tipos de proximidad (geográfica, social, tecnológica, entre otras). Aquí observamos que la proximidad se va construyendo y es mediada, así que no se puede limitar a qué distancia existe entre un par de socios, deben tenerse en cuenta los mediadores que van surgiendo en los intercambios. En este caso la mediación cambió según la situación. Por ejemplo, un laboratorio como LAB6 facilitaba intercambios entre la empresa y los otros socios. Se generaban ciertas proximidades por la presencia de socios con distintos perfiles para objetivos específicos en un momento dado.

6. CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA EN LAS COLABORACIONES INTER-ORGANIZACIONALES: EL CASO DEL CENM EN COLOMBIA

En este caso estudiaremos un arreglo inter-organizacional en red que ha sido creado a partir de una política de fomento a la creación de redes de grupos de investigación universitarios en Colombia. En ese sentido, nos permitirá explorar la relación entre políticas y prácticas de gestión de conocimiento. En el año 2004, Colciencias inicia en Colombia el programa de Centros de Investigación de Excelencia (CIE)⁶⁰ a través de convocatorias públicas⁶¹, con los siguientes objetivos:

Apoyar la conformación de Centros de Investigación de Excelencia que articulen el trabajo de grupos de investigación, en áreas del conocimiento donde COLOMBIA ha alcanzado un alto nivel de desarrollo, cuenta con un número significativo de investigadores con productividad demostrada y puede hacer una contribución significativa en problemas pertinentes para el desarrollo del país. Su constitución se

⁶⁰ En esa convocatoria, Colciencias define un CIE como: “Una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel, articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica considerada como estratégica para el país. Cada uno de los grupos que hagan parte de un Centro de Excelencia deben, además de estar reconocidos o en proceso de reconocimiento 2004, desarrollar investigación de frontera en permanente contacto con entidades pares internacionales, apoyar la formación de recursos humanos en los niveles de maestría y doctorado, transferir el conocimiento generado al sector productivo, presentar los resultados de su trabajo en publicaciones internacionales indexadas y estar comprometidos en los procesos de protección de la propiedad intelectual y el patentamiento” (Colciencias, 2004, p.1). Con base en la información registrada por los investigadores en la plataforma ScienTi-Colombia, Colciencias realiza periódicamente convocatorias para el reconocimiento de los grupos de investigación del país.

⁶¹ El apoyo financiero del programa a cada red contemplaba un monto de hasta US \$1.7 millones de dólares por cinco años, sujeto a disponibilidades presupuestales y a una evaluación del cumplimiento de los objetivos y metas al finalizar el segundo año (Colciencias, 2004). En agosto de 2010, en una reunión con representantes de los CIE el Director de Colciencias señaló que los apoyos a esas redes continuarían, “pero también llamó la atención sobre la necesidad de definir el tiempo que requieren estos Centros para ser autónomos” (Colciencias, 2010, p. 1).

sustentará en los grupos más consolidados, con reconocimiento por parte de la comunidad científica internacional, que trabajan en áreas afines y que estén dispuestos a investigar y a producir en grupo. Se busca crear una sinergia entre grupos, que de otra manera estarían trabajando aisladamente en temas similares. También se espera que estos Centros contribuyan a la formación, a nivel de post-grado, particularmente de doctorado y de jóvenes investigadores (Colciencias, 2004: 2).

Bajo ese esquema, en el periodo 2004-2009, se crearon ocho centros de excelencia, correspondientes a las áreas estratégicas definidas previamente⁶². En este capítulo presentaremos las dinámicas que se generaron entre los integrantes de uno de esos Centros de Investigación de Excelencia: el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), propuesta seleccionada en el área estratégica de “Materiales Avanzados y Nanotecnología”.

El CENM fue creado en el año 2005⁶³, conformado por 19 grupos de investigación pertenecientes a 10 universidades del país y su trabajo estuvo organizado alrededor de cuatro temas de investigación interdisciplinaria (TII), con unas problemáticas a trabajar y objetivos enunciados en la propuesta de creación (ver tabla 7).

⁶² Esos centros son (Colciencias, 2010): 1) Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos – Ciebreg, 2) Centro Colombiano de Investigación en Tuberculosis – CCITB, 3) Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales – Cenixam, 4) Centro de Investigación de Excelencia en el área de las ciencias sociales – Odecofi, 5) Centro de estudios interdisciplinarios básicos y aplicados – Ceiba, 6) Alianza Regional en TIC Aplicadas – Artica, 7) Centro de Excelencia en Nuevos Materiales – CENM y 8) Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos – Gebix.

⁶³ El CENM se creó mediante la figura de Unión Temporal firmada por los rectores de las universidades participantes avalando a los grupos de investigación. Según esta figura los participantes acuerdan responder solidariamente ante Colciencias con los compromisos pactados (CENM, 2004a).

Tabla 7. Problemáticas a trabajar por los TII según la propuesta

TII	Descripción de la TII en la propuesta de creación del CENM	
	Elementos del problema a trabajar declarado	Objetivos declarados
Materiales de Recubrimientos	<p><i>“Esta propuesta en Recubrimientos proveerá capacidades de frontera del conocimiento para el desarrollo de recubrimientos compuestos con aplicaciones bajo condiciones extremas de corrosión, desgaste y altas temperaturas. Su foco consiste en desarrollar e industrializar una nueva generación de recubrimientos nanocompuestos y de multicapa para diferentes aplicaciones industriales, por ejemplo en el campo de la generación de energía” (p. 15).</i></p>	<p><i>“El objetivo general de este proyecto es el desarrollo, fabricación y caracterización de recubrimientos duros de multicapa, usando deposición física de vapor por ablación láser y técnicas de electrodeposición, principalmente, para una amplia variedad de aplicaciones tales como resistencia al desgaste y a la corrosión, ópticas, y componentes biocompatibles” (p. 17).</i></p>
Materiales Nanocompuestos (Nanopolvos activos para materiales basados en cemento)	<p><i>“Después de más de una década de progreso en diferentes sectores industriales la nanociencia y la nanotecnología ha empezado a impactar el mundo de los materiales de construcción y sus aplicaciones” (p. 21-22).</i></p> <p><i>“Los concretos de elevado desempeño entre ellos los autocompactantes cuyo desarrollo inicial fue realizado por el japonés Okamura en 1990...sirven muy bien en aplicaciones donde los efectos causados por creep, las vibraciones o el impacto sobre el material sean relevantes como es el caso de las plataformas de transporte masivo urbano, los pavimentos de aeropuertos, viaductos y puentes en concreto, y de manera muy especial en regiones sísmicas, entre otros” (p. 24)</i></p>	<p><i>“Producir y evaluar nanopulvos obtenidos a partir de desechos y subproductos industriales para producir materiales cementantes de elevadas prestaciones mecánicas y de durabilidad, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental (disminución del uso de recursos minerales, menor contaminación ambiental, incremento de vida útil) y al desarrollo de nuevos materiales para su utilización en aplicaciones constructivas, pertinentes al desarrollo de la vivienda e infraestructura civil en Colombia” (p. 25).</i></p>

TII	Descripción de la TII en la propuesta de creación del CENM	
	Elementos del problema a trabajar declarado	Objetivos declarados
	<p><i>“Su estudio, formulación y desarrollo se constituye en un nuevo material para uso en Colombia a nivel tanto de la construcción de edificios para vivienda como de la infraestructura civil requerida para la inserción del país en un contexto globalizado” (p. 24-25)</i></p>	
Nanomagnetismo	<p><i>“Es reconocido que el confinamiento y los efectos de tamaño finito alteran las propiedades magnéticas de los materiales. Recientemente ha sido revelado que estos efectos de tamaño finito pueden ser empleados para nuevas aplicaciones magnéticas, como en dispositivos espintrónicos. De esta forma, es de gran importancia entender los comportamientos magnéticos de bloques de construcción individuales, los cuales eventualmente serán insertados dentro de estructuras mas complejas para efectuar nuevas funciones” (p. 29-30)</i></p>	<p><i>“La investigación en el ...CENM se enfocará en nanoestructuras híbridas usadas para el control de inyección de espines con el fin de crear una corriente polarizada de espines que sea útil para el transporte dependiente de espín ...Películas de intercambio elástico y aleaciones de nanocristales que combinan capas ferromagnéticas blandas y duras dentro de compuestos (composites) con mejores características, tienen el potencial de trascender las propiedades de los imanes comerciales mas fuertes del mundo, NdFeB. Esta propuesta en NANOMAGNETISMO, dentro del [CENM]...impulsará un área de trabajo cuyo objetivo son los materiales magnéticos y dará una capacitación a nivel del estado del arte en la preparación y estudio de estos materiales a</i></p>

TII	Descripción de la TII en la propuesta de creación del CENM	
	Elementos del problema a trabajar declarado	Objetivos declarados
		<i>escala nanométrica para obtener las propiedades y aplicaciones deseadas. Su objetivo es ganar un entendimiento básico de como estos materiales responden cuando ellos se encuentran a nanoescala, y alcanzar el conocimiento fundamental en materiales magnéticos nanocristalinos para las diferentes aplicaciones esperadas” (p. 30).</i>
Dispositivos de Estado Sólido, Sensores, y Sistemas Mesoscópicos	<i>“Declaración: Nuestro interés yace en desarrollar nuevos materiales con aplicaciones tecnológicas, para avanzar en el estudio teórico de sistemas estructurados basados en ellos y contribuir en el desarrollo de nanotecnología por medio de la modelación y simulación de dispositivos optoelectrónicos, sensores no convencionales, y nano-dispositivos”</i>	<i>“Desarrollar nuevos materiales semiconductores, polímeros avanzados, cerámicos, cristales fotónicos, cristales iónicos, compuestos avanzados, dispositivos electroquímicos como: microbaterías, sensores de gas tóxico, células combustibles, ventanas eletroquímicas, y dispositivos electro-ópticos” (p. 43)</i> <i>“Caracterizar heteroestructuras y multicapas, y desarrollar modelos teóricos para apoyar resultados experimentales y describir sistemas de portadores de estructuras complejas de geometría, y la influencia que las perturbaciones</i>

TII	Descripción de la TII en la propuesta de creación del CENM	
	Elementos del problema a trabajar declarado	Objetivos declarados
		<p><i>externas tienen sobre ellos” (p. 44).</i></p> <p><i>“Fortalecer el conocimiento en nuevos materiales, nano y mesoestructuras, teniendo como meta tener un mejor entendimiento de sus respuestas a perturbaciones externas y de esta forma diseñar y simular dispositivos optoelectrónicos, sensores no convencionales, y nano-dispositivos, desarrollando nuestro propio software” (p.44).</i></p>

Fuente: Elaborado a partir de CENM, 2004b.

Los grupos integrantes del CENM con sus TII, institución y localización se presentan en el anexo 3.

La red del CENM estaba además soportada formalmente por el Instituto Tecnológico ASTIN-SENA del Valle del Cauca⁶⁴ y por varios centros de investigación internacionales: *The Nanotechnology Center* (Northwestern University), *Thin Film and Nanoscience Group Department of Civil and Environmental Engineering*, (Universidad de California - San Diego), *Department Civil and Environmental Engineering* (Universidad de Michigan) y el Centro Internacional para la Investigación Interdisciplinaria en Materiales (CIMAT-Chile).

¿Cómo se construyeron las interacciones entre los grupos de investigación pertenecientes al CENM? ¿Cuáles fueron las dinámicas de intercambio entre los actores durante la evolución de la iniciativa? El propósito de este capítulo es mostrar las variadas formas de vinculación de los participantes de la red. Para ello tomaremos el enfoque del actor red a partir del cual "*seguimos los caminos propios de los actores e iniciamos nuestros viajes siguiendo los rastros que deja su actividad de formar y dismantelar grupos*" (Latour, 2008, p.49).

6.1. El discurso de la política científica en el área de “Materiales Avanzados y Nanotecnología”: ¿Un espacio de convergencia?

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) en Colombia han estado permeadas por el discurso de la convergencia y el reconocimiento de esas actividades como factor de desarrollo nacional⁶⁵.

Durante los años 2004 y 2005 el Departamento Nacional de Planeación (DNP) coordinó un ejercicio prospectivo denominado “Visión Colombia II Centenario: 2019”⁶⁶ en el que uno de los

⁶⁴ El Valle del Cauca es un departamento en Colombia cuya capital es la ciudad de Cali. En esta ciudad se encontraban localizadas la Dirección del Centro y varios de los grupos integrantes. En el anexo 2 se presenta la información de la ubicación de todos los grupos de la red.

⁶⁵ Advertimos que no buscamos aquí establecer una cronología exacta de los discursos, sino mostrar que han estado presentes en varios escenarios de política, en Colombia y a nivel internacional, en la época de la preparación de la convocatoria de Colciencias.

objetivos fue la consolidación de “una economía que garantice mayor nivel de bienestar”. Una de las estrategias asociadas a ese objetivo fue “fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico”, que planteó la visión: “En 2019 Colombia tendrá una economía cimentada en la producción, difusión y uso del conocimiento, el cual será un elemento fundamental para la productividad y la competitividad internacional” (DNP, 2005, p. 207). Dos de las metas propuestas a partir de esa visión fueron:

Impulsar el conocimiento en áreas estratégicas para el desarrollo competitivo del país (p. 211)

Desarrollar políticas de financiamiento y uso compartido para la adquisición de equipos científicos en los programas de doctorado y centros de excelencia... siempre que se pongan a disposición de las respectivas comunidades para optimizar su uso, garantizar su actualización y racionalizar sus gastos (p. 212)

Por otra parte, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (DNP, 2009), en cuya construcción participaron Colciencias, el DNP, el SENA⁶⁷, los ministerios y otras agencias del gobierno, estableció como una de sus estrategias:

apoyar la investigación (generación de conocimiento) en instituciones educativas de básica, media y superior y centros de investigación y desarrollo tecnológico, a través del apoyo financiero a la adquisición de equipos robustos⁶⁸ de investigación y facilitar que éstos sean compartidos entre los diferentes actores regionales del SNCTel y fomentar las

⁶⁶ El nombre del ejercicio hace alusión a la conmemoración de los 200 años de dos hitos de la historia de Colombia: El “grito de la independencia” que tuvo lugar el 20 de julio de 1810, y el triunfo en la batalla de Boyacá el 7 de agosto de 1819. Así, ese documento planteó un escenario de discusión sobre “el país que los colombianos quieren”, con unas metas parciales para el 20 de julio de 2010 y otras finales para el 7 de agosto del 2019.

⁶⁷ El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, es una entidad pública del orden nacional en Colombia, adscrita al Ministerio del Trabajo. Ofrece programas técnicos, tecnológicos y complementarios. Para mayor información ver página web oficial: <http://www.sena.edu.co/Paginas/Inicio.aspx>

⁶⁸ Los equipos robustos son definidos en esa política como aquellos cuyo costo supera los USD\$ 100.000. Las instituciones nacionales han apropiado esa visión en sus programas de adquisición de equipos robustos para referirse a aquellos de alto costo que en principio pueden ser pensados para compra y uso compartido.

alianzas de grupos de investigación consolidados con grupos incipientes, con miras a cerrar las brechas de capacidades en CTel entre las regiones del país (p. 53)

Podemos observar en esos discursos varios puntos que se pueden interpretar como de convergencia: la articulación de intereses en áreas estratégicas, los recursos compartidos y las alianzas entre instituciones, grupos y regiones. Esos mismos discursos se encuentran a nivel internacional cuando se trata de nanotecnologías y de nanomateriales, aunque aquí no hay una referencia explícita al tema de la convergencia entre disciplinas. La idea de convergencia entre grupos de investigación se traslada en la política científica colombiana cuando se eligió el área de “Nanotecnología y Materiales Avanzados” como una de las ocho áreas estratégicas para el desarrollo de la productividad y competitividad del país y cuando se contempló la importancia del desarrollo de las tecnologías convergentes en el *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010* elaborado por el DNP y de la “nanociencia y nanotecnología” en el texto del *Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007-2019*, elaborado por Colciencias y el DNP en el año 2006.

Así, la creación de una red de cooperación científica en nanomateriales en Colombia tiene que ver con el impulso de la política científica promovida por Colciencias y con la acción de los grupos de investigación en el país. Los discursos de fomento a las nanotecnologías en Colombia muestran la influencia de los dos elementos mostrados para las políticas nacionales de CTel: la idea general de convergencia entre grupos de investigación y las posibilidades de desarrollo e innovación que ofrecen. Ello se evidencia en la convocatoria de CIEs:

Los Centros de Investigación de Excelencia deberán enmarcarse en el concepto de las áreas estratégicas aprobadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y plantear un problema preciso de investigación, de desarrollo e innovación que tenga pertinencia y relación directa con el desarrollo del país en el área... Su constitución se sustentará en los grupos más consolidados, con reconocimiento por parte de la comunidad científica internacional, que trabajan en áreas afines y que estén dispuestos a investigar y a producir en grupo. Se busca crear una sinergia entre grupos, que de otra manera estarían trabajando aisladamente en temas similares (Colciencias, 2004, p. 2)

...Investigación y desarrollo tecnológico encaminados al desarrollo de nuevos materiales de interés científico y tecnológico prioritarios y estratégicos para el desarrollo del país (Colciencias, p 4-5)

La convocatoria entonces se refiere a discursos que circulan en el medio ambiente de las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Los CIEs se plantean como un esquema de integración en el que varios grupos de investigación convergen alrededor de problemas cuya solución aporta de manera directa al desarrollo nacional. Podemos identificar aquí una cierta influencia de las dinámicas internacionales. ¿De dónde viene esa influencia? Vamos a rastrear posibles escenarios que la han generado y los mediadores a través de los cuales ha pasado. Si se reconstruye desde los funcionarios de Colciencias, de sus consejeros o de algunos de los grupos de investigación quienes después responden a la convocatoria.

6.1.1. Los discursos sobre la convergencia en nanotecnologías

Según Bernard Miège y Dominique Vinck (2012), el tema de la convergencia surgió de los discursos de política de la ciencia y de la innovación desde hace más de diez años. Se transmitió de un continente a otro y trascendió las fronteras de las disciplinas y de los campos de la investigación, de la innovación tecnológica, de la creación artística y de los temas de ética. Este tópico se ha hecho evidente en los discursos de políticos, activistas y actores institucionales. La idea de la convergencia se refiere al hecho que varios campos de la ciencia se están acercando, hibridándose o mezclándose entre sí cuando se trabaja con objetos a escala nanométrica; físicos, químicos, biólogos e informáticos a este nivel estarían ahora todos pensando y manipulando los mismos objetos. “Una buena expresión de esta visión de la convergencia fue la de W.A. Wallace, participante del taller *Converging Technologies to Improve Human Performance* [diciembre de 2001], que es la base del informe de Roco y Bainbridge (2002, p. 13):

If the *Cognitive Scientists* can think it
the *Nano* people can build it
the *Bio* people can implement it, and

the *IT* [Information Technology] people can monitor and control it” (Miège & Vinck, 2012, p. 1).

Según Joachim Schummer (2004a,b), el concepto de tecnologías convergentes es principalmente teleológico. No describe el pasado reciente ni el presente, y tampoco predice el futuro. Se expresa, sin embargo, un objetivo de cómo debe ser diseñada la tecnología. Se trata de un recurso retórico en la política de la ciencia que se ha utilizado en los Estados Unidos, para desarrollar el campo de la nanotecnología, y se ha extendido a la investigación en nanotecnología, biotecnología, tecnología de la información y la ciencia cognitiva (NBIC)⁶⁹. A partir del análisis de una serie de informes oficiales en los Estados Unidos, Schummer muestra que el concepto ha sido utilizado principalmente para evitar el debate público sobre los objetivos de las políticas de ciencia conectando directamente la especulación futurista sobre la nueva revolución industrial y la realidad actual de la investigación y el desarrollo tecnológico.

La noción de convergencia aparece en un informe sobre nanociencias y nanotecnologías de Mihail Roco y William Bainbridge en 2001 que viene de un taller que organizaron en el marco de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF)⁷⁰ para evaluar las implicaciones sociales de las nanociencias y nanotecnologías. Mihail Roco era director de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI) lanzada en los Estados Unidos, y William Bainbridge era director de la División “Ciencias Sociales y del Comportamiento” de la NSF. El informe afirma que está sucediendo una revolución en la ciencia y la tecnología, la cual abre nuevas posibilidades para manipular y organizar la materia a escala nanométrica y que, en esta escala, las principales disciplinas (física, química, biología y ciencia de los materiales) están convergiendo a través del uso de una serie de herramientas teóricas y experimentales similares (síntesis química estereoselectiva, deposición química de vapor, litografía, ingeniería del ADN recombinante) o comunes (varios tipos de microscopía de sonda ya adoptados en diversas disciplinas científicas). Todo estaría a favor de una nueva ingeniería en la nanoescala y de una nueva ciencia. Por lo

⁶⁹ *Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science.*

⁷⁰ La Fundación Nacional para la Ciencia (*National Science Foundation*) de los Estados Unidos es una “agencia federal independiente creada por el Congreso en 1950 “para promover el progreso de la ciencia; para avanzar en la salud, la prosperidad y el bienestar nacional, para asegurar la defensa nacional...”. Ver: <http://www.nsf.gov/about/>

tanto, es también una convergencia futura deseada que se traduce en las orientaciones de la política científica dirigida a la nanotecnología. Después, la idea se extendió a todo el campo NBIC para el propósito explícito de mejorar el ser humano.

En un informe del *National Research Council* (NRC) (organismo dependiente de la *National Academy of Sciences*) (NRC, 2002), los autores plantean que las disciplinas han seguido sus propios caminos tradicionales y todavía no están trabajando en la inevitable convergencia y tampoco en la intersección entre las disciplinas. Se trata entonces de convencer a los investigadores a seguir los objetivos de la agenda política de la mejora de los seres humanos y de apertura de oportunidades extraordinarias para la sociedad. No habría barrera de carácter científico o técnico que se oponga a esa visión, sólo la falta de financiación o la falta de colaboración interdisciplinaria podrían frenar esta dinámica.

En su informe NBIC de 2002, Roco y Bainbridge ponen la convergencia en la agenda de política tecnológica que busca el futuro de la sociedad y la ciencia. El objetivo claramente es el progreso de los seres humanos, pero en realidad con un fuerte apoyo económico de los militares que dio lugar a una movilización de las disciplinas científicas en torno a cuestiones de seguridad. El modelo es un soldado inteligente y bien protegido. La convergencia también tiene el apoyo de los movimientos religiosos post-humanistas que planean liberar tecnológicamente la humanidad de su sufrimiento (comenzando con la enfermedad y el envejecimiento) para crear un ser cyber-inteligente (un nuevo ser humano para el cual la mente ya no estaría bloqueada en el cuerpo biológico, sino transferida a los computadores) y ciber-social (a través de interfaces y redes).

Hay también una dimensión de convergencia asociada a formas específicas de organización. Eric Beerkens (2009) muestra que para las tecnologías NBIC se ha ido adoptando en diversos países el modelo de “Centro de Excelencia y Relevancia”. Este mecanismo materializa una convergencia en el contenido, el proceso y el sistema institucional en el cual se desarrolla la investigación. La articulación de “excelencia” y “relevancia” deriva en un enfoque de investigación ligado a la resolución de problemas específicos y con una fuerte conexión con la sociedad. Beerkens ilustra cómo ese modelo de centro de excelencia y relevancia ha sido

contextualizado de manera distinta en los países que lo han implementado, incorporando en varios grados las condiciones locales.

Esos son los discursos principales sobre la convergencia. Pero vale la pena mirar cuál es la realidad de la convergencia entre los conceptos y teorías de varias disciplinas, a nivel de la tecnología y entre las disciplinas y en el ámbito organizacional. El reporte de la NRC (2002) aboga por una mayor colaboración interdisciplinaria, pero ¿Cómo es en realidad?

6.1.2. Los discursos sobre las posibilidades de desarrollo e innovación que ofrecen las nanotecnologías

Muchos discursos en los Estados Unidos y en Europa enfatizan el aporte de las nanotecnologías para la economía, la competitividad técnico-económica, la seguridad, el desarrollo sostenible y el bienestar (salud, alimentación, comunicación, comodidades, etc.).

En los países del Sur, los discursos toman diferentes formas. Así, frente a las posibilidades que ofrecen las nanotecnologías para la innovación y el desarrollo, Invernizzi, Foladori y Maclurcan (2008), hacen una revisión de literatura de documentos relacionados con temas de nanotecnologías, desarrollo y pobreza, y encuentran dos argumentos que sintetizan las distintas posiciones. El primero es una perspectiva instrumental que *“enfatisa la capacidad técnica (e incluso la superioridad técnica) de la nanotecnología para resolver los problemas de pobreza e impulsar el desarrollo”* (p. 125). Detrás de esta visión está una comprensión de los problemas sociales como carencia de capacidades técnicas y las tecnologías se consideran artefactos neutrales que pueden ser transferidos de un contexto a otro. El segundo es una perspectiva contextual que considera *“el contexto social donde la tecnología es producida, usada y adaptada”* (p. 125) y tiene en cuenta aspectos que, como la propiedad industrial y la concentración de innovaciones en países desarrollados, pueden incidir, u obstaculizar el aprovechamiento de esas tecnologías.

Para el caso de América Latina, Guillermo Foladori (2013) señala que desde finales de los noventa en los países de la región las nanociencias y nanotecnologías (NCT) se han definido

dentro de las políticas de ciencia, tecnología e innovación como “áreas prioritarias” o “áreas estratégicas”, con una visión permeada por un discurso de la economía basada en el conocimiento, y una orientación hacia el aumento de la competitividad en el ámbito internacional. El autor muestra que las políticas en esos países han estado influenciadas por los lineamientos de instituciones internacionales como el Banco Mundial y la Organización de Estados Americanos (OEA), y que los incentivos para el fomento de las NCT han sido similares: formación de redes de investigación, creación de centros de excelencia y la integración academia – industria en investigación. Otro punto común en las políticas de promoción a las NCT en la región es la ausencia en las agendas de trabajo de los temas de riesgos potenciales a la salud y el ambiente asociados a esas tecnologías (Foladori, 2013; Foladori & Invernizzi, 2013). Predomina el discurso de su contribución al desarrollo, la innovación y la competitividad.

6.1.3. El discurso de Colciencias sobre nanotecnología y materiales

El discurso de Colciencias incorporado en el programa de centros de investigación de excelencia se conecta con las visiones internacionales y latinoamericanas en su perspectiva de convergencia, en la definición de áreas estratégicas y el reconocimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación como posibilitadores del desarrollo nacional. En el caso del área de “*Materiales Avanzados y Nanotecnología*”, el discurso se traduce en un enfoque instrumental, con una agenda específica de generación de unos materiales definidos como “estratégicos” y “prioritarios” para el país:

La materia nanorganizada representa en la actualidad un reto no solamente para la investigación básica si no que es un elemento fundamental en los modernos desarrollos tecnológicos. Colombia requiere abordar estas temáticas con el fin de obtener en el mediano y largo plazo un dominio del tema para ofrecer soluciones innovadoras al creciente mercado tecnológico de materiales.

Se invita a presentar propuestas que propicien el establecimiento de una agenda de investigación sustentada en la capacidad existente en Colombia, para abordar labores de investigación fundamental y aplicada para lograr avances significativos en:

Investigación y desarrollo tecnológico encaminados al desarrollo de nuevos materiales de interés científico y tecnológico prioritarios y estratégicos para el desarrollo del país incluyendo: cerámicas avanzadas, catalizadores, polímeros avanzados, materiales metálicos avanzados, compuestos avanzados, materiales optoelectrónicos: semiconductores, superconductores y biomateriales.

Establecer políticas científicas, tecnológicas y de innovación para el desarrollo y aplicación de nuevos materiales, así como identificar los mecanismos para su implementación.

Ampliar la oferta científica y tecnológica del país en el contexto internacional (Colciencias, 2004, p. 4-5).

Identificamos en ese discurso una convergencia social y disciplinar, así como entre la investigación fundamental y la aplicada para la generación de unos materiales “prioritarios”. Como lo veremos en la sección siguiente, esas perspectivas de la política de Colciencias son apropiadas por los proponentes del CENM y endogenizadas como estrategia discursiva de articulación, esto es, como un elemento externo a los grupos de investigación que es interiorizado para favorecer el aprovechamiento de las políticas de fomento de su actividad. Partiremos planteando algunos elementos asociados a lo que llamamos el proceso de endogenización, para luego ilustrar cómo se presenta en el CENM.

6.1.4. La endogenización del discurso de Colciencias en la propuesta de creación del CENM

Para pensar el proceso de endogenización en la dinámica del CENM, primero movilizamos algunos referentes externos que nos ayudan a precisar el concepto. Así, en la antropología de la religión se cualifica el proceso de endogenización de la forma siguiente:

“Esta experiencia religiosa guambiana evidencia el papel dinámico de las adscripciones religiosas y rituales por parte de las comunidades étnicas, quienes constantemente recrean procesos de búsqueda, adaptación y endogenización de prácticas foráneas,

tradicionales e inéditas. En el caso de la iglesia de Dios es Amor de Guambia, este proceso fue permanente y significó una amplia búsqueda ritual que incluyó nuevas posibilidades místicas, al mismo tiempo dentro y fuera del protestantismo, el pentecostalismo y las costumbres locales” (Demera, 2006, p. 270).

Este fragmento de un artículo de Juan Diego Demera describe el proceso de reconstrucción de los rituales religiosos que se presenta cuando un grupo étnico guambiano de los Andes colombianos interactúa con la Iglesia Pentecostal “Dios es Amor” que tuvo sus orígenes en Brasil. Ese caso muestra una endogenización de un elemento externo, una traducción y combinación con prácticas internas, para generar lo que el autor llama una *“hibridez religiosa [que] emerge en un ritual auténtico”* (p. 253). En nuestro caso, sería, por ejemplo, una hibridez que emerge en un tema o en un enfoque original de investigación. La situación descrita por Demera, aparentemente alejada de nuestro contexto de estudio, muestra un proceso de traducción, unos aprendizajes al interior de grupos sociales en los que se entretajan relaciones entre las tradiciones y los nuevos elementos, que, como veremos más adelante, se aproximan al fenómeno presente en el ámbito que nos ocupa. Planteamos la noción de endogenización⁷¹, para dar cuenta de esas dinámicas y la entendemos como los procesos de introducción de algo que incluye los mediadores de la introducción, la selección de lo que entra, su traducción y articulación con cosas ya existentes adentro, y la reconstrucción interna de lo que fue introducido.

La noción de endogenización ha sido considerada en otros contextos. En los procesos de adopción de tecnologías, Vincent Mangematin y Michel Callon (1995) la toman para resaltar el proceso en que se incorporan las identidades y elecciones de los primeros adoptantes.

En cuanto a políticas de desarrollo tecnológico, Morris Teubal (1997) plantea un enfoque que busca inducir a las empresas a emprender “actividades tecnológicas socialmente deseables” con

⁷¹ Esta noción de endogenización fue propuesta por Dominique Vinck en el seno de los seminarios del proyecto “*LODYSENANO - Logiques et Dynamiques Sociologiques et Economiques des Nanosciences et Nanotechnologies*”, en los cuales participé durante el periodo 2008-2009 (Grenoble).

un objetivo final de endogenización del proceso por parte de las organizaciones, esto es, *“lograr que las empresas, después de un periodo de intenso aprendizaje colectivo (y el cambio institucional asociado), desarrollen una parte importante de esas actividades sin o con muy poco soporte del gobierno”* (p. 1166). El autor asume entonces la endogenización como un estadio final de un proceso de aprendizaje en el cual se logra la independencia.

En la misma línea de abordar los contextos de desarrollo tecnológico, Hebe Vessuri (2002), para el ámbito de América Latina, se refiere a la endogenización de la tecnología como el proceso en el que se determinan las características que debe tener la tecnología en esa región. *“Lo que es endógeno es el proceso de definición de lo que se necesita y, no necesariamente la tecnología misma, que puede ser importada siempre y cuando sea apropiada”* (p. 9). La autora resalta que estos procesos requieren la existencia, construcción o reconstrucción de una tradición.

En otro campo de las políticas, bajo la perspectiva del modelo de la triple hélice de la relación Universidad-Empresa-Estado, Devrim Goktepe (2003) propone una endogenización de la *“generación de conocimiento hacia una red tripartita universidad, industria y gobierno”* (p. 235). En este caso se toma la endogenización como asumir un rol, un compromiso dentro de un *“deber ser”* establecido.

En el área de la regulación, Bozanic, Dirsmith y Huddart (2012) proponen una perspectiva que desafía los enfoques que tratan las regulaciones como un elemento externo del ambiente. Los autores muestran como los actores regulados endogenizan las regulaciones y las influncian. Argumentan que la endogenización es un *“proceso continuo y recursivo marcado por movimientos y contra-movimientos”* (p. 461) de las partes involucradas.

Podemos observar varias perspectivas de la endogenización: como proceso de involucrar visiones y prácticas externas que se mezclan con una tradición e incorporan las perspectivas de diversos actores, como un resultado del aprendizaje que genera autonomía en un grupo social para tomar decisiones y definir las problemáticas que le competen, como el asumir un rol y participar en procesos de co-construcción.

En la noción que planteamos aquí nos distanciamos de la perspectiva de finalidad de un proceso o de un escenario deseado, y nos acercamos a las visiones de reconstrucción de prácticas, de movimientos y contramovimientos que permiten generar prácticas e identidades híbridas.

Para el caso del CENM, la endogenización de los discursos de la política científica sobre las nanotecnologías se presenta en distintos matices, como traducción momentánea para interesar actores que toman decisiones de financiación de actividades de ciencia, tecnología e innovación en NCT, como recontextualización en las prácticas o como una dinámica de diferenciación y divergencia. Mostramos que la endogenización en las prácticas, que es un “deber ser” de las políticas, es limitada, y se recontextualiza a través de las lógicas de acción de los actores asociados a la iniciativa del CENM. Los cambios que operan generan novedades híbridas (identidades, temas y programas de investigación, conceptos, instrumentos, etc.).

Una parte de los discursos incorporados en las políticas son interiorizados por los actores que buscan beneficiarse de ellas. En la propuesta de creación del CENM observamos, por ejemplo, cómo las categorías de convergencia, de área estratégica y contribución al desarrollo han sido endogenizadas por los actores participantes, es decir, seleccionadas y traducidas en términos de las capacidades con que cuentan los grupos de investigación vinculados y su posibilidad de aportar. Ello puede identificarse en el documento de creación de la iniciativa:

El propuesto Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), que será apoyado por COLCIENCIAS, está integrado por 19 reconocidos Grupos de Investigación en Materia Condensada y Ciencia de los Materiales, quienes compartirán sus laboratorios para la síntesis, procesamiento, fabricación e innovación de materiales modernos. El CENM ha sido concebido con el aporte generoso de la comunidad científica: físicos, químicos, matemáticos e ingenieros de diferentes institutos y universidades Colombianas... el CENM será compuesto por unidades coordinadas e interdisciplinarias que unirán esfuerzos de las áreas de física, química e ingeniería, este se enfocará en asuntos fundamentales aplicados en la ciencia de los materiales. El CENM debe direccionar problemas físicos fundamentales de significancia tecnológica, requiriendo un acercamiento que trascienda disciplinas tradicionales... El CENM se distinguirá por:

Enfoque multidisciplinario de la investigación

Colaboración interdisciplinaria entre experimentalistas, teóricos y grupos de investigación actualmente trabajando temas de materia condensada, ciencia de los materiales, química de los materiales e ingeniería de los materiales, con grupos de investigación reconocidos por COLCIENCIAS (CENM, 2004b, p. 17-18)

El centro recibirá el apoyo del Instituto Tecnológico ASTIN-SENA quien tiene, a través de sus fuertes lazos con la industria regional del Valle del Cauca, resultados importantes de investigación en la tecnología de recubrimientos con un modelo exitoso de transferencia de resultados de I+D (CENM 2004b, p. 6)⁷²

Este texto del CENM traduce la política de COLCIENCIAS que plantea que los Centros de Investigación de Excelencia se sustentarán “en los grupos más consolidados, con reconocimiento por parte de la comunidad científica internacional, que trabajan en áreas afines y que estén dispuestos a investigar y a producir en grupo” (Colciencias, 2004, p. 2) por “El CENM está integrado por 19 reconocidos Grupos de Investigación en Materia Condensada y Ciencia de los Materiales”. Traduce “Se busca crear una sinergia entre grupos, que de otra manera estarían trabajando aisladamente en temas similares” (Colciencias, 2004, p. 2) por “[19 Grupos de Investigación] quienes compartirán sus laboratorios para la síntesis, procesamiento, fabricación e innovación de materiales modernos.” Traduce “Investigación y desarrollo tecnológico [...] de interés científico y tecnológico prioritarios y estratégicos para el desarrollo del país” (Colciencias, p 4-5) por “El CENM ha sido concebido con el aporte generoso de la comunidad científica: físicos, químicos, matemáticos e ingenieros de diferentes institutos y universidades Colombianas...” y “el centro recibirá el apoyo del Instituto Tecnológico ASTIN-SENA”. Traduce además la definición que hace Colciencias del área estratégica de “Materiales Avanzados y Nanotecnología” en términos de “obtener en el mediano y largo plazo un dominio del tema para ofrecer soluciones

⁷² Cabe anotar que el ASTIN-SENA no hace parte del contrato de unión temporal del CENM (CENM, 2004a). Su vinculación se configura como un soporte a las actividades del centro y capitaliza las relaciones construidas tiempo atrás con la Universidad del Valle.

innovadoras al creciente mercado tecnológico de materiales” (Colciencias 2004, p. 4) en una proyección de las TII en función de unos posibles aportes a la industria: “desarrollar e industrializar una nueva generación de recubrimientos nanocompuestos y multicapa para diferentes aplicaciones industriales, por ejemplo en el campo de la generación de energía”, “...nuevos materiales para su utilización en aplicaciones constructivas, pertinentes al desarrollo de la vivienda e infraestructura civil en Colombia”, “[materiales que] tienen el potencial de trascender las propiedades de los imanes comerciales mas fuertes del mundo, NdFeB”, “contribuir en el desarrollo de nanotecnología por medio de la modelación y simulación de dispositivos optoelectrónicos”.

El proceso de endogenización no es copiar y pegar los discursos de la política nacional, es elegir algunos argumentos y traducir otros en términos de su capacidad de acción (por ejemplo, “ofrecer soluciones innovadoras al creciente mercado tecnológico” delineado como escenarios posibles de aplicación). Una traducción es un desplazamiento, una transformación, a veces una traición. Por ejemplo, el CENM traduce “para el desarrollo del país” por “el aporte generoso de la comunidad científica” con el apoyo de un mediador con la industria (el ASTIN-SENA) en uno de los TII (materiales de recubrimientos), en el cual se capitaliza en la propuesta el modelo de transferencia de tecnología de esa entidad. Para todos los TII declaran un posible escenario de aplicación, con una proximidad a algunos sectores industriales. Se percibe en este proceso que la política científica de Colciencias que se orienta hacia el desarrollo del país, a su posicionamiento en el mercado tecnológico y la “oferta científica y tecnológica del país en el contexto internacional” se traduce por los actores involucrados en la preparación de la propuesta del CENM en una unión de “esfuerzos de las áreas de física, química e ingeniería” que “se enfocará en asuntos fundamentales aplicados en la ciencia de los materiales” y en “problemas físicos fundamentales de significancia tecnológica”. Eso quiere decir que traducen la política nacional orientada hacia la innovación (que implica la compra o la adopción de novedades en los mercados y en la sociedad) y el desarrollo del país en un programa de investigación (no de innovación), entre Grupos de Investigación (sin la presencia fuerte de otros actores, por ejemplo industriales o grupos de intereses de la sociedad, que se involucraran en la

dinámica, a la excepción de un actor que apoyaría marginalmente algunas relaciones con la industria), trabajando sobre problemas “*fundamentales de significancia tecnológica*” (que es diferente a inventar nuevas tecnologías, innovar y desarrollar el país). Podríamos decir que el proceso de endogenización produce un desplazamiento de la política nacional, o un sesgo, que se puede pensar como una contribución o una etapa en la dinámica innovadora y de desarrollo del país, la cual necesitaría otras contribuciones y etapas para llegar al mercado o a cambios en la sociedad. Esos procesos de traducción son bastante comunes en las políticas científicas del mundo. Arie Rip y Anton Nederhof (1986), por ejemplo, muestran como los directores de programas nacionales de investigación y los investigadores se movilizan mutuamente y construyen compromisos, es decir, que los directores de programas deben aceptar algunos cambios en su política sin los cuales no lograrían movilizar a los investigadores, y también que los investigadores deben re-orientar en parte sus prioridades de investigación para que los directores de programas nacionales les seleccionen. Una política nacional oscila así o debe construir un compromiso entre un “dejar hacer” (por los investigadores) y una programación dirigida a la obtención de unos resultados específicos (“dirigismo”). En el caso del CENM, podríamos pensar que si Colciencias exigiera que las propuestas fueran obligatoriamente orientadas a innovaciones con empresas y mercados identificados, los grupos de investigación no se movilizarían. En la propuesta del centro diseñaron una red que es un compromiso entre la política nacional y los intereses de los investigadores; la propuesta se centra en grupos de investigación pero incluye marginalmente un actor que en cierta medida representa el lado de la industria y se constituye en un mediador. Que la propuesta del CENM sea solamente una parte de la dinámica innovadora es un compromiso tal vez necesario para lograr movilizar a esos 19 grupos de investigación.

La endogenización del discurso de Colciencias genera en la propuesta un escenario de colaboración permeado por la convergencia de las disciplinas hacia el área de materiales (enfoque multidisciplinario y colaboración interdisciplinaria) y por una articulación social en la cual los recursos se comparten de manera “generosa”.

El documento de creación del CENM es un portavoz (Callon, 1995) temporal de los grupos de investigación, que les permite acceder a los apoyos del programa de CIEs. Como veremos mas adelante, los portavoces se transforman en el proceso de interacción entre los actores.

6.2. Prácticas de convergencia en la pertenencia al CENM: ¿Son endogenizados los discursos?

Estudiar los discursos de la política científica permite entender de dónde viene el impulso y cuál es la orientación de la dinámica tecno-científica, pero su realidad tiene también que ver con la endogenización de ellos en las prácticas, a través de lo que los actores van a hacer y la manera como van a actuar. A nivel internacional, ya se hicieron algunos trabajos de evaluación de la realidad de la convergencia y de las prácticas interdisciplinarias.

6.2.1. Las prácticas a nivel internacional

Los estudios realizados sobre la convergencia en nanotecnologías abarcan análisis bibliométricos con datos de publicaciones y patentes e indicadores de relación⁷³, estudios de políticas formuladas para impulsar el campo y de prácticas desarrolladas por actores que trabajan en el área.

Desde la bibliometría, Porter y Youtie (2009), a través de un análisis de publicaciones y citas, encuentran un comportamiento multidisciplinario con aportes desde diversas áreas de conocimiento, con un núcleo dominante en el área de materiales. Huang, Notten y Rasters (2011) analizando 120 estudios sociales de nanociencias y tecnologías, encuentran que los hallazgos sobre la interdisciplinaria del campo y el vínculo estrecho entre ciencia y tecnología dependen de los enfoques y metodologías usadas en las indagaciones. Como ejemplo muestran un estudio basado en la afiliación de los autores que indica una baja

⁷³Callon, Courtial y Penan (1995) dividen los métodos cuantitativos en dos categorías, según se deriven en indicadores de actividad o indicadores de relación. Los primeros permiten analizar el volumen e impacto de las actividades y los segundos permiten rastrear los lazos y las interacciones entre campos e investigadores. Para la bibliometría esos enfoques se aplican a los documentos analizados.

interdisciplinaria y otro realizado a partir de las áreas de clasificación de las revistas donde publican los investigadores que contradice esos resultados.

Los estudios de las publicaciones científicas, como resultado y reflejo de la actividad de investigación, permiten hacer una primera evaluación de la convergencia entre disciplinas, por ejemplo, contando el número de artículos en co-autoría por investigadores de varias disciplinas. Ello permite medir el eventual aumento de colaboraciones interdisciplinarias. Realizando este trabajo en una serie de revistas asociadas al área de las NCT, Schummer (2004b) muestra que hay menos colaboraciones interdisciplinarias (en realidad, se trata de co-autorías) entre investigadores de diferentes disciplinas de las que se podría pensar. Se observa un fuerte crecimiento del número de artículos en NCT, pero este aumento varía según las disciplinas. Es más fuerte en las ciencias de materiales, la física y la química, y especialmente en las ciencias biomédicas y la ingeniería química. Además se han creado numerosas revistas especializadas: *Nanotechnology* (1990), *J. of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures (JVCT-B)* (1991), *Physica-E - Low-dimensional Systems and Nanostructures* (1997), *J. of Nanoparticle Research* (1999), *Precision Engineering - J. of the Int. Soc. For Precision Engineering and Nanotechnology* (2000), *Nano Letters* (2000), *J. of Nanosciences and Nanotechnology* (2001) y *Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures* (2002). Al examinar la composición disciplinar (la pertenencia disciplinar de los autores) de estas revistas, Schummer muestra que ellas movilizan varias disciplinas, con un equilibrio relativo entre la física, la química, la ingeniería eléctrica y la ciencia de los materiales. En cuanto a las colaboraciones interdisciplinarias, analizando las co-autorías de los artículos, muestra que un 36% de los artículos presentan co-autoría por autores de diferentes disciplinas. Existe entonces una interdisciplinaria, pero ello no tiene nada de excepcional, ya que, dentro de una gran revista disciplinaria clásica (*J. of the American Chemical Society*), encuentra un 30% de artículos con co-autoría de autores de otra disciplina. La tasa de co-autoría pluridisciplinaria en revistas de NCT es superior a la observada dentro de una revista disciplinaria clásica, pero la diferencia no es significativa. Si hay convergencia entre disciplinas, el fenómeno no tiene nada de sobresaliente. Además, examina una por una las revistas especializadas dentro de las NCT y

observa que son generalmente revistas disciplinarias (Excepto el J. of Nanoparticle Research donde se encuentra un equilibrio entre ingeniería química, física, ciencia de los materiales y biología). Las otras revistas corresponden, sea a la física (Nanotechnology o Physica-E - Low-dimensional Systems and Nanostructures), a la química (Nano Letters o Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures), a la ingeniería eléctrica (J. of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures), a la ciencia de los materiales (J. of Nanosciences and Nanotechnology) o a la ingeniería mecánica (Precision Engineering : J. of the Int. Soc. For Precision Engineering and Nanotechnology). De ello se deduce que la convergencia entre disciplinas sólo es evidente cuando se mezclan los artículos del conjunto de revistas especializadas en NCT.

En cuanto al análisis sobre políticas de fomento a esas áreas, Schmidt (2008), contrasta el escenario NBIC de tecnologías convergentes presente en los reportes de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) de Estados Unidos con la perspectiva CTEKS⁷⁴, planteada por un grupo experto de la Unión Europea, y encuentra distintas formas de convergencia asociadas a dos esquemas de interdisciplinariedad: para el primer caso una ligada a tecno-objetos y para el segundo orientada hacia problemas.

Desde el estudio de las prácticas, Rafols (2007) muestra para el campo de la bionanotecnología diversidad de modalidades de trabajo interdisciplinario generadas por los actores en el desarrollo de sus proyectos. Esquemas de adquisición de conocimiento asociados al discurso de la convergencia en las políticas como la estrecha colaboración entre laboratorios o la contratación de investigadores con diversas trayectorias, son sólo unas de las estrategias usadas, y además las menos frecuentes.

También con un enfoque de prácticas, Battard (2012) estudia un grupo de investigación en las áreas de nanotoxicología e interacciones nanobio y encuentra una limitada convergencia de las disciplinas científicas y unas colaboraciones ligadas a un escenario multidisciplinar.

⁷⁴ *Converging Technologies for the European Knowledge Society.*

Algunos estudios han combinado las anteriores perspectivas. Rafols y Meyer (2007) realizan un análisis de proyectos desarrollados en el área de bionanotecnología basándose en datos de entrevistas e indicadores bibliométricos y encuentran una interdisciplinariedad asociada a prácticas cognitivas de investigación (uso de referencias e instrumental), pero no a la dimensión social (afiliaciones o trayectorias de los investigadores). En un estudio posterior, esos autores (Rafols & Meyer, 2010) proponen una perspectiva de la interdisciplinariedad que da cuenta de la integración de conocimiento a través de dos nociones aplicadas a un conjunto de publicaciones: diversidad disciplinar y coherencia. La primera entendida como la heterogeneidad de la base de conocimiento involucrada en una publicación, y la segunda, como las relaciones que se dan entre las áreas, que refleja la novedad en la integración de conocimiento. Aplicando ese enfoque a los proyectos analizados por esos autores previamente (Rafols, 2007; Rafols & Meyer, 2007), encuentran que publicaciones con niveles similares de diversidad disciplinar muestran diferencias en la coherencia o integración del conocimiento.

En la misma vía de considerar varias aproximaciones a la convergencia, Vinck y Robles-Belmont (2012) realizan un estudio considerando discursos de políticas científicas y tecnológicas, análisis de los marcos teóricos y de los instrumentos de investigación, análisis de coautorías de publicaciones y prácticas de investigación. Esos autores encuentran que en el ámbito de enfoques teóricos e instrumentales las disciplinas muestran una dinámica de diferenciación y no de convergencia y que emergen unos sub-conjuntos de colaboraciones que fragmentan el dominio en lugar de integrarlo. En las prácticas de investigación identifican intercambios, en los cuales los actores aportan desde su disciplina.

6.2.2. La creación del CENM como un punto inicial de convergencia

¿Cuál es la situación y la dinámica en el caso del CENM? ¿Cómo los integrantes del CENM asocian su aporte a este campo científico y tecnológico? ¿Se configura el área “Materiales Avanzados y Nanotecnología” en un portavoz y/o campo de convergencia para los participantes del CENM? ¿Desarrollan prácticas de interdisciplinariedad? ¿Cuáles y hasta dónde? En esta sección mostraremos que la manera como esa área representa los intereses de los distintos

grupos de investigación incide en las formas en las cuales se articulan o desarticulan a la red, y en algunos casos genera puntos de tensión y/o fragmentación.

Los centros de excelencia son entendidos desde la política promovida por Colciencias como espacios para generar intercambios entre grupos de investigación que de otra forma estarían aislados (Colciencias, 2004). En ese contexto, un primer ámbito de convergencia para los participantes del CENM es la unión de esfuerzos para presentar una propuesta ante Colciencias en el área de "Materiales Avanzados y Nanotecnologías". La indagación en el terreno nos muestra que la asociación inicial a esa área por parte de los grupos presenta diversos matices, en términos de: aporte al campo, de aptitud a cooperar y de traducción de problemas de investigación hacia los "nanos" (ver tabla 8). Esos son los elementos iniciales de convergencia. Veremos más adelante que a medida que evoluciona la iniciativa se va dando una convergencia y divergencia entre los actores que incluye el uso de los instrumentos, conceptos, teorías, la co-autoría entre grupos, entre otros.

Tabla 8. Convergencia inicial alrededor de la propuesta del CENM

Tipo de convergencia	Descripción	Ejemplo (Cita)
Aporte al campo y complementariedad con los otros	Los actores asocian su llegada al campo en términos de contenido (campo de experticia, método, conocimiento acumulado) y capacidad de cooperar.	<p><i>“Alguien que estudie materiales y que no estudie el deterioro del material, pues digamos que le queda faltando una parte muy importante, es decir, tu no vas a desarrollar un material si no sabes si ese material te va a resistir el uso... [el gestor de la iniciativa] vio muy rápidamente que un grupo que trabajara el tema de deterioro era importante y fundamental para eso” (Investigador 1, grupo 5).</i></p> <p><i>Una de las razones de participar en el CENM es que el grupo trabaja en nuevos materiales... el trabajo de nuevos materiales no se limita a trabajar ‘materiales de moda’, es trabajar materiales que no existen, publicar un artículo con un material que no ha sido reportado antes... Cuando se iba a crear el CENM, [el gestor] me llamó, porque además de trabajar en nuevos materiales, ya había una trayectoria de colaboración (Investigador 1, grupo 6).</i></p>
Traducción de problemas de investigación hacia lo “nano”	Los actores presentan sus temas de investigación en términos de las nanotecnologías para el acceso a recursos, aunque en sus prácticas no encuentren conexión.	<p><i>“El pretexto o la excusa para involucrar los materiales...es que los físicos experimentales están construyendo éstos dispositivos optoelectrónicos en donde el problema físico que me interesa se hace particularmente relevante o importante. Cuando yo escribo un problema de investigación digo puntos cuánticos, nanomateriales, nanoestructuras. Pero el problema es un problema de física fundamental que pudiera ser agujeros negros. Utilizo esa jerga para que me aprueben los proyectos..Utilizo esa jerga porque los tecnócratas son quienes deciden quién tiene dinero y quién no. Seguramente han escuchado por ahí que lo importante son los nanomateriales, yo les escribo por ahí pues sí, son nanomateriales, pero es que mi problema no son los nanomateriales, mi problema es un problema de física fundamental... nosotros... si tenemos aquí en Colombia que justificar por qué somos útiles. Por el asunto de que tenemos que hacer ciencia pertinente que resuelva los problemas del país” (Investigador 2, grupo 7)</i></p>

Fuente: Análisis realizado a partir de información recopilada en las entrevistas.

Los ejemplos anteriores nos muestran que los grupos participantes del CENM convergen al área y a la iniciativa de diversas formas:

- Porque buscan recursos para seguir su investigación y deben construir traducciones para lograr articular sus intereses de investigación con las prioridades de la política científica (convergencia socio-estratégica, después cognitiva).
- Porque construyendo un proyecto se dan cuenta que necesitan otro tipo de competencia y movilizan a otros grupos de investigación (convergencia cognitiva, después disciplinar y social).
- Porque quieren participar en el proyecto y convencen a los otros que pueden aportar algo específico (convergencia social después cognitiva).
- Porque en ella participan pares con los que ya han tenido una trayectoria de colaboración y con los cuales pueden contar (convergencia social).

Los trabajos citados anteriormente nos han ilustrado varios ámbitos de convergencia (cognitiva, social, estratégica, disciplinar, en prácticas de colaboración). En este caso aportamos una visión de convergencia en la cual esos ámbitos están entrelazados. En este primer momento de creación el punto de convergencia es diferente para cada actor participante. Si bien el esquema de CIE sostiene una visión de convergencia social (grupos de investigación diversos trabajando juntos), los integrantes llegan a la iniciativa por varias rutas y con distintas expectativas.

Tomando como entrada empírica la convergencia cognitiva y/o disciplinar asociada al área de “materiales avanzados y nanotecnologías”, encontramos otros tipos de convergencia conectadas. Una de ellas es el *proceso de enrolamiento* por parte del gestor de la iniciativa. La convergencia social no es un proceso que se da de manera espontánea (atracción fatal por los nanos) ni tampoco como el impacto directo de la convocatoria de Colciencias; se produce porque un actor se involucra para movilizar y convencer a los otros. La trayectoria y credibilidad del investigador que promovió su creación es uno de los puntos de *interesamiento* para los actores participantes:

La iniciativa de participar se hizo por invitación del propio [gestor] y eso hay que también reconocérselo a [el gestor]. O sea [el gestor] fue el de la idea de crear un centro. Decidió en algún momento pensar a lo grande. Además de pronto está catalogado a lo mejor, como el físico más reconocido de Colombia. Ha tenido premios internacionales, ha tenido cargos importantes en la Sociedad Colombiana de Física, en la dirección de la Revista Colombiana de Física, entonces, él es un tipo de peso y en algún momento decide llevar la bandera de crear un centro de excelencia que congregara a diferentes grupos de investigación en el tema de los materiales en toda Colombia (investigador 1, grupo 4)

Entonces tan pronto [el gestor] nos planteó esto pues yo vi las fortalezas que tenía la propuesta y le dijimos sí a la propuesta por las fortalezas de llegar a ser exitosa por quién lo estaba conformando, quién lo estaba liderando y porque reconociendo la persona o el investigador que es [el gestor] que era una iniciativa interesante y vimos que meternos en esta cosa nueva nos llevaría sin duda a algo en progreso del grupo entonces de inmediato le dijimos sí a la iniciativa, tan pronto [el gestor] nos dijo (investigador 1, grupo 5).

El gestor no solamente moviliza socialmente a los otros sino que también define una idea (en particular un tema), imagina la forma de la posible cooperación (en este caso, una cooperación girando alrededor de un centro, que sea de excelencia). Intentó convencer a los otros gracias a su propio reconocimiento a los ojos de los otros, gracias a una primera definición del contenido de la propuesta y gracias a que los otros perciben un posible beneficio para ellos mismos. La convergencia, en este caso, no es la inevitable convergencia NBIC entre disciplinas que viene del hecho de trabajar en la nanoescala; es primero una convergencia socio-científico-estratégica, que pasa por una definición de un proyecto con nanomateriales pero el impulso no es tanto lo nano sino la perspectiva de participar en algo que busca la excelencia, con un beneficio científico y que presenta algunas garantías de ser factible.

6.2.3. Endogenización de convergencia y divergencia: Identidad y diferenciación con el CENM

En la evolución de la red el punto inicial de convergencia toma diversas formas entre los participantes. Algunos encuentran cumplidas sus expectativas y mantienen el discurso como factor de cohesión entre los miembros del CENM. La convergencia se endogeniza en el discurso y se traduce en una identidad ontológica asociada a los materiales trabajados, como una forma de buscar puntos en común entre lo que hacen los integrantes de la red (materiales a escala nano).

“Todos como que trabajamos en un mismo fin, aunque todos trabajemos en líneas diferentes, todos vamos encaminados a una sola cosa que es como consolidar la investigación a nivel nanotecnológico y materiales en el país. Y ese es como el objetivo que tenemos. Entonces, yo creo que el centro ha ayudado muchísimo a eso [¿Qué tan cerca está de la nanotecnología el CENM como tal?] ¿Qué tan cerca? Yo creo que prácticamente todos los grupos que están trabajando en el CENM trabajan en nanotecnología. Desde nosotros hasta los de materiales compuestos, que anteriormente se dedicaban solo a trabajar materiales convencionales y ahora ya trabajan sus materiales compuestos pero a base de nanotecnología, compuestos nanoestructurados y esas cosas. Yo creo que todos están como en esa línea de investigación” (Estudiante doctoral 2, grupo 1).

Otros endogenizan el discurso a través de una traducción temporal, pero toman distancia cuando no se cumplen sus expectativas. Si bien siguen perteneciendo a la red formalmente constituida mediante la unión temporal, adoptan estrategias para divergir de ella. Un investigador muestra esa divergencia:

realmente después que nos dimos cuenta al segundo año de existencia del centro, cómo estaba funcionando... nosotros también voluntariamente dejamos de participar... eso es ficticio porque esos artículos no se produjeron gracias al esfuerzo del CENM, si no a nuestro trabajo del grupo. Si tú ves los reportes del CENM están llenos de artículos de ese

tipo. Esa producción del CENM no es del CENM, es de los grupos de investigación... Los reportes que últimamente nos llegan, los reportes del último año por ejemplo, están llenos de artículos que en algunos se menciona el CENM, pero... el CENM no ha hecho nada para esa producción científica, es completamente desarticulado. En el caso del CENM, lo único que hizo Colciencias fue crear un intermediario para la distribución de recursos (investigador 2, grupo 7).

Este grupo de investigación continúa el trabajo con colaboraciones por fuera del CENM y por ello la iniciativa de la red no tiene incidencia en su desarrollo. La pertenencia al CENM se materializa en prácticas como incluir el nombre de la red en la sección de agradecimientos de los artículos o reportar los trabajos ante la dirección del centro para ser visibles como integrantes del CENM en los informes. Al endogenizar esas prácticas de pertenencia y tomar distancia de ellas construyen otras prácticas de diferenciación o divergencia (no declarar agradecimientos al CENM en las publicaciones, no reportar trabajos para informes del CENM, ya que no perciben una contribución a la red en su desarrollo).

...nosotros no ponemos por ejemplo en los artículos la afiliación que la gente pone "Universidad... y Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, CENM", y no lo ponemos porque es ficticio, no es real. Si vas a ver un artículo esto no figura, habrá por ahí uno muy al principio (Investigador 1, grupo 7)

En este caso vemos que las prácticas de divergencia y convergencia pasan por dispositivos textuales asociados a las publicaciones, tal como lo plantea Vinck (2007b, p. 226) *"la mención de la institución de afiliación del autor y de los organismos que apoyan su trabajo sugieren que él no es el único que habla; hay detrás una red cuya presencia introduce en el texto"*. La pertenencia o no al CENM se juega en parte en esas prácticas de escritura. Vemos entonces que las diferencias iniciales de intereses de los grupos de investigación no se disuelven necesariamente con el hecho de armar un objetivo científico común, de buscar conjuntamente la excelencia alrededor de un líder. Algunas diferencias iniciales vuelven y a veces sobrepasan el interés de la colaboración común. Pero todo eso es una cuestión de grado; entre convergencia y divergencia, hay muchos matices. En el caso de este grupo, la divergencia es parcial y no va

hasta el punto de salirse de la red. Eso tiene que ver con los beneficios de la participación. Al inicio pensaron que iban a recibir un beneficio científico; al final, se dan cuenta que el beneficio es solamente de recibir algunos recursos financieros y que muchos de los beneficios en términos de reconocimiento van al « centro » y no a los integrantes, que en términos de reconocimiento el CENM no es tanto una red sino un grupo de investigación que aprovecha el trabajo de los otros, que la red trabaja para la reputación de su líder y no más. No decimos que la realidad es así sino que algunos integrantes lo viven así; no hay tanta convergencia porque falta convergencia social (distribución más equitativa del reconocimiento científico), convergencia cognitiva (cada grupo trabaja con sus temas) y convergencia de las prácticas (poca colaboración, solo recolección y agregación de los artículos de los grupos integrantes y distribución de recursos). No hay una evidente convergencia NBIC entre las disciplinas como es predicada en los discursos de Roco y Bainbridge y en la endogenización de las distintas visiones de convergencia surgen prácticas de diferenciación o divergencia.

6.3. ¿Puntos de convergencia o divergencia?: Infraestructuras tecnológicas y acceso a los instrumentos

El acceso a facilidades instrumentales ha sido identificado como uno de los elementos requeridos para el desarrollo de las NCT, materializado en modalidades como las aglomeraciones tecnológicas y/o las redes (Robinson, Rip & Mangematin, 2007). La disponibilidad de esas facilidades tiene incidencia sobre la concentración de la producción de conocimiento en ciertas áreas geográficas en el mundo (Delemarle, Kahane, Willard & Larédo, 2009). Para el caso de Argentina, Hubert y Spivak (2009) muestran como la inserción a redes de cooperación les permite a los investigadores organizar el acceso a los instrumentos, en un ámbito donde no hay una alta disponibilidad de facilidades. Por su parte Vinck (2006a) nos dirige a la cuestión de equipamiento asociada a la *“cultura material de un colectivo de investigación: competencias que permiten hacer buen uso de los instrumentos, reglas y un saber hacer”* (p. 15), con un enfoque interaccional y sociotécnico. Para el caso de las redes de cooperación en el campo de materiales en México, De Gortari (2001) señala la importancia que

tiene dentro de los intercambios y las colaboraciones el desarrollo de una confianza técnica entre las partes.

Ligado a la convergencia social y disciplinaria, en el caso del CENM la propuesta de creación plantea un esquema de trabajo en el que los distintos grupos de investigación generarán espacios de colaboración y compartirán sus laboratorios. Analizando las dinámicas de consolidación de infraestructura y las prácticas de acceso a los instrumentos que se presentan en la evolución de la iniciativa, argumentamos que dicha convergencia es limitada y detrás de la infraestructura de facilidades instrumentales existe una infraestructura invisible (Star & Griesemer, 1989) asociada a la disponibilidad y acceso a colectivos sociotécnicos (instrumentos, expertos, prácticas de propiedad industrial) “confiables”. En ese sentido, a través de la interacción los participantes generan un conocimiento tácito (Nonaka & Toyama, 2003) sobre sitios confiables en los cuales pueden realizar sus mediciones o producir sus materiales. Ello va más allá de un mapa de ubicación de equipos, corresponde a un mapa de sitios legítimos y no legítimos desde el punto de vista de la comunidad de investigadores. Rastreamos cómo se construyen esas infraestructuras invisibles bajo diversas dinámicas: acceso/disponibilidad, generación de colectivos sociotécnicos, mapeo de facilidades por parte de los investigadores y la extensión de la red del CENM más allá de las fronteras de su estructura formal.

6.3.1. Consolidación de unas facilidades instrumentales en el campo de los materiales

EL CENM manejó un esquema de financiación compartida para los equipos robustos. Una parte de los recursos los aportaba la Unión Temporal CENM y otra parte la universidad donde se iba a ubicar el equipo. En ese sentido, el CENM permitió adquirir facilidades que no estaban disponibles a nivel nacional.

medidas que antes no se podían hacer en el país se pueden hacer ahora acá. Entonces aquí han venido, o mandan la muestra o vienen los investigadores a hacer las medidas acá. Si nosotros necesitamos una medida de Raman, pues la enviamos a Antioquia, eso está disponible, totalmente. En la página web hay formatos claros de utilización de los

equipos, se hace por web. Hemos hecho ese tipo de cosas, está ahí también en la página web cómo utilizamos los equipos. Sin equipos es imposible. ¿Qué vamos a hacer para hacer una medida en nanoindentación si no hay nanoindentador? Pero en este momento están haciendo las medidas para el CENM (*Investigador 1, grupo 1*).

Un ejemplo de ello fue la adquisición de un “Sistema de Medición de Propiedades Físicas” (PPMS por sus siglas en inglés), primero en su género en el país en el momento de su compra (ver figura 4).



Figura 4. Equipo PPMS. Fuente: CENM (s.f.), p.1.

El folleto promocional de este equipo para la divulgación de su disponibilidad a los interesados mostraba su relevancia para la investigación en materiales en Colombia:

El Centro de Excelencia en Nuevos Materiales y la Universidad del Valle han concretado sus esfuerzos en obtener un sistema de última tecnología denominado PPMS, el cual permite realizar medidas de propiedades físicas de materiales. Este sistema es una herramienta que ahorra tiempo y hace eficiente la investigación científica. Damos la bienvenida a una nueva etapa en la investigación en nuevos materiales en Colombia (CENM, s.f, p.1).

En una visita a los grupos del CENM ubicados en la Universidad del Valle, un estudiante de maestría nos explica las posibilidades de este equipo:

Pero entonces básicamente el PPMS, este equipo lo que nos permite medir son propiedades físicas de los materiales. Entonces es con lo que trabaja esta cámara, detrás de esa cámara tiene helio líquido hasta llegar a bajas temperaturas... y esto facilita las medidas que se necesitan. Con estos materiales se debe bajar demasiado la temperatura, son más que todo medidas magnéticas, medidas de transporte... Además de eso tiene un campo magnético hasta de 7 teslas, eso es importante a la hora de las medidas, entre más rango se tengan mejores medidas se pueden hacer, dependiendo de lo que se va a hacer. El helio líquido permite además tener bajas temperaturas... y es un equipo muy muy muy completo. Todo lo que corresponde a propiedades físicas de los materiales se pueden hacer aquí. Tiene varios módulos... Dependiendo de la medida que se vaya a realizar, él tiene módulos. Por lo menos, para susceptibilidad magnética, el módulo que está acá... Es el que más utilizamos aquí en el laboratorio..., medidas magnéticas y de conductividad, el de conductividad térmica, la parte de resistividad también se utiliza... son muchas las medidas que se pueden hacer. Entonces él tiene cada uno de esos módulos para trabajar, para hacer cada una de esas medidas. Entonces dependiendo de... cada grupo de trabajo, cada laboratorio tiene pues su enfoque, dependiendo del material que trabaje puede acudir pues al PPMS para trabajar (estudiante maestría 1, grupo 1).

Vemos, sin embargo, que la lógica de la construcción de esas facilidades no respondió necesariamente a una visión de complementariedad, sino que en algunos casos se generan redundancias de capacidad ligadas al acceso. El discurso de convergencia social posiciona la idea de una adquisición de equipos robustos, que por ser de alto costo deben ser compartidos por el máximo número de grupos y así evitar duplicidad de infraestructura. El acceso efectivo a los recursos y la disponibilidad hace que las instituciones y/o grupos de investigaciones se esfuercen por minimizar la dependencia de recursos externos y consoliden unas facilidades propias.

Ahora por fin, a raíz de una de las recientes convocatorias de Colciencias de apoyo a doctorado logramos un dinero importante. [Adquirimos] un PPMS, así se llama el equipo. ...como el que hay en la del Valle [en la Universidad del Valle]. PPMS quiere decir Physical Property Measurement System o Sistema de Medida de Propiedades Físicas, como el que hay en la del Valle..., el Director del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales había estado patrocinando el equipo desde que se compró, único en Colombia. Pero ahora, vamos a ser los segundos en tener el equipo, inclusive con mejores características que el que hay en la Universidad del Valle... Y va a ser el segundo equipo grande después del equipo que se compró por el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, pero el PPMS nuestro que va a llegar, no se compró por el CENM, se compró con recursos de apoyo a doctorados de Colciencias y Universidad de Antioquia (Investigador 1, grupo 4).

En la situación aquí descrita podemos ver una base socio-material (instrumentos compartidos y reglas de acceso) mínima que podría favorecer una convergencia científica (entre temas, enfoques) y social (aprender a conocerse los unos a los otros, a cooperar, etc.). El dispositivo institucional y material podría servir de mediador para facilitar una convergencia entre los grupos de investigación y entre las disciplinas. Pero, en realidad, vemos que la lógica de acción de los grupos de investigación tiene que ver con el acceso a algunos recursos e instrumentos, más que con la búsqueda de complementariedad o de convergencia. Cuando tienen la posibilidad de contar con sus propios instrumentos, generan redundancias de capacidad y se independizan. La mutualización de los instrumentos no parece generar más cooperación o convergencia como se puede observar en otras situaciones. La base institucional y material compartida no es una condición suficiente para la convergencia. El acceso a recursos compartidos hace que los grupos de investigación utilicen los recursos de los otros integrantes de la red, pero aprovechan poco esa situación para construir otras cosas en común (problemática, conceptos, enfoques, publicaciones...). Al contrario, desde que puedan minimizar su dependencia hacia los recursos externos, por ejemplo consolidando sus propias facilidades, se autonomizan y no profundizan en la cooperación.

6.3.2. Acceso a instrumentos como factor determinante en la investigación original

El acceso a las facilidades instrumentales es para algunos de los actores del CENM determinante en el tipo de investigación a realizar. Discutiremos este punto a la luz del trabajo citado anteriormente de Hubert y Spivak (2009) sobre las NCT en Argentina. Estos autores muestran que las distinciones centro/periferia son limitadas para describir las modalidades de acceso a recursos por parte de los grupos de investigación en NCT en ese país. Señalan que cuando se trata de disponibilidad de facilidades instrumentales, el llamado “centro”, más que una zona geográfica entendida en términos absolutos, se traduce en una facilidad de acceso a las infraestructuras requeridas. La periferia se configura entonces como una dificultad de acceso a los recursos necesarios para desarrollar las investigaciones.

En el caso del CENM encontramos también diferencias en la manera como los actores perciben el acceso a los recursos alrededor de la iniciativa, y ello incide en la posibilidad de realizar investigación original.

Además de una consolidación de una infraestructura nacional para el trabajo de materiales y nanotecnologías, el CENM como unión temporal, se configura para algunos actores en un mecanismo para facilitar los trámites administrativos asociados al uso de los instrumentos. Para ellos, los recursos del CENM agilizan el acceso a las facilidades y generan un espacio favorable para desarrollar las investigaciones en los tiempos adecuados. Esas estructuras flexibles se traducen en una mayor capacidad de ir al ritmo de la competencia internacional, de publicar los resultados y ser reconocido por una investigación original. El acceso a los instrumentos a través del CENM se convierte para esos actores en un factor determinante en la inserción internacional.

Bueno, ha sido un poco gratificante en el hecho de uno poder caracterizar materiales o básicamente la interacción es eso. La colaboración que se tiene de diferentes... entes. Lo interesante es digamos, si uno puede caracterizar en tiempo real un material sin esperar esa cantidad de trámites burocráticos, sino que el grupo dice, bueno si ustedes quieren

caracterizar una muestra tener en cuenta que caracterizar cualquier cosa caracterizar digamos un material evidentemente cuesta, porque el equipo cuesta, los insumos, los elementos. Los materiales que se requieren para que el equipo funcione valen y ¿de dónde sale el dinero? De la Universidad que financia, o de lo que cobra por el servicio, bueno, a diferencia del CENM uno le dice al investigador: "Vea, yo que soy miembro del CENM, caracterizo la muestra en su equipo, y usted le cobra al CENM, no me cobra a mí". Entonces eso permitía generar caracterizaciones de un día para otro...La Universidad tiene un rubro y a veces pasan dos, tres meses hasta que se pueda hacer. Eso es una ganancia porque la investigación no da espera, nosotros publicamos recientemente muchas muchas publicaciones internacionales, mira por ejemplo mira esta de acá, Applied Surface Science, este soy yo, aquí está el profesor... y los demás colaboradores, colaboradores de México, de España, porque son resultados doctorales y uno a nivel doctoral tiene una competencia fuerte contra el mundo. Competimos con los alemanes, con los japoneses, contra los norteamericanos y en líneas de investigación. Entonces uno sabe qué hacen ellos, pero si uno reporta la literatura entonces así se dan cuenta los demás qué está haciendo uno, el impacto depende de quién lo publique primero, el primero en reportar. Nosotros fuimos los primeros en reportar este material en la literatura internacional. Fuimos los primeros en caracterizar una propiedad específica, una propiedad corrosiva, entonces ya esos son reconocimientos. Cualquier persona que vaya a hablar...tiene que citarnos a nosotros. Entonces nosotros trabajamos de manera eficiente, y eso no da espera. Si tú te quedas allí esperando tres meses a ver quién te va a caracterizar, la productividad se baja (estudiante de doctorado 2, grupo 1)

Porque la simulación es básicamente tener software, que son software costoso que se adquieren con recursos y tener computadores con la capacidad de procesar esa información, eso se puede también hacer con el CENM (estudiante de doctorado 2, grupo 1).

nuestro grupo requiere esencialmente recursos computacionales, lo que hacemos es cálculos teóricos esencialmente, entonces a través del CENM hemos obtenido equipos de

cómputo. También a través del CENM se nos facilitó colocar en red una serie de equipos que teníamos originalmente en paralelo. Y una proyección que tenemos es que nosotros a través de un proyecto de Colciencias, un clúster de computadores y estamos esperando que el CENM nos adecue un espacio para ese clúster. Entonces esa sería otra opción de colaboración del CENM para este grupo (Investigador 1, grupo 2).

Otra vez vemos que esa inversión conjunta en instrumentos y facilidades para acceder a recursos (materiales entre otros) da un impulso y un apoyo a los grupos de investigación, gracias a que participan más y de manera más eficiente en la dinámica internacional de investigación. Compiten mejor y se integran más en redes internacionales. Pero el impulso hacia una convergencia interdisciplinar a nivel nacional no se ve mucho. El CENM finalmente se configura en una agencia de recursos que apoyó a los grupos de investigación, más que en un mecanismo estructurante de la generación de conocimiento compartido. Sin embargo, esa flexibilidad que proporciona la figura de unión temporal para la compra de equipos no es percibida de la misma manera por todos los actores:

Tengo que usar un equipo de deposición sputtering, el equipo que viste. También voy a utilizar el equipo de caracterización, el criostato y estoy en este momento tratando de implementar otra cosa, pero voy a ver si consigo un equipo que necesito para poder montar otro aditamento. La idea es hacer eso, eso nos abre la puerta para hacer una serie de medidas magnéticas, el equipo que está ahí implementado hace rato, vamos a ver si se puede. Se necesita un equipo que es como costoso, según lo que acabo de ver [¿Se requiere adaptarle algo?] Si, sería un imán, un imán a la columna que viste allí, al criostato. Para hacer medidas. Ese equipo nos permite hacer medidas a bajas temperaturas, de resistividad. Entonces ya con el imán podemos hacer esas mismas medidas, pero ya aplicando un campo magnético. Entonces ya una serie de respuestas. Entonces la idea es implementar eso. Pero vamos a ver si se puede conseguir la fuente, una serie de cosas... Pues ese montaje se hace relativamente rápido si se tuvieran las cosas, por ahí en una semana estaría listo. Pero el punto es que cuando uno solicita el equipo, ¿Cuánto se demoran en conseguirlo? Es el meollo del asunto. Un equipo que vale

más o menos 5 millones de pesos. El imán está, necesitamos la fuente, una fuente que podamos controlar desde un computador, para uno poder decirle, en qué forma tiene que proporcionarle la energía al imán para que él nos vaya produciendo un campo constante, constante en ciertos momentos y que varíe en ciertos pasos, como uno lo desee, pero que lo vaya haciendo, que uno le dice que varíe a tanto, exactamente a tanto, entonces es una fuente muy especial, muy fina (estudiante maestría 4, grupo 1)

Vemos lo central que es el acceso a los instrumentos para producir resultados de investigación nuevos, para desarrollar los experimentos planeados. Dicho acceso influye inclusive en las trayectorias de investigación.

Y yo he tenido también algunos cambios en mi quehacer científico, he dejado de hacer un poco la parte experimental, yo me formé inicialmente como físico experimental, pero luego empecé a moverme mucho con la parte de simulación numérica ... es que conseguir plata para tener buenos laboratorios es un proceso complicado, demorado, hay que luchar mucho como para tratar de acceder a recursos importantes para tener buenos equipos. Entonces cuando uno ve ese panorama, se da cuenta que la simulación o la parte computacional teórica debe ser importante en nuestro país. O sea, si tenemos falencia de recursos para conseguir equipos costosos que nos permita tener laboratorios de punta entonces mientras eso va progresando, trabajémosle a la parte de simulación, a la parte de teoría porque allí lo que necesitamos básicamente son computadores para poder trabajar, ves? Es una manera importante de mantenerse vivo y activo, científicamente hablando (Investigador 1, grupo 4)

Encontramos que para los actores ligados al CENM el acceso a infraestructura es determinante para el desarrollo de investigación original, pero esta red no se constituye en un punto de pasaje obligado para todos sus integrantes. Algunos grupos que son “periféricos” al CENM porque no se articularon fuertemente a la iniciativa, utilizan relaciones capitalizadas en otros ámbitos para acceder a los recursos requeridos. Un ejemplo de uno de los grupos teóricos nos muestra ello:

[en el centro MareNostrum⁷⁵, en España]... Nosotros lo que hacemos es cosas que aquí no podemos soñar siquiera en equipo de cómputo, que aquí tenemos 8 procesadores como mucho, pero allí estamos hablando de 1000 procesadores, 2000 procesadores con nuestros cálculos, aquí durarían 8 o 10 meses y allá con el multiprocesador en 8 horas, pero gastamos 40.000 horas de cálculo en 8 horas en tiempo de procesadores, pero hacemos los cálculos pero son recursos entre comillas gratis, porque nosotros no pagamos nada con un proyecto, pero hay una comisión que decide quién lo va a usar y quién no lo va a usar. También dependiendo de la producción. Si ellos te dan un proyecto, pero luego no produces nada, luego no te vuelven a dar nada, porque ellos lo que quieren ver es que los pongas en los artículos. En este [muestra un artículo], MareNostrum, primer agradecimiento, después la Universidad... [al CENM]..ahí si no tengo nada que agradecer. Pero fíjate al primero que agradecemos es al MareNostrum, porque sin ellos no podríamos [realizar la investigación] (investigador 3, grupo 7)

...por ejemplo ahora tenemos orden de 500.000 horas para usar y se va renovando, si vamos produciendo, pues se piden los proyectos y nos garantizan de nuevo otras 500.000 horas. Pero hay que pensar que 500.000 horas son, con 10 cálculos ya hemos gastado las 500.000 horas, entonces tenemos que pensar muchísimo qué tipo de cálculos vamos a mandar ahí. No es como que haces una cosa si ha salido bien, bien, y sino también (investigador 3, grupo 7)

Vemos con las situaciones descritas que hay diversas modalidades de los actores integrantes del CENM para acceder a las infraestructuras que les permiten realizar investigación original. Coincidimos con los resultados de Hubert y Spivak (2009) en una centralidad y periferia que se construye en términos del acceso a unos recursos. Resaltamos para el CENM un aspecto adicional, dado que analizamos una iniciativa que busca generar espacios de convergencia a través de una política nacional. La convergencia social, los intercambios generados, se relaciona

⁷⁵ Recurso administrado por el Centro Nacional de Supercomputación de Barcelona, España (BSC-CNS (*Barcelona Supercomputing Center* – Centro Nacional de Supercomputación)). Para mayor información, ver: <http://www.bsc.es/about-bsc>

con una convergencia financiera que permite que el CENM sea un espacio común para algunos de los integrantes. Quienes no encuentran en la red los recursos requeridos, movilizan otras relaciones para cumplir los objetivos. Hay también quienes, a pesar de encontrar en el CENM un espacio de convergencia cognitiva y social, de intercambio con otros grupos por afinidad temática y trayectorias de colaboraciones previas, quedan débilmente vinculados a nivel instrumental por falta de apoyo financiero de la institución de tutela.

Nunca compraron equipo [equipo de laboratorio], por la negativa de la Universidad... de dar la contrapartida. Por ejemplo, la Universidad del Valle para un equipo que compraron puso el 40%. Los aportes de la Universidad fueron alrededor de \$11.000.000 [pesos colombianos] por año, alrededor de \$60.000.000 [pesos colombianos] para los 5 años del CENM. A pesar de no recibir suficiente apoyo de la Universidad, señalan que son uno de los grupos más productivos, con más de 30 artículos internacionales. Faltó apoyo de la Universidad para los equipos. El CENM prestó mucho apoyo para viajes, pero no quedará nada dentro del inventario de la Universidad. Los únicos equipos comprados con recursos del CENM son dos computadores (Notas de entrevista con investigador 1, grupo 6)

Observamos varios aspectos en el tema de acceso a instrumentos e infraestructuras. Los actores del CENM lo relacionan con la posibilidad de realizar investigación original. El acceso a esas facilidades a través del CENM puede generar unas condiciones en las cuales algunos actores son más centrales en la red porque cuentan con el apoyo del CENM y de su institución para comprar equipos robustos o porque su vinculación al CENM les posibilita contar con recursos para movilidad, y a partir de allí, tener acceso a otros sitios donde los instrumentos están disponibles. Destacamos que esa convergencia financiera para compra de equipos requiere dos condiciones en esta red: aprobación de recursos por parte del CENM y aval de una contrapartida por parte de la institución de tutela del grupo. Beneficiarse de los recursos del CENM para adquisición de instrumental requiere para los grupos una voluntad de apoyo de las instituciones que va más allá del compromiso firmado a través de la unión temporal. La vinculación efectiva, evidenciada en la compra de equipos robustos, requiere un desembolso adicional de las universidades que no siempre se logra. La convergencia financiera delinea entonces ciertas formas de intercambio

a través del “mapa de instrumentos” que se construye a través del CENM. Para los grupos que se mantienen en la “periferia de recursos” del CENM, sus redes alternas les permiten acceder a recursos por fuera de esta red, mediados por ciclos de credibilidad que se materializan en la capacidad de producir resultados de calidad. Ello se observa en el acceso a recursos como la facilidad europea del supercomputador MareNostrum que está ligado a publicar en revistas reconocidas.

La relación entre acceso a instrumentos y facilidades y la posibilidad de realización de investigación original nos muestra nuevamente que la convergencia pasa de una forma a otra y no es un estado o fin último que se alcance de manera lineal como lo plantean los discursos de las políticas científicas. La convergencia tiene que ver con unas formas de organización, el acceso a unos recursos, unas trayectorias de colaboración, unos temas comunes. Pero estos elementos no pueden verse aislados unos de los otros. Cada una de estas dimensiones nos da una perspectiva de las dimensiones de colaboración inter-organizacional.

6.3.3. El acceso a colectivos sociotécnicos “confiables”: Una puesta a prueba de la convergencia social

La lógica de fortalecimiento de una infraestructura compartida de equipos robustos en el país asociada a la política del CENM se ve desafiada por las prácticas de los investigadores. El centro opera como un mecanismo para facilitar la disponibilidad de esos instrumentos, pero la existencia del equipo a nivel nacional no se traduce necesariamente en un mayor acceso para la comunidad científica. Existen unas reglas de acceso formales, como el establecimiento de unas tarifas preferenciales para los integrantes del CENM cuando realizan medidas en los instrumentos adquiridos con recursos de la red.

“...hay unas tarifas que son prácticamente los costos de los insumos que se requieren para hacer esas medidas para los del CENM. Y una tarifa diferencial para los que no son parte del CENM” (investigador)

¿Por qué a pesar de contar en Colombia con unos equipos robustos que se han ido adquiriendo, los investigadores en algunos casos prefieren hacer sus medidas en laboratorios extranjeros? El mapa nacional de los instrumentos va más allá de los equipos ubicados en cada una de las instituciones y ciudades del país. Alrededor de esa infraestructura de equipos existe una infraestructura invisible (Star & Griesemer, 1989) compuesta de elementos sociales y técnicos que la hacen confiable o no confiable desde el punto de vista de los investigadores. Ese mapa de la experimentación trasciende la infraestructura física.

Para profundizar en este punto tomaremos la noción de credibilidad que proponen Bruno Latour y Steve Woolgar (1996). Para esos autores la credibilidad se refiere a la capacidad de los investigadores de practicar efectivamente la ciencia⁷⁶ y se aplica tanto a la producción científica misma, como a la influencia de factores externos (por ejemplo: financiamiento o instituciones). La credibilidad puede transformarse de una forma a otra en un ciclo de conversión entre los recursos económicos, los datos, el prestigio, las referencias, las problemáticas tratadas, los artículos y demás factores.

En el caso del CENM encontramos que un colectivo sociotécnico confiable para la experimentación en materiales se compone de elementos como: un investigador con credibilidad, un equipo fiable, unas prácticas de medición e interpretación adecuadas, un operador capacitado que pueda generar resultados que tengan sentido, un interlocutor que respete los derechos de propiedad intelectual y unas rutinas pertinentes de mantenimiento de los instrumentos. Más que la disponibilidad de un instrumento ubicado próximo geográficamente, el acceso efectivo se logra cuando se generan todas esas condiciones de confiabilidad. Los investigadores ponen a prueba esa confiabilidad a través de prácticas como enviar las muestras de los materiales a varios sitios y comparar los resultados, sin que exista un

⁷⁶ Esos autores distinguen la credibilidad del crédito (un capital simbólico como lo define Bourdieu, 1976) que es el reconocimiento, porque éste último toma únicamente la dimensión del sistema de reconocimientos y premios por parte de los pares de una obra científica y explica la posición más o menos dominante de un investigador en su campo de investigación. Al contrario, la noción de credibilidad se refiere a un capital convertible en recursos que el investigador puede invertir en su actividad.

programa formal de intercalibración. Con ello legitiman un sitio y deslegitiman otro, en un proceso constante de validación.

Entonces uno coteja lo que [quien hace la medida] manda con lo que uno espera que haya ahí y lo analiza de nuevo. Mira si lo que está ahí es realmente, usualmente es así. Y si uno no está de acuerdo, uno puede mandarlo a otro lado, que es lo que ha sucedido. Hemos mandado rayos X, no hemos estado de acuerdo y se mandan a otro lado. Después se dan cuenta que cosas que decían que estaban ahí no están ahí. (Estudiante de maestría en ciencias físicas).

Entonces uno lo que hace es acudir a grupos que ya tienen una trascendencia mayor. Que vienen haciendo eso hace muchos años. O que tienen gente especializada dedicada a tomar ciertas medidas. Por ejemplo rayos X, tienen un tipo que tiene muchos años de estarlo manejando y a pesar de que no es físico, ingeniero, lleva tanto tiempo en la experiencia que él ya ve el difractograma y va a decir “pasa algo ahí, hay un error de la medida”, entonces uno puede en el mejor de los casos hacer eso. O si no en otros casos tocará confiar, hay gente que no confía. (Estudiante maestría en ciencias físicas).

Extendemos la perspectiva de credibilidad de Latour y Woolgar (1996) para tratar la construcción de confiabilidad de los colectivos sociotécnicos. Los investigadores del CENM delinean un escenario en el que pueden realizar sus experimentos y que les permite desarrollar efectivamente las medidas o producir los materiales. Se deben cumplir ciertas condiciones, una infraestructura que es invisible para las políticas que operan bajo la lógica de “equipos robustos de alto costo que deben ser compartidos”. Las prácticas de experimentación de los investigadores los llevan a crear ese mapa de recursos que pasa por las relaciones con sus pares y por los factores que hacen un sitio confiable. Ante la pregunta de dónde realizar las medidas emerge una credibilidad ligada no solo a lo técnico, sino también a las prácticas de propiedad intelectual del investigador a cargo del instrumento. Considerando que los resultados de las medidas pueden llegar a ser determinantes para lograr una investigación original a ser publicada y validada ante la comunidad, es crucial para los investigadores que la autoría sobre esos resultados sea respetada por parte de quien hace la medición. Identifican varios factores

que debilitan la confiabilidad en algunos de los colectivos sociotécnicos disponibles a nivel nacional, a pesar de que se ha avanzado en la compra de instrumentos. Ilustramos algunos de ellos en la tabla 9.

Tabla 9. Factores que debilitan la confiabilidad de los colectivos sociotécnicos para el trabajo experimental

Factores	Ejemplo (cita)
Personal no permanente operando los equipos robustos	<p><i>“Un problema es el de los equipos en manos de estudiantes. Por ejemplo, el [equipo robusto], lo operan estudiantes de maestría y doctorado”(técnico de laboratorio)</i></p> <p><i>“Lo que pasa es que el trabajo de grado mío tiene que ver mucho con el equipo, varias de las medidas que yo realizo se hacen con este equipo, yo aprendí a utilizarlo, pero... la persona encargada es el profesor [...], pero pues uno siempre está pendiente de lo que está sucediendo, en estos casos le queda más fácil a uno estar pendiente. Pero hace tiempo había otro estudiante, también era el encargado de estar pendiente” (Estudiante de maestría en ciencias físicas, grupo 1).</i></p> <p><i>“Ese [el equipo], ese si lo manejo yo. Yo soy el encargado de ese. Nadie le pone la mano, porque es complicado. Uno es consciente de que es muy complicado en el país tener recursos para adquirir equipos como ese, para dejar que se vayan a perder por un error” (estudiante de doctorado en ingeniería de materiales)</i></p> <p><i>“compran el equipo, compran el fabuloso equipo y después toca que los estudiantes aprendan a manejarlo. Entonces llega un estudiante, se dedica a aprender a manejarlo, lo logra, le saca provecho, pero el estudiante se va. Entonces tiene que llegar otro y tiene que empezar el proceso casi de cero. Eso hace que los equipos no sean productivos” (estudiante de maestría en ciencias físicas).</i></p>
Poca capacitación a los técnicos	<p><i>“...capacitan a otros, pero no a los técnicos. Las capacitaciones de equipos las reciben los profesores, viajan a Estados Unidos y a otras partes a capacitarse, pero no las personas que los van a operar”. (técnico de laboratorio)</i></p> <p><i>“vino una persona a instalarlo y él nos capacitó. De hecho otro compañero estuvo en la firma en Santa Bárbara en un curso avanzado” (estudiante de doctorado en ingeniería de materiales)</i></p> <p><i>“Eso deberían capacitar a alguien específicamente en el manejo del equipo, alguien que estuviera ahí, que tuviera el mejor nivel en eso y que todo el tiempo estuviera produciendo, que estuvieran llegando las muestras, que estuvieran saliendo, eso lamentablemente no ocurre” (estudiante de maestría en ciencias físicas)</i></p>
Nivel de experticia incipiente	<p><i>“los grupos... que tienen equipos están todavía en una etapa de aprendizaje, podríamos decirlo así. Están los equipos pero la gente no está... está apenas aprendiendo a tomar las medidas, está apenas</i></p>

Factores	Ejemplo (cita)
	<p><i>capacitándose en tomar las medidas” (estudiante de maestría en ciencias físicas).</i></p> <p><i>“En Armenia... el equipo acababa de llegar, incluso cuando nosotros fuimos estaban haciendo un seminario de rayos X, el equipo tenía póngale usted, dos, tres meses de haber llegado. Ellos estaban apenas aprendiendo para sacarle provecho” (estudiante de maestría en ciencias físicas).</i></p> <p><i>“...aunque se cuenta con equipos de difracción de rayos X en Colombia, las muestras se envían a México porque hay mayor confiabilidad en los resultados” (estudiante maestría en ciencias físicas).</i></p>
Baja disponibilidad de presupuestos de mantenimiento	<p><i>“se compra el equipo, pero no se prevé que ese equipo debe tener un mantenimiento preventivo, un operario capacitado, y que ese equipo va a necesitar una serie de repuestos porque tiene cosas que se le van a agotar en corto y largo plazo y que deben ser remplazadas, y todo eso debería estar dentro de un presupuesto” (estudiante de maestría en ciencias físicas)</i></p>
Poca claridad en prácticas de propiedad intelectual	<p><i>“Yo envío las muestras al grupo [X] porque confío en el investigador [Y]. El respeta la propiedad intelectual sobre los resultados” (notas de campo visita a laboratorio de materiales)</i></p>

Fuente: Elaborado a partir de información recopilada en las entrevistas y visitas.

En este contexto vemos la convergencia social puesta a prueba por la mediación de un colectivo sociotécnico. Los intercambios entre los grupos de la red son configurados en parte a través del acceso a esas condiciones de confiabilidad. El CENM se convierte entonces para algunos grupos de investigación participantes en una forma de acceso a los medios de experimentación requeridos, pero no necesariamente a través de interacciones con otros miembros de la red. Los recursos destinados a la movilidad internacional de investigadores y estudiantes de posgrado permiten acceder a los sitios “confiables” desde la experiencia de los grupos y ello tiene más peso que la proximidad geográfica. El CENM se extiende hasta donde las relaciones de los integrantes y los recursos lo permiten. Para los investigadores que se identifican como experimentales esas condiciones de confiabilidad son decisivas para el desarrollo de su investigación. La producción y caracterización de materiales con resultados satisfactorios es considerada vital para el buen curso de la investigación. El acceso a los instrumentos en otros ámbitos por fuera del CENM se asocia también a un conocimiento especializado de otros centros que no está disponible dentro de la red. La convergencia social en el trabajo

experimental, las colaboraciones entre los integrantes del CENM, depende de la construcción de la confiabilidad de esos colectivos sociotécnicos.

6.3.4. Mediación de instrumentos en las colaboraciones inter-organizacionales

Al analizar los intercambios entre los grupos del CENM encontramos que gran parte de ellos se realizan alrededor del uso de instrumentos. Este punto es de particular interés desde la perspectiva de la gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales, porque permite identificar posibles espacios de interacción y de creación colectiva. Esos entornos de interacción están fuertemente mediados por la experimentación, en términos de su planeación, su organización, sus objetivos y contenidos, sus protocolos y, a veces, sus datos y resultados. Para algunos de los grupos las colaboraciones se traducen en el uso de instrumentos y prestación de servicios y ello es lo que capitalizan de su participación en el CENM.

...mucha de la colaboración que teníamos es porque realizábamos ensayos o pruebas, servicios en otros grupos. Era precisamente en equipos del centro... En la del Valle, principalmente, y en la Autónoma. Yo creo que en esos dos, equipos que tenían que ver con el centro. *(Investigador 1, grupo 5)*

Eso se necesita [las infraestructuras de caracterización de materiales], es lo que permite saber qué realmente tiene usted ahí. ¿Qué realmente está usted creciendo? Si es cierto que usted tiene eso ahí o no y en qué forma lo tiene. Se necesita rayos X, se necesita RAMAN. En el PPMS se hacen casi todas medidas físicas... Son muchas más cosas que se pueden hacer, pero que estén así nacionalmente al alcance... Rayos X es muy importante para nosotros (estudiante maestría 4, grupo 1).

Las interacciones alrededor de los instrumentos toman variadas formas de las cuales depende mucho la dinámica de circulación o de co-construcción de conocimiento. Los intercambios van desde un servicio en el cual se envía una muestra y se reciben unos resultados, hasta una

colaboración más próxima entre los participantes en la realización de los análisis y su interpretación. Enfocados en la dinámica interdisciplinaria, estudios como los de Rafols (2007) y Rafols y Meyer (2010) han mostrado la variedad de formas de interacción que puede emerger en campos asociados a las NCT, dentro de las cuales hay un uso compartido de instrumentos. En esta sección nos concentramos en la mediación instrumental como punto de encuentro y de convergencia posible entre los grupos de investigación y sus disciplinas.

Para entender lo que produce la mediación de los instrumentos, es importante analizar más de cerca lo que pasa en las interacciones con y alrededor de los instrumentos compartidos. Tomando algunas de las situaciones encontradas en el CENM observamos las interacciones alrededor de los instrumentos.

6.3.4.1. Dependencia de las estrategias de los grupos de investigación hacia el conocimiento de la red

Primero, para entender lo que sucede alrededor de los instrumentos, parece importante tomar en cuenta las estrategias de los grupos de investigación. Vemos que las operaciones (experimento, medida...) se hacen en varios instrumentos situados en distintos lugares con respecto a su disponibilidad y acceso. Los grupos acuden a las instituciones que tienen esos equipos a medida que les necesitan. La red CENM facilita el acceso. Por ejemplo⁷⁷:

“...difractogramas de rayos X, aquí no hay quien los haga, aquí en la Universidad [del Valle]... Se están haciendo en la Universidad del Quindío, en Armenia. Algunos se hacen en Ingeominas y anteriormente el profesor... estaba en su año sabático se hicieron en España” (estudiante de maestría 1, grupo 3)

“El CENM es una red, una red que cuenta con distintas universidades, con distintos grupos de investigación. Y digamos aquí no tenemos grandes equipos, pero si uno necesita hacer un ensayo de RAMAN, en la UdeA, necesito rayos X, a la Nacional o a la

⁷⁷ En esas citaciones, ponemos en negrita las palabras que permiten subrayar la actividad que ocurre que tiene sentido con respecto a nuestra problemática relacionada con la gestión de conocimiento.

*del Quindío. Entonces uno como que no tiene preferencia, no. Eso es como un grupo y **si uno necesita, uno va allá. Igual ellos acá, nosotros también, que necesitan un equipo de acá*** (estudiante de doctorado 1, grupo 1).

[Análisis de Rayos X] Los hago en Bogotá [En la Nacional] o en Armenia también los puedo hacer. En Armenia también se pueden hacer rayos X, el AFM también me permite trabajar con nanopartículas, medidas de TEM, las realizo (estudiante maestría 1, grupo 1).

La solicitud del instrumento no depende solamente de un tipo de experimento, sino también de sus cualidades. Con respecto al avance del trabajo, los grupos solicitan varios instrumentos parecidos, pero que ofrecen cualidades de resultados diferentes. Para que una estrategia de este tipo ocurra, no es solamente un problema de inversión en instrumentos y de construcción de acuerdos para abrir su acceso a varios grupos de investigación, sino también un problema de conocer la variedad de instrumentos y de sus características. Para que haya solicitudes y que la dinámica colectiva sea eficiente, incluido en el caso de estrategias individuales sin coordinación a través de un proyecto común, se requiere de la circulación de la información y el conocimiento sobre los instrumentos y su relevancia con respecto a los experimentos y mediciones que se quieren hacer. En el testimonio siguiente se ve que hasta el estudiante conoce donde realizar las operaciones con respecto a sus necesidades.

*“Siempre hemos hecho las muestras acá. Las muestras siempre las hacemos acá, lo que hacemos es buscar cómo caracterizarlas, cómo estudiar esas muestras en otros lugares donde hayan los equipos. Es que aquí hay equipos para hacer las cosas. El PPMS abajo en el CENM, está este equipo para hacer otro tipo de medidas. Claro que las que hace el PPMS y las que hace este son más o menos las mismas, sino que **nosotros primero las hacemos aquí y cuando ya sabemos que la cosa está buena entonces bajamos y lo hacemos más fino allá**, es que ese equipo de allá abajo [PPMS], o sea, produce un campo más grande, tiene mejores características que este. Este es para hacer las pruebas. Pero por ejemplo aquí no hay rayos X, no hay RAMAN, claro que ya llegó RAMAN pero a ningún grupo del CENM sino acá a la Universidad [Universidad del Valle, Cali], pero*

usualmente RAMAN creo que no se podría hacer sino... Manizales creo que tenía un RAMAN, en Medellín también. Y bueno hay una serie de medidas que no tenemos nosotros como hacerlas acá (estudiante maestría 4, grupo 1)

6.3.4.2. Las interacciones a nivel de la prestación de servicio producen transferencia y co-construcción de conocimiento

Vemos que hay grupos de investigación que necesitan realizar algunas operaciones y solicitan a otro grupo del CENM, que las realice. Estamos en una situación de prestación de servicio. Este tipo de prestación no es algo evidente. Para que ello sea eficiente necesita todo un trabajo organizacional y de formalización específico de parte del CENM, por ejemplo:

*“...en el CENM de hecho **ya hay un protocolo**, hay unas fichas que se llenan, y aparece qué es lo que quieres hacer... un **reporte con los resultados** que se obtienen...”*
(Estudiante doctorado 1, grupo 1)

Este trabajo, por ejemplo estabilizar un protocolo eficiente, es una forma de capitalización del conocimiento sobre los instrumentos, sus intereses y limitaciones, sus condiciones de trabajo, y también sobre los investigadores y sus necesidades, su forma de trabajar y de interactuar, etc. En el CENM entonces se capitaliza un conocimiento que va más allá del conocimiento científico y se hace de forma diferente de la producción de publicaciones en revistas. Los protocolos y la organización del trabajo son sub-productos de la dinámica de prestación del servicio científico que permiten capitalizar la experiencia y mejorar la dinámica del conjunto de los grupos de investigación, inclusive si entre ellos no se da interacción. Los instrumentos y las personas que los manejan, y que formalizan los protocolos y la organización, son mediadores en la red del CENM, mediadores de las colaboraciones. Lo que sucede en una prestación de servicio para un grupo de investigación impacta el trabajo de los otros grupos de investigación porque el CENM capitaliza la experiencia. Al comienzo, el CENM no es más que algunos instrumentos con personas para operarlos; después de varias prestaciones de servicio a varios grupos, el CENM se vuelve un dispositivo sociotécnico compuesto de instrumentos, personas, protocolos, organizaciones y saber-hacer que da mucho más valor a los instrumentos que lo que era al

inicio. Toda la red CENM se beneficia de la capitalización de la experiencia que viene de las prestaciones de servicios.

Esta capitalización puede tomar otra forma, por ejemplo, un curso o una formación para utilizar de forma autónoma el instrumento.

*“Por lo general todos los equipos tienen una persona encargada, que es el que se dedica a trabajar en él, tiene el conocimiento, recibe las muestras y las trabaja. **En algunas partes si es posible... como dicen acá “te suelto el equipo y trabajas con él”.** Pero yo veo que eso no es muy conveniente, porque muchas veces así como pueden saber manejarlo, pueden no saberlo. Por ejemplo aquí, si uno no tiene cuidado con la punta que estamos trabajando ahorita, esa cuesta 3.500 dólares, es costoso, entonces si viene alguien que no sabe manejar el equipo por un error daña una cosa de esas y un daño... Entonces eso puede pasar con cualquier equipo. Entonces yo creo que la accesibilidad con los equipos tiene sus pros y sus contras. Tal vez si **antes de manejar un equipo le dan un curso, un curso para manejar el equipo**, pero es que a veces, muchas veces no dan tiempo para eso. Cuando uno está en una estancia tal vez sí, uno va tres, seis meses, y en otras partes del mundo pasa eso, antes de sentarse a un equipo, te dan un curso, y así ya lo puedes hacer, y aun así, hay alguien mirando qué es lo que estás haciendo” (estudiante doctorado 1, grupo 1)*

La prestación del servicio rara vez se reduce a la ejecución de una operación. Ella depende mucho de detalles de todo tipo: lo que quieren los investigadores, la calidad de sus muestras, su manera de trabajar, etc. Eso se traduce en el hecho que los encargados de los equipos deben interactuar mucho con los otros investigadores.

“...hay gente que viene, “necesito hacer nanoindentación” a nosotros no nos basta con eso, necesitamos datos... el espesor de los recubrimientos. Unos datos esenciales con los cuales podamos empezar a trabajar, igual en cualquier tema. Tú vas a hacer una caracterización y te van a preguntar, “¿usted qué es lo que quiere ver con eso?”. Si vas a

*trabajar rayos X, qué ángulo lo hacemos, ¿qué tipo de material llevas? Entonces si **hay que interactuar bastante**” (estudiante doctorado 1, grupo 1)*

A veces, la interacción es mínima. El intercambio de muestras es el vector de una colaboración tipo prestación de servicios.

[Intercambios para caracterización durante el trabajo de pregrado]... hubo algunas medidas que se hicieron en Armenia. En el laboratorio de optoelectrónica en un equipo de rayos X se hicieron algunas medidas. En la Universidad del Cauca, en el laboratorio del profesor..., también del CENM y se mandaron unas muestras a hacerles rayos X a Bogotá, pero no fuimos directamente, sino que se mandaron las muestras, con el profesor ..., allá se mandaron muestras (estudiante maestría 4, grupo 1)

Pero la interacción directa parece más importante porque tiene dos ventajas: una, el investigador se da cuenta de lo que pasa con su muestra y puede intervenir (no es una caja negra) antes de recibir los resultados; dos, las discusiones con las personas de los otros grupos o el hecho de observarlos mientras hacen las operaciones, produce un nuevo conocimiento o permite la transferencia de un conocimiento tácito (Collins, 1985).

“Cuando tengo la facilidad de ir, voy, sino se envían las muestras. Personalmente me gusta estar ahí. Si no las puedo hacer, ver como se hacen. No son muy amigo de eso, de enviar muestras y que me envíen resultados” (estudiante doctorado 1, grupo 1)

“Porque a veces cuando uno puede ir y hay la disponibilidad de tiempo y el espacio uno puede ir. Por ejemplo en Popayán nos dieron el espacio, nosotros fuimos y trabajamos con alguien allá. Estuvimos como 15 días. Pero en otras ocasiones toca mandarlas porque entra uno en una lista y no sabe cuándo le va a tocar hacer la medida. Entonces uno la manda y cuando sale la meten a proceso. Tienen un operario, la meten a un proceso” (estudiante maestría 4, grupo 1)

“Entonces, mientras el centro ha estado activo, [el profesor]... de aquí de la Universidad de Antioquia viaja a Cali para hacer unas medidas y tengo entendido que no se le cobra. O estudiantes han viajado a la Universidad del Quindío para hacer medidas en el

difractómetro de rayos X, equipo también comprado con dineros del centro” (investigador 1, grupo 4).

Además, interactuando, no solo se hace una transferencia de conocimiento alrededor del uso de los instrumentos, sino también con respecto al tipo de problema de investigación y a la interpretación de los datos.

*[¿Se ofrece apoyo en la interpretación?] “Eso depende si el usuario lo necesita. Muchas personas que ya son conocedoras de la técnica ya saben más o menos qué pueden esperar del resultado. Simplemente piden los resultados y ellos se encargan de analizarlos. Pero si **hay otros que si nos solicitan que les ayudemos más o menos a dilucidar qué es lo que pasa**” (estudiante doctorado 1, grupo 1)*

*“La interpretación... también depende del grado de... ¿Cómo te podría decir? Si yo sé o no sé de la técnica. Porque digamos hay técnicas que digamos uno no las conoce, entonces uno no gana nada que le envíen los resultados y que uno no sepa cómo interpretar los resultados. Entonces si la persona que está ahí es calificada, conoce bien la técnica, sabe mucho de ella, **le puede ayudar a uno a interpretarla**. Básicamente es eso” (estudiante doctorado 1, grupo 1)*

Vemos en estas situaciones algunos de los elementos ya tratados sobre la confiabilidad de los colectivos sociotécnicos. Pero también identificamos otros aspectos sobre el conocimiento producido en los intercambios. La prestación de algunos de los servicios asociados a las facilidades instrumentales va más allá de enviar un material y esperar unos reportes. Para los investigadores del CENM la interacción directa con “el colectivo sociotécnico”, la co-localización (al menos temporal) es en algunos casos vital para controlar los resultados de sus actividades experimentales. La literatura sobre gestión de conocimiento inter-organizacional ya se ha hecho la pregunta sobre la capacidad de reproducir a distancia los efectos de una proximidad espacial o geográfica (Autant-Bernard et al. 2007; Balas & Palpacuer, 2008; Messeni Petruzzelli, 2008; Messeni Petruzzelli, Albino & Carbonara, 2009). Esos estudios han mostrado que, más allá de la dimensión geográfica, varias formas de proximidad entran a intervenir en la generación,

transferencia y/o co-construcción de conocimiento entre actores. Retomamos esos resultados para discutir algunos puntos sobre la mediación instrumental. Nos encontramos aquí ante una situación donde, como sucede ampliamente en el campo de las NCT (Baglieri et al., 2012; Robinson, Rip & Mangematin, 2007), ciertas facilidades instrumentales se comportan como objetos intermediadores fijos (Vinck, 1999), localizados en unas zonas geográficas específicas. El acceso a esos recursos requiere ciertos desplazamientos de actores sociales y objetos (muestras, materiales). Ya hemos visto anteriormente que la confiabilidad de los colectivos sociotécnicos construye otra geografía invisible sobre el mapa de los instrumentos. Encontramos aquí un elemento adicional asociado a la lógica de la experimentación y es que los instrumentos median intercambios que no siempre pueden desarrollarse a distancia. Para los investigadores puede ser crucial el estar ahí, interactuar o co-participar con quien hace la experimentación para dar cuenta del conocimiento producido y los resultados obtenidos. Vemos que aquí se requiere un nivel mínimo de interacción directa. Parte del conocimiento producido por el investigador dependerá de las actividades realizadas en esos sitios de experimentación. La mediación aquí no está dada solo por el instrumento en sí, sino por el colectivo sociotécnico asociado y su confiabilidad. Los intercambios redimensionan nuevamente la proximidad geográfica, ampliamente discutida en el campo de gestión de conocimiento inter-organizacional. Ellos facilitan una co-localización temporal para la generación de un conocimiento fuertemente mediado por los colectivos sociotécnicos tratados. La convergencia social y cognitiva a través del CENM toma diferentes formas de proximidad entre los actores, con una dinámica en términos de los problemas a trabajar y la temporalidad de los proyectos. El mapa de objetos intermediadores fijos crea puntos de convergencia temporal entre los actores. La capitalización del conocimiento alrededor de esos puntos es uno de los elementos que se logra con el CENM, si bien a veces con dificultades por la no presencia de personal permanente a cargo de los instrumentos.

6.4. La coautoría de artículos: ¿Qué tipos de convergencia están asociadas?

Desde antes de la creación del CENM [el grupo] tenía colaboraciones con... la Universidad del Valle y éstas continuarán una vez finalice la unión temporal. Hay una afinidad con el tema de las perovskitas. En el caso de otros grupos se crearon nuevas colaboraciones entre integrantes del CENM y seguramente continuarán una vez finalice la unión temporal. Eso tiene que poder verse en las publicaciones. (Investigador 1, grupo 6).

En las palabras de este investigador se ve reflejada una dimensión de la actividad científica. Los artículos materializan una parte importante de los intercambios que se dan entre investigadores, grupos e instituciones.

Callon, Courtial y Penan (1995) resaltan el papel de los artículos científicos en la producción de conocimientos certificados, aquellos que han sido sometidos a las críticas y sugerencias de los colegas y han superado la prueba de los comentarios y objeciones. Esos autores introducen la noción de ciclo de construcción de conocimientos certificados para mostrar el rol que juegan los artículos. En dicho ciclo la producción e interpretación de los datos preceden y preparan la publicación que adoptará eventualmente la forma de artículo. La publicación implica la selección por parte del investigador de las revistas más apropiadas para llegar al público que se quiere alcanzar. Ello requiere interesar a unos editores y someter quizás varias versiones a revisiones y ajustes. Una vez publicado, el artículo debe aún ser leído, y podrá ser objeto de nuevas críticas y comentarios. En el proceso de construcción del artículo se hacen explícitas las interacciones con otros autores o instituciones. Los artículos científicos entonces posibilitan la evaluación colectiva que concluye con la certificación del saber que se genera en el ciclo. Permiten además establecer relaciones entre investigadores, campos y sectores. En ese sentido, Orozco y Chavarro (2006) argumentan que los artículos científicos permiten identificar patrones de colaboración en la creación de nuevo conocimiento por cuanto implican una relación personal más fuerte entre los participantes que otro tipo de productos. Los factores descritos explican el por qué tiene este tipo de publicaciones un papel central en los estudios

cienciométricos para capturar las dinámicas de colaboración (He, Geng & Campbell-Hunt, 2009; Wagner & Leydesdorff, 2005; Wagner, 2008).

En el ámbito de estudio que nos interesa, reconocemos que los artículos capturan parte de las dinámicas de los intercambios entre los grupos de investigación y por ello los tomamos como una de las entradas empíricas. Los consideramos unas puntas del iceberg de la actividad colectiva que deben ser desplegadas para observar qué procesos llevaron a construir las. En esta sección mostraremos algunas de las traducciones, negociaciones y procesos de intercambio detrás de la coautoría de artículos para el caso del CENM, e indagaremos sobre las dinámicas de convergencia y divergencia asociadas. También mostraremos que esos procesos pueden asociarse a otros, que aunque materializados en las publicaciones, se vinculan con intercambios como proyectos y movilidad de investigadores entre grupos e instituciones.

6.4.1 La convergencia social y cognitiva: El CENM como un portavoz en las colaboraciones de co-autoría

Durante los años de actividades el Centro tuvo como resultados 186 publicaciones en importantes revistas internacionales y 29 Artículos que fueron publicados en los *Proceedings* del X IBEROMET⁷⁸.

Los trabajos publicados por investigadores adscritos al CENM cuentan en la actualidad con 290 citaciones en la Base de datos Scopus⁷⁹ (www.scopus.com), lo cual representa una excelente visibilidad de la labor investigativa desarrollada por el CENM, teniendo en cuenta que estas publicaciones son en los últimos seis años (CENM, 2012, p.94)

Esta es la introducción a los listados de publicaciones internacionales dentro del informe técnico final consolidado 2005 – 2012 que presenta el CENM el 8 de febrero de 2012. Introducen allí la

⁷⁸ Congreso Iberoamericano de Metalurgia y Materiales.

⁷⁹ Scopus es una base de datos de resúmenes y referencias bibliográfica de la firma Elsevier. Tiene una cobertura de revistas más amplia que la base de ISI-Thomson-Reuter. Para mayor información ver: <http://www.americalatina.elsevier.com/corporate/es/scopus.php>

manera como apropian un ciclo efectivo de producción de conocimientos certificados al mostrar que han publicado y están siendo citados. El CENM se convierte en un portavoz para los grupos de investigación participantes, al plantear que es la producción de los investigadores “adscritos” a la red. La producción reportada involucra una práctica de pertenencia, la mención en el texto del artículo de una afiliación o agradecimientos al CENM. También trae consigo ciertas colaboraciones que tuvieron lugar:

la gente que aparece ahí [como autor del artículo] es gente que estuvo activamente ahí en la discusión de los resultados, porque son los expertos en sus técnicas, entonces nos van a decir: “esto no es lo que usted cree”, porque si no, yo lo pongo como agradecimiento, es muy diferente que una persona aparezca en agradecimientos a que aparezca como autor del trabajo. Porque si me presta el equipo durante 1 hora, yo lo pongo como agradecimiento y no como autor del paper. Pero si además de que prestas el equipo hiciste una colaboración científica en la discusión de los resultados, actúa como un miembro (estudiante doctorado 2, grupo 1)

Esa convergencia social que se evidencia en asumir la etiqueta CENM como un portavoz se refuerza con un mapa de las relaciones que generó la red a través de las publicaciones (ver figura 5)

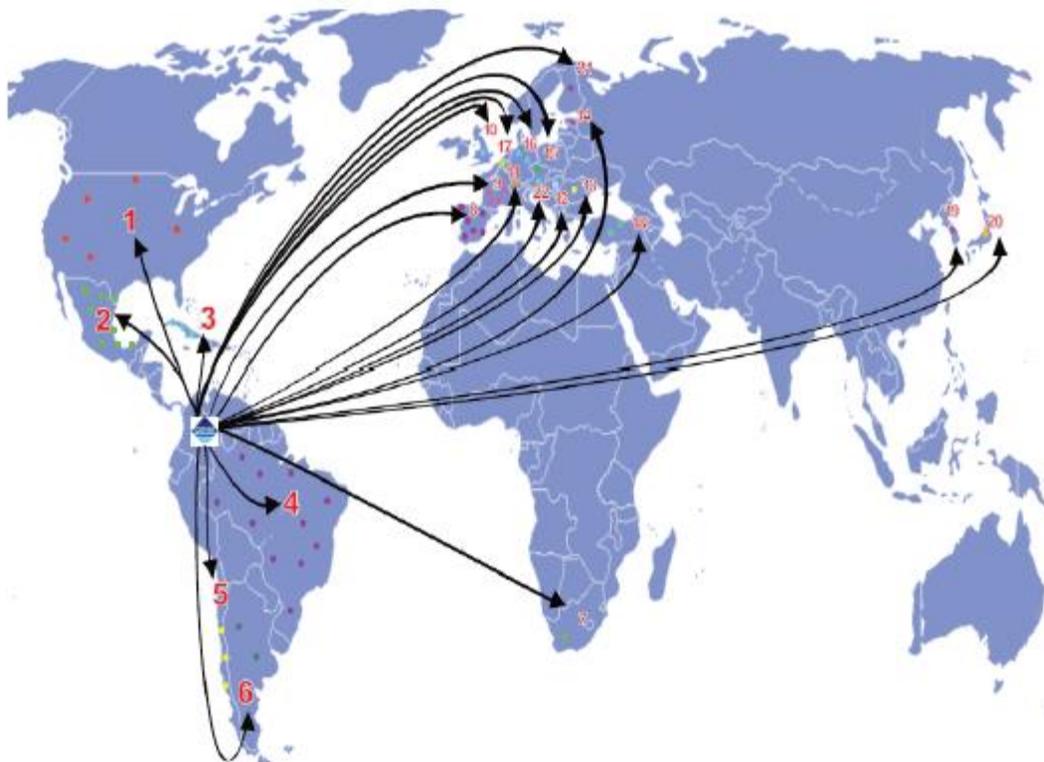


Figura 5. Red de conexiones establecidas por el CENM a partir de sus publicaciones. Fuente:

CENM, 2012, p. 151

En este mapa de relaciones, la red del CENM vuelve y se puntualiza, se configura en un portavoz de los grupos de investigación que lo integran para mostrar las co-autorías de publicaciones con entidades extranjeras. Ilustra una convergencia social y cognitiva al dar el mensaje de una identidad colectiva que permite ser visible internacionalmente. La capacidad de presentarse como organización ante otras entidades fortalece esa visión de excelencia nacional. ¿Qué dinámicas se generaron al interior de esa red y con otros actores a través de las actividades asociadas a las publicaciones? Tomaremos las publicaciones como una entrada al análisis de las dinámicas colectivas de producción de conocimiento y la manera como se presentan la convergencia y divergencia entre los actores involucrados. Lo asociaremos a otras actividades que se conectan con la colaboración, el desarrollo de proyectos y movilidad de investigadores.

6.4.2 Una primera aproximación a las colaboraciones: Divergencia en los temas de investigación interdisciplinaria declarados por el CENM

Una primera aproximación a las dinámicas de colaboración del CENM la realizamos a partir del análisis de información sobre las publicaciones y actividades declaradas por el CENM en sus reportes oficiales y página web institucional para el periodo 2005 – 2008 (Pérez Martelo, 2009)⁸⁰. Nuestra indagación inicial fue sobre las dinámicas de proximidad espacial y relacional en la red del CENM, a través del análisis de tres tipos de relaciones de colaboración: 1) Co-autoría de artículos científicos, 2) Desarrollo de proyectos conjuntos y 3) Movilidad de investigadores. Utilizamos métodos de análisis de redes sociales para evaluar los tres tipos de interacciones. La proximidad espacial la consideramos en términos cualitativos: alta-local, media-nacional y baja-internacional (Messeni Petruzzelli, 2008). La proximidad relacional en términos cuantitativos, con la distancia geodésica⁸¹ entre actores de la red (Wasserman & Faust, 1999). Los resultados de estos análisis nos mostraron diferentes configuraciones de red para los tres tipos de relación. Encontramos que alrededor de la red del CENM, creada mediante un instrumento de política pública (red inducida), emergen redes de colaboraciones con diversas formas de proximidad entre los actores. Esas redes presentan diferencias con la red formal diseñada por el CENM, que organiza a los 19 grupos en cuatro áreas, según afinidad de temas. Se evidenció que los grupos pertenecientes a un mismo tema de investigación interdisciplinaria - TII no presentaban una alta proximidad relacional. En la co-autoría de artículos identificamos una alta proximidad relacional con actores distantes a nivel espacial, y las colaboraciones locales no involucraron con frecuencia más de un grupo de investigación de la red del CENM. En el desarrollo de proyectos observamos una alta proximidad relacional y espacial entre los actores, mientras las actividades de movilidad científica se daban en mayor medida con colaboradores

⁸⁰ Este análisis corresponde a un trabajo que presentamos en el “XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2009” que tuvo lugar en Cartagena, Colombia, en noviembre de 2009. En esta sección estamos incluyendo algunos de los resultados de ese trabajo.

⁸¹ La distancia geodésica entre dos nodos de una red es el número de pasos en el camino mas corto entre ellos.

distantes a nivel espacial, y asociadas al acceso a recursos no disponibles localmente. Las relaciones con la industria presentaron una alta proximidad espacial. Encontramos además que los grupos del CENM que hacían parte de un mismo TII (convergencia social y disciplinar declarada en la organización formal del CENM) tenían pocas interacciones en las relaciones de colaboración estudiadas. Además, un investigador de un laboratorio extranjero⁸² (de Francia), diferente a las instituciones internacionales que formalmente soportaban la red del CENM, aparecía como un nodo con relaciones fuertes con algunos de los grupos de la red en los tres tipos de actividad.

Los intercambios analizados nos permitieron ver diferentes dimensiones de las redes en operación. Si bien el CENM está pensado como una organización para promover cooperaciones entre sus miembros, los grados de proximidad relacional logrados son variables. Mientras algunos grupos mostraban proximidad en los tres tipos de relaciones, otros sólo se conectaban en algunas de ellos. Casos como el del laboratorio francés identificado nos sugerían la existencia de posibles nodos dinamizadores de la red, diferentes a los colaboradores internacionales estipulados en el diseño de la propuesta.

Las relaciones de movilidad nos permitieron identificar flujos de conocimiento, en especial de naturaleza tácito. La comparación de los grados de entrada y salida de los grafos dirigidos posibilitaron asociar diferentes estrategias a los grupos. Mientras en algunos había balance entre los investigadores que llegaban y los que salían, otros sólo contaban con relaciones de salida (investigadores que visitan otros centros, frecuentemente con baja proximidad espacial). Esto evidenciaba una estrategia de expansión de la capacidad de acción a través de las redes.

⁸² En un análisis que hicimos de las publicaciones en NCT en Colombia para el periodo 2001-2009 a partir de ISI Web of Knowledge (Base de datos Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)), con cuatro estrategias de búsqueda: Glänzel et. al. (2003), Mogoutov y Kahane (2007), Noyons et al. (2003) y Porter et. al (2008) encontramos también que el investigador francés asociado a esa colaboración era uno de los principales autores en el tema de NCT en el país (en coautoría con autores con dirección de domicilio en Colombia). En el informe final del CENM presentado en el 2012 aparece además como uno de los coautores de los artículos con mayores citaciones en Scopus del TII de Nanomagnetismo.

Los tres tipos de relaciones de colaboración mostraron una concentración de relaciones entre unos pocos grupos del CENM que compartían los primeros lugares entre los actores con más alto grado. Por otra parte, el CENM fue creado como una red con alta concentración geográfica de los grupos, ya que cerca del 70% se encontraban ubicados en tres de las nueve ciudades. Es de esperarse que en esas localidades se desarrollen una mayor cantidad de actividades, incluyendo las de colaboración con actores externos a la red.

De otra parte, en la forma como se constituyen las redes emergen diferentes modalidades. Para el caso de los proyectos, algunos actores generan relaciones no tan fuertes con una gran cantidad de actores, mientras otros construyen menos relaciones, pero más fuertes y con múltiples intercambios.

Esta mirada inicial sobre las salidas de la actividad de los grupos (publicaciones, reportes de participación en proyectos y en actividades de movilidad nacional e internacional) nos dirigió a hacernos preguntas sobre los procesos de intercambios que los generaron: ¿Por qué tenían más peso las colaboraciones con grupos externos a la red que entre sus integrantes? ¿Estaban las prácticas de intercambio entre los grupos integrantes del CENM desafiando la convergencia social y cognitiva declarada? ¿Por qué un laboratorio extranjero era tan central en los tres tipos de relaciones? A través del trabajo de terreno realizado posteriormente identificamos que esa divergencia social y cognitiva con la organización formal del CENM se encontraba ligada a que las lógicas de intercambio de los grupos de investigación correspondían a lógicas en algunas ocasiones distintas a las de los TII declarados y que había una dimensión temporal a explorar. En éste último punto, identificamos elementos que traían a colación historiales de cooperaciones previas que se capitalizaban en el CENM, lo que llamamos “puntos de anclaje con redes y colaboraciones anteriores”.

6.5 ¿Divergencia con los TII declarados o diferencia de lógicas? Varias modalidades de relaciones inter-organizacionales

Una de las preguntas que surge con el análisis de las puntas del iceberg de las publicaciones nos lleva a indagar sobre las variadas formas de integración de los grupos participantes al CENM, que no siempre dan cuenta de la convergencia cognitiva y social declarada en los TII. Ello nos permite comprender dinámicas de colaboración inter-organizacional que no se explican por la estructura formal del CENM. En ese sentido, aportamos una visión performativa de la red del CENM, por cuanto observamos hasta donde se extiende a partir de las prácticas de sus participantes. Para ello presentamos varias situaciones en las cuales se observa la heterogeneidad de los grados de interacción entre los participantes. El CENM es una red en parte alrededor de la financiación y en sus prácticas es una yuxtaposición de redes con modalidades de integración heterogéneas entre los participantes, pero con puntos de anclaje entre las distintas zonas de la red. Esas dinámicas hacen que no sea suficiente mirar la integración desde las coautorías entre integrantes de cada TII o desde información reportada de intercambios realizados. Veremos que la convergencia toma distintas formas y ello se asocia a configuraciones diferenciadas de relaciones inter-organizacionales. La lógica detrás de los TII se ve influenciada por lógicas de complementariedad y afinidad de temas, división del trabajo, fuentes de financiación y diferencias en el horizonte temporal de los actores. Ello lleva a una co-existencia de la convergencia y la divergencia en la red, de tal manera que se delinearán “zonas de colaboración” y “zonas de desarticulación”. Las estrategias de los actores para integrarse y/o desintegrarse a la red del CENM configuran espacios de creación de conocimiento que se transforman en el tiempo.

6.5.1. Complementariedad y/o afinidad de temas: puntos de convergencia cognitiva en los TII

El TII es un punto de convergencia para algunos de los grupos participantes. La lógica de colaboración es la complementariedad entre competencias teóricas y experimentales de los

grupos participantes, así como la afinidad de temas. En ese sentido, la convergencia toma una de las formas establecidas por los discursos de la política científica: un acercamiento cognitivo a través de un objeto común de trabajo. En este caso tenemos unas zonas de colaboración inter-organizacional a partir la definición de un problema que es estructurante de la cooperación y en el que los participantes aportan desde competencias diferenciadas y complementarias. La convergencia es también ontológica, dependiente de la mediación del objeto como punto de encuentro de los grupos participantes. Los problemas científicos tratados de manera conjunta tienen sentido para ellos dentro del TII al cual pertenecen. Ello puede observarse en el comentario siguiente de un investigador en física teórica cuando habla de los intercambios con otros grupos que pertenecen a su mismo TII:

*Nuestro grupo ha tenido interacción con otros grupos pertenecientes al CENM, tanto teóricos como otros grupos experimentales, de tal manera que se han hecho trabajos de colaboración. Bueno, anteriormente, antes de existir el CENM existían algunas colaboraciones, pero con la creación del CENM se ha fortalecido la colaboración con otros grupos que pertenecen al CENM en particular hay una colaboración con el grupo de... laboratorio optoelectrónica de la Universidad del Quindío que es un grupo experimental. Entonces la colaboración ha sido en el sentido que **ellos hacen los experimentos de sistemas de baja dimensionalidad, sistemas semiconductores de baja dimensionalidad y en el grupo se han hecho algunos trabajos teóricos para explicar algunos tipos de resultados relacionados** con los experimentos que han hecho en ese grupo... **algunos de los profesores de nuestro grupo han hecho modelos teóricos para explicarlos**, algún tipo de comportamiento de transporte, de propiedades electrónicas de estos sistemas. Entonces la idea ha sido que **ellos hagan los experimentos, acá se hacen los modelos para explicar algunas de esas propiedades**. De hecho hay un estudiante que está haciendo ahorita acá su doctorado en el grupo, **un estudiante del grupo que su tesis de maestría la hizo en el grupo de optoelectrónica, él hizo una parte experimental y la parte teórica la hizo aquí con nosotros** y ahorita ya arrancó el doctorado... También se colabora con otros grupos teóricos como por ejemplo el grupo del Estado Sólido de la*

Universidad de Antioquia, con el Grupo de Física Computacional de la Universidad Industrial de Santander que también pertenece al CENM (investigador 1, grupo 2)

Los textos que resaltamos con negrita en la cita anterior muestran esa convergencia por complementariedad que se ha planteado en varios discursos sobre desarrollos en NCT: el encuentro entre los enfoques teóricos y experimentales en un problema a trabajar. También el rol de los estudiantes y sus trabajos de grado como mediadores en la colaboración. Esta complementariedad se logra con un trabajo de largo aliento, ya que se muestran colaboraciones previas que se refuerzan a través del CENM y el TII asociado. La lógica de creación del TII tiene para este grupo sentido frente a las prácticas de colaboraciones posibles y efectivas. Se constituye en un espacio de creación de conocimiento para los participantes. En este caso la colaboración se hace posible porque en el tema “sistemas de baja dimensionalidad” hay posibilidades de aporte experimental y teórico y el desarrollo se facilita por la tesis de posgrado de un estudiante que media entre los dos grupos.

En otro caso la convergencia se logra por afinidad de temas y un historial de colaboraciones previas, tal como lo resalta un investigador de física de nuevos materiales:

*Desde antes de la creación del CENM el [grupo] tenía colaboraciones con el Grupo... de la Universidad del Valle y éstas continuarán una vez finalice la unión temporal. Hay una **afinidad con el tema de las perovskitas** (investigador 1, grupo 6)*

Se observa una convergencia social lograda por una trayectoria de colaboración que se refuerza con el CENM. Además hay puntos de encuentro en las dimensiones cognitiva y ontológica alrededor del trabajo sobre materiales específicos: las perovskitas.

Para otros grupos las TII son un mecanismo para fortalecer las áreas, para aunar esfuerzos, sin que ello se derive necesariamente en proyectos conjuntos.

Ese trabajo que hemos venido teniendo en el CENM en el cual hay varios grupos trabajando digamos en una misma temática, digamos nos ha hecho caer en cuenta de que precisamente la unión de varios grupos da mayor capacidad de trabajo a un área... No hemos logrado concretar un proyecto conjunto, eso ha sido un sueño que no hemos

podido concretar. Hemos tenido iniciativas de trabajo conjunto, pero que de todos modos esas iniciativas requieren cierta gestión que de pronto las dinámicas de trabajo no nos han permitido desarrollar esa gestión como debería ser (investigador 1, grupo 5)

Estos casos muestran que la convergencia social toma distintas formas asociadas a las maneras de integración entre los actores de la red. Algunos actores convergen porque encuentran en el CENM un espacio de intercambio tipo foro y otros como un ámbito para compartir una infraestructura sociotécnica (Vinck, 1999). Estudios anteriores (Vinck, 1996, 1999; Orozco & Chavarro, 2006; Wagner, 2008) han mostrado la variedad de formas que pueden tomar las redes de cooperación científica. Cuando hacemos aquí la indagación sobre la gestión de conocimiento inter-organizacional que puede generarse en esas diversas formas de redes encontramos que en un ámbito de colaboración pueden coexistir varios tipos de redes y ello está influenciado por la naturaleza de los intercambios y la capitalización del conocimiento que se da en las fronteras entre las entidades participantes. Ello tiene que ver con las formas de intercambio, las problemáticas a trabajar, el tipo de objeto tratado y los mediadores en las zonas de colaboración. Los distintos actores vinculados a una iniciativa pueden asumir la red de manera diferenciada y ello se asocia a la convergencia cognitiva y ontológica, al conocimiento generado. Encontramos una interdependencia entre los procesos de creación de conocimiento “entre” los actores participantes, los tipos de organización y/o redes, y las modalidades de convergencia.

6.5.2. Convergencias en el TII por división del trabajo

Para otros grupos la convergencia con el TII en el cual están articulados toca aspectos cognitivos, pero no a través de una complementariedad para trabajar un mismo tema, sino para configurar una división del trabajo. Mostraremos varias situaciones de convergencia en las que la gestión del conocimiento que se genera en las fronteras entre los grupos tiene relación con una división de tareas y capitalización de unos resultados de otros participantes del mismo TII.

Para grupos experimentales en el campo que estamos estudiando, la convergencia tiene que ver con el ciclo de producción de materiales, con unos grupos produciendo ciertas muestras y otros

caracterizándolas, o algunos con ambas competencias y/o tareas. El TII se constituye en un espacio posible de colaboración.

Básicamente el CENM tiene diferentes grupos de investigación. Entonces a esos grupos están adscritos diferentes tipos de líneas. Por ejemplo, hay una línea de investigación que se llama materiales compuestos. Entonces hay diferentes grupos en Colombia que trabajan en la misma línea, entonces ellos se unen... Hay otra línea que se llama sistemas digamos magnéticos. Hay una línea que trabaja en recubrimientos duros y diferentes grupos se unen para trabajar en esa línea. Y lo que decía el profesor, si diferentes grupos trabajan la misma línea entonces lo más probable es que uno de ellos tenga cómo hacer los materiales, otros tienen cómo hacer la caracterización, se unen y entonces pueden colaborar, es lo que se quiere, la cooperación. Entonces mi trabajo es un poco de los dos (estudiante doctorado 2, grupo 1)

El interés de la convergencia entre grupos se asocia al hecho de trabajar sobre campos comunes desde competencias diferentes. En ese sentido la convergencia cognitiva se asocia a la social al ver el TII más allá de la “agregación de grupos”. El TII es un espacio de lo posible, de colaboraciones que pueden darse por esas convergencias. Uno de los investigadores resalta que las publicaciones, como conocimiento certificado, son testimonio de esa convergencia.

*Hay trabajos conjuntos. Cuando tú miras los trabajos, hay trabajos conjuntos, publicaciones conjuntas entre gente de la [Universidad] de Antioquia, la UIS [la Universidad Industrial de Santander], ahí se mira **realmente que eso no fue una agregación de grupos**. No, hubo muy buena organización porque en cada una de las líneas intervenían grupos de diferentes universidades (investigador 1, grupo 1).*

Uno de los aspectos estructurantes de los intercambios entre los grupos del CENM fue la movilidad de personal, en particular de estudiantes. Ello está muy asociado al uso de instrumentos y aprendizajes alrededor de ellos.

El aprendizaje y la formación de los estudiantes es uno de los resultados. Los estudiantes de diferentes grupos interactuaron, eso es nuevo conocimiento. Por ejemplo, un

estudiante de doctorado del [grupo] estuvo 1 mes en Cali, creció películas allá y ‘aprendió muchísimo’. Luego salió a Recife y después se fue a Alemania. Es becaria de Colciencias, fue aceptada para hacer su doctorado con beca del CENM, pero prefirió la de Colciencias porque incluía la pasantía (Investigador 1, grupo 6).

Dentro del CENM el principal colaborador es el grupo de [Universidad del Valle]. Hay movilidad de estudiantes entre los dos grupos. Para el uso de los equipos robustos del CENM en la Universidad del Valle se paga una pequeña tarifa con el fin de cubrir los costos de utilización, ya que esos equipos requieren mantenimiento. De la Universidad del Valle, el [grupo] usa: la cámara para crecer películas delgadas, servicio que no paga, ya que es un recurso que ya tenía el grupo... antes del CENM; el PPMS [Sistema de Medidas de Propiedades Físicas (Physical Property Measurement System-PPMS)], pagando la tarifa para grupos del CENM, establecida para tener una base de recursos para mantenimiento del equipo, y el AFM [Microscopio de Fuerza Atómica (Atomic Force Microscope - AFM)], por el cual tampoco paga, porque era un equipo del grupo (investigador 1, grupo 6)

Los puntos de convergencia a partir de la división del trabajo se basan en una especialización. Grupos que se fortalecen en ciertas facilidades instrumentales, las cuales nuevamente muestran su rol como objetos intermediadores fijos que movilizan intercambios de personal. Aquí hay una convergencia mediada por esos equipos.

Otra forma de división del trabajo se acerca al discurso de la política científica en la manera como una disciplina debe acudir a otra para generar sus desarrollos en algunos campos de NCT. Es el caso de los métodos de la preparación de materiales, como lo plantea un estudiante de maestría en Ciencias Físicas frente a la necesidad de trabajar con químicos para el desarrollo de procesos que no son de su competencia:

*Por lo menos, el hecho de tener que sinterizar esta misma partícula. O sea **nosotros como físicos no manejamos esta parte...** de estas reacciones químicas y todo eso... Entonces en la parte de sinterización **me toca con una persona de química...** de otro grupo de la*

*Universidad...Él ahorita está haciendo el doctorado, es una persona que conoce el proceso de sinterización y para ver de qué forma se pueden fabricar las muestras. [¿Se fabrican en el otro laboratorio?...]...Si, podría hacerlas allá. Pero yo las fabrico aquí en el Laboratorio..., pues también se cuenta con los instrumentos, con los medios para fabricarlas, entonces no hay necesidad, pero en caso tal de que no puedas hacerlas hay entrada al laboratorio, no hay ninguna restricción, pues con el control de la persona encargada...al principio en sinterización que es la parte que ellos dominan, la parte fuerte de ellos, lo acompañan a uno en ese proceso. **Ya después corre por cuenta de uno.** Ya el resto, después de tener las nanopartículas, ya es caracterizarla, hacer todo el estudio en cuanto a las propiedades del material (estudiante maestría 1, grupo 1)*

Se observa entonces una división de trabajo basada en la especialización de los grupos y desde las disciplinas. Esta situación es, sin embargo diferente a la que presentamos en la sección anterior, porque a pesar que también hay una complementariedad, no se da por aportar diferentes acciones sobre un “nano-objeto” común. En esta situación unas disciplinas recurren a un conocimiento que es dominio de otras en algún momento del ciclo de producción y caracterización de materiales. Las disciplinas mantienen sus fronteras y la zona de intercambio está en las actividades de experimentación y producción y no en la convergencia de intereses sobre un “nano-objeto” común.

6.5.3. Puntos de convergencia con el TII: Integración diferenciada a partir de nuevas líneas de investigación ligadas a la vinculación al CENM

Otros grupos han capitalizado su participación en el CENM para generar nuevas líneas de investigación. En este sentido, la lógica de integración al TII tiene que ver con la exploración (March, 1991) de nuevos campos a partir de la capacidad existente en la red. Estos grupos pueden diferenciar concretamente las actividades que dentro de su quehacer están ligadas al CENM.

Nosotros... después de que iniciamos el trabajo con el centro empezamos unas nuevas líneas de trabajo, el trabajo en recubrimientos níquel-fósforo,... casualmente en el mismo

*periodo logramos la aprobación de un proyecto en Colciencias, ni fue anterior a eso, sino que **logramos ahí en el centro iniciar ese trabajo** en recubrimientos níquel-fósforo que hoy en día nos ha dado una línea de trabajo específica que es por lo menos, es una de las líneas de trabajo mío en la actualidad. Y otro tema que fue en el tema de recubrimientos antidesgaste... Esos son recubrimientos duros, **pero diferentes a los recubrimientos duros que trabajan los otros grupos pertenecientes al centro**...se trabajaron otro tipo de recubrimientos que son recubrimientos poliméricos, pero de tipo polímeros semiconductores. Digamos que esa fue otra línea que posteriormente, esa no vino desde el inicio del trabajo en el centro, sino que **surgió durante el trabajo como una nueva iniciativa durante el crecimiento del centro** (investigador 1, grupo 5).*

Ello muestra que el TII se incorpora como una oportunidad de nuevas realizaciones para el grupo de investigación y para generar una integración diferenciada. Se trabajan problemáticas asociadas al TII al cual pertenecen, pero con unas particularidades que le permiten diferenciarse de los otros grupos del TII. De nuevo la convergencia es ontológica, el trabajo sobre un tipo de materiales (recubrimientos duros), pero buscando puntos originales frente a otros grupos del CENM. Las facilidades instrumentales en este caso son puntos de encuentro entre los participantes del TII y los objetos intermediadores fijos estructuran ciertos intercambios entre ellos. Ello puede observarse en las palabras de un investigador que citamos a continuación:

“Muchas veces en lo que ha consistido [la colaboración] es en desarrollo de pruebas en los equipos que ellos tienen, que intercambio de servicios entre los grupos. No hemos logrado concretar un proyecto conjunto, eso ha sido un sueño que no hemos podido concretar” (investigador 1, grupo 5).

En este caso encontramos un punto de convergencia que fortalece la diferenciación. Un caso de un grupo que encuentra en el CENM la oportunidad de crear nuevas líneas de trabajo en un TII como espacio de trabajo común. Pero lo común aquí no se traduce en homogeneidad o en converger por hacer todos lo mismo, sino en trabajar un tema general similar, pero con materiales diferenciados. Las facilidades instrumentales promueven intercambios que posibilitan una generación de conocimiento frente a su uso. Aquí el conocimiento como punto

de convergencia es el compartir métodos de caracterización comunes para materiales que, siendo recubrimientos duros, tiene cada uno sus particularidades. Los sitios de convergencia son colectivos sociotécnicos asociados al ciclo de producción y caracterización de los materiales. La convergencia con el TII en este caso se logra porque se aprovecha como espacio de exploración de conocimiento. Para este grupo el CENM abrió sus posibilidades de acción, como lo expresa un investigador: *“Permitió que algunos investigadores llegaran al grupo y encontraran temas de trabajo a desarrollar”* (investigador 1, grupo 5). La endogenización de la red del CENM se logra en este caso por crear un espacio de trabajo que permite a la vez la integración y la diferenciación con los otros grupos. Ello nos da luces sobre la gestión de conocimiento inter-organizacional por cuanto nos muestra que las dinámicas de integración diferenciada pueden estar asociadas a procesos de creación de conocimiento que se capitalizan de distintas maneras para cada uno de los participantes de la colaboración. La forma como “endogenizan” los espacios de colaboración inter-organizacional nos permiten comprender cómo se articulan dinámicas internas y externas de gestión de conocimiento.

6.5.4. Divergencias con el TII

El punto de inicial de convergencia que se logra con la agrupación de los participantes de la red del CENM alrededor de los TII no es articulador de colaboraciones en todos los casos. Ello no es independiente de otros ámbitos de convergencia. La red no provee una infraestructura de trabajo común para todos los tipos de actividades.

Bueno, una expectativa que me parece, hablando de los grupos teóricos es precisamente tener más colaboración en cuanto a equipo, equipos en red, tener acceso a equipos de un lugar, de otro dependiendo de la eficiencia computacional que se requiera, hasta ahora eso no lo hemos implementado, pero esa es una de las posibilidades que se está pensando (Investigador 1, grupo 2)

Lo que pasa es que nosotros somos un grupo teórico. De pronto los colegas de experimental... le han sacado jugo a los equipos (Investigador 2, grupo 7)

La divergencia con el TII se da aquí porque el colectivo sociotécnico que podría soportar la colaboración no se ha consolidado. La convergencia que se logra con los equipos robustos para el trabajo experimental no se ve reflejada en el trabajo de algunos de los grupos teóricos. Se resaltan aquí unas acciones posibles con una infraestructura que no ha logrado fortalecer el CENM. La convergencia frente al CENM también tiene relación con el apoyo que se percibe desde un área determinada. Los investigadores teóricos del CENM perciben una mayor convergencia entre los experimentales por la infraestructura de equipos robustos que se ha construido. Ello lo vemos en el relato siguiente.

*Realmente, a mí me parece que ha representado un esfuerzo muy importante, porque de alguna manera se han tratado de aglutinar esfuerzos, de buscar objetivos comunes, y pues de esa manera se han optimizado mucho los recursos. **Digamos quizás los grupos teóricos pues digamos que no han centralizado tanto una colaboración específica en el sentido que digamos compartan específicamente un mismo equipo en la medida que se adquieran clústers y se pongan computadores en red, pero como aún no existe, nuestros grupos por ahora han recibido equipos de cómputo y los usan independientemente.** ... pero en los grupos experimentales si es muy notorio, porque hay equipos que están y los grupos experimentales los comparten (Investigador 1, grupo 2).*

Para otros grupos la divergencia con el TII es más fuerte y cuestiona el programa de investigación asociado y los mecanismos de integración.

[el TII] Si son ficticias, son una yuxtaposición, no hay sinergia, de las líneas individuales de cada uno. Por ejemplo, nosotros estamos en [el TII]... pero no tiene nada que ver... Como el CENM no es un centro en el sentido que tenga un programa de investigación. El programa de investigación del CENM es lo que vimos ahora, la sumatoria de los programas individuales de cada grupo. No hay un gran programa, no hay una pregunta científica de investigación... Tenemos muchos mejores colaboradores por fuera del CENM que dentro del CENM (Investigador 2, grupo 7).

Para otro grupo hay una convergencia financiera, pero no en los TII, por falta de una agenda científica común. El contar con recursos comunes adquiridos a través del CENM no es suficiente para articular colaboraciones. Vemos que las convergencias pueden reforzarse o debilitarse unas a otras.

*Y el centro está formado por varios grupos de investigación que están repartidos por todo el país. Pero no ha habido un engranaje entre ciertos grupos... Pero lo que yo he notado es que no ha habido una articulación fuerte con nosotros... **Una cosa es la colaboración científica. Y la articulación científica no ha sido muy buena, a mi modo de ver, pero si ha sido fructífera para la compra de equipos, entonces aquí si se compró un equipo importante... Pero no ha habido una colaboración así que permita, que haya implicado la movilidad frecuente de estudiantes y profesores, no. A pesar entonces de que se han hecho medidas en ese equipo, no es de pronto lo que uno esperaba. Cuando se habla del centro y de una red, uno espera que haya más interacción, como más mesas de trabajo, mas sentarse de pronto a definir derroteros, a definir rutas, pero no, no ha sido el caso (Investigador 1, grupo 4).***

Para otro grupo el TII tiene sentido porque permite encontrarse con pares que trabajan temas afines, pero esas posibilidades de nuevas colaboraciones a partir de la pertenencia al mismo TII no se han hecho efectivas y ha primado la cooperación con grupos con los que ya se había trabajado antes de la creación del CENM.

Nosotros tenemos cierta afinidad con un grupo que trabaja en el tema que trabaja en la Universidad... Consideramos que podríamos llegar a tener cierto tipo de colaboración, pero con ellos a pesar de la afinidad no logramos tanta colaboración. Más tuvimos colaboración con la misma gente de la Universidad..., fuimos con los que trabajamos más cercanamente, porque trabajamos en temas parecidos, proyectos en la misma línea, con la Universidad... hemos tenido intercambio de trabajos. (Investigador 1, grupo 5)

En los casos anteriores observamos que la divergencia con el TII se evidencia porque su lógica de creación (unir grupos con cierta proximidad cognitiva) es distinta a varias de las lógicas

asociadas a las practicas de intercambio entre los grupos de investigación. Algunos proyectan sus interacciones en términos de infraestructura de equipos compartidos que no se logra y otros aún contando con dicha infraestructura no materializan unas colaboraciones con los grupos de su mismo TII. Ello nos lleva a mirar las dimensiones de convergencia de manera integrada. Lo cognitivo no es independiente de lo social o lo financiero. La gestión del conocimiento que se produce en esas zonas de intercambio “entre” los grupos requiere una mirada a las condiciones en las cuales se da la colaboración y cómo evoluciona la manera como los grupos ven cumplidas sus expectativas alrededor del mecanismo de cooperación, en nuestro caso, la red del CENM.

6.5.5. Convergencias y divergencias financieras

Las fuentes de financiación de la actividad científica han sido reconocidas como uno de los factores que inciden en las colaboraciones (Wagner & Leydesdorff, 2005) o son intermediarios entre los actores (Callon, 1991). En ese sentido una fuente común de recursos delinea un espacio de posibles colaboraciones entre los actores. La política científica que sustenta la red del CENM que nos ocupa tiene como uno de sus objetivos otorgar unos recursos para compartir infraestructuras y posibilitar intercambios en campos de trabajo común de grupos de investigación. Por tal razón, se configura, en principio, como un punto de convergencia financiera para los actores. La indagación en el terreno nos muestra varias modalidades de integración de los grupos a partir de los recursos del CENM.

Para algunos de los investigadores el CENM se comporta como una “agencia de recursos” sin que haya una articulación científica. Esa “agencia” no está libre de falencias para algunos de los grupos:

“Colciencias tiene que revisar esa política lo que está pasando realmente es que está creando es un intermediario en la distribución de los recursos, pero no está haciendo más”. (Investigador 2, grupo 7).

Para otros el acceso a recursos es una de las fortalezas y ello posibilita los intercambios entre los grupos. La estructura de financiación del CENM exigía, por lo menos para compra de equipos

robustos, que la institución a la cual pertenecía el grupo diera una contrapartida. Por tanto, la participación efectiva requería un desembolso de recursos por parte de las universidades. No lograr ese compromiso financiero de su institución de tutela fue uno de los obstáculos de algunos de los grupos para su integración.

Eso le costó mucho trabajo a Colciencias poder manejar un proyecto de largo plazo, ellos no están acostumbrados, sino que quieren hacer proyecticos de 1 año, 2 años, ya tres se marean también. Así que pues con lo que se hizo con la contribución de Colciencias y sobre todo con el aporte de las universidades que participaron, porque siempre la situación está que lo que aportan las universidades es más que lo que da Colciencias (Investigador 1, grupo 1).

Una de las dificultades de este tipo de iniciativa desde el punto de los investigadores es que los proyectos implican unos aportes significativos de las universidades, ya que el monto de personal está compuesto por tiempo de los profesores que las instituciones deben asumir. El tema de la distribución de recursos de la iniciativa CENM en ocasiones sobrepasó la discusión de una agenda científica que hubiera podido tener lugar “*Si, a me parece que esa articulación [científica] no. Precisamente en una de las reuniones en las que estuve, las reuniones eran básicamente para repartirnos los recursos*”. (Investigador 1, grupo 4)

Tal como lo mencionamos en la sección 6.2.3 la pertenencia al CENM se juega no solo en las interacciones entre los grupos, sino en el acceso a los recursos.

Nosotros hemos seguido trabajando, lo único es que en las publicaciones hemos dado agradecimiento al centro cuando el centro ha colaborado en algo, o cuando se ha utilizado un equipo que haya sido comprado con dineros del centro ((Investigador 1, grupo 4)

Esas prácticas de identidad y diferenciación con el CENM que discutimos anteriormente se hacen visibles a través del hilo conductor “recursos financieros”. Las acciones que se han posibilitado con la participación en la red del CENM han estado relacionadas con el acceso a recursos. En este aspecto hay convergencias y divergencias de los grupos con la política del

CENM. En los relatos siguientes de dos investigadores de grupos distintos podemos ver las diferencias en la manera como se percibe el acceso a recursos del CENM.

*Se han comprado otros equipos pequeños y el centro nos ha apoyado para asistir a eventos, eso también hay que decirlo, el centro nos ha apoyado para asistir a eventos, para apoyar incluso estudiantes...o sea que por ese **lado de apoyo económico a estudiantes, becas a estudiantes para doctorado, por la parte de compra también de equipos, no podemos quejarnos. Pero la colaboración científica ha sido muy pequeña, ha sido más bien baja** (Investigador 1, grupo 4)*

*Ahora pagar el viaje para ir al evento... Yo por ejemplo cosas como esa, **cuando uno pensaba que el CENM con un presupuesto de 5 millones de dólares permitiría hacer algo en esa dirección. Pero no, ocurrió lo mismo que hemos hecho siempre. Si la universidad nos apoya, si tenemos proyectos de Colciencias, sino, ponemos de nuestro bolsillo** (Investigador 2, grupo 7).*

Un punto de divergencia se presenta en el esquema de financiación del CENM que establece que las universidades otorguen unas contrapartidas. Ese ha sido un aspecto contradictorio, como lo muestra uno de los grupos cuando subsidian actividades del CENM de sus proyectos.

Es más, en este momento nosotros podemos decir que nosotros le hemos dado más plata al centro que lo que ellos nos han dado a nosotros. Porque parte del convenio que se firmó con la Universidad... es que la Universidad... paga unos aportes al centro y los aportes se sacan de los proyectos de los grupos. Entonces a nosotros como grupo del centro nos han sacado dinero para darle al centro, pero cuando nosotros hemos hecho solicitudes por ejemplo para pasantías, para participar en algún evento, para alguna cosa nos lo han negado (Investigador 1, grupo 7).

Frente a la modalidad de “unión temporal” a través de la cual está formalizado el CENM, para algunos grupos es un escenario que facilita los trámites de compra (en comparación con los procedimientos de las universidades) y es una de las fortalezas.

*Nosotros fuimos muy efectivos en la importación. Importar equipos en una universidad es típicamente un año, año y medio. Nosotros lo hacíamos en tres meses y la compra de insumos y materiales que no eran importados era prácticamente inmediata. Entonces la agilidad con respecto a lo otro es una de las mejores cosas. **Y a los investigadores lo que les interesa es tener su equipo, su insumo, rápido.** Eso lo hicimos. O sea, como estructura administrativa y ejecutora, supremamente exitosa. Nosotros nos gastábamos un presupuesto del 98% anualmente, no dejábamos nada. Gastábamos. Que mire lo que pasa con los proyectos, no pueden ejecutarlo. Se acaba el tiempo y el proyecto no está ejecutado, no han gastado la plata. Y si un proyecto no gasta el dinero, entonces es un proyecto que es falso, o no hicieron lo que tenían que hacer, eso no nos lo pueden decir a nosotros... la unión temporal y el hecho entonces que no tuviéramos que pasar por tanto filtro de compra del sistema universitario, tanto público como privado, son la misma cosa. Eso lo hizo bastante ágil. Se importó un equipo de éstos, en un tiempo relativamente corto. Muchos han estado esperando un equipo durante cinco años. (Investigador 1, grupo 1).*

Yo diría que...de alguna manera ha mejorado un poco la interacción con otros grupos, eso es una cosa. Bueno en la logística, fundamentalmente, digamos que por el hecho de ser parte del CENM pues hay algunas cosas que se tramitan a través del CENM, algún tipo de trámite se realiza a través del CENM que anteriormente uno la hacía ante la Universidad (Investigador 1, grupo 2).

Dada la pertenencia de los grupos a universidades, uno de los puntos de convergencia financiera ha sido la posibilidad de apoyar el trabajo y la movilidad de estudiantes. Una parte importante de los intercambios se da a través de los estudiantes que se convierten en mediadores de conocimiento entre los grupos.

Yo creo que ha significado mucho para mí, y para muchos estudiantes. Porque anteriormente aquí en la universidad no había muchos recursos...Esto como unión temporal ha facilitado un poco los trámites, trámites de importación y cosas de esas se han facilitado más que antes...digamos anteriormente había muchos estudiantes que

tenían trabajos muy buenos y pues no había recursos con que salir a divulgar. Que realmente esa es la forma de uno darse a conocer, uno tiene un resultado muy bueno y salir fuera del país o aquí mismo en el país, mostrar, esa es la forma de publicitar el grupo: “vea, estamos ahí presentes, estamos en la vanguardia de esto, o estamos empezando a trabajar en esto”. (Estudiante doctorado 1, grupo 1).

Otro aspecto que observamos con el CENM es que el acceso a recursos financieros establece cierta performatividad de la red. Si indagamos hasta dónde llega la red del CENM veremos que tiene que ver con la posibilidad de movilizar recursos que permitan aprovechar las relaciones de los grupos en acciones de colaboración que se traducen en interacciones que amplían la red:

*Realmente el CENM ha apoyado bastante la movilidad entre los investigadores, no solo entre ...bueno entre los grupos obviamente, pero también para interactuar con otros grupos externos, por ejemplo del exterior, o para participar en eventos donde se tiene la oportunidad de interactuar con otros grupos para hacer **digamos una red más grande** (investigador 1, grupo 2).*

Encontramos que las dinámicas de financiación afectan las interacciones entre los grupos, posibilitan en algunos casos crear co-localización temporal entre investigadores para el uso de facilidades instrumentales y el intercambio de conocimiento, pero en otras ocasiones genera puntos de divergencia en la red. La mediación de los recursos financieros toma dimensiones de articulación, pero también de desintegración. La lógica de manejo de recursos presenta contradicciones en ocasiones con la lógica de trabajo de los grupos (como cuando en lugar de recibir recursos, los aportan). Las relaciones inter-organizacionales entre los grupos que buscan crear un conocimiento compartido se ven influenciadas por el flujo de recursos. Ellos pueden posibilitar o limitar ciertos intercambios que hacen que la estructura formal de la unión temporal no sea suficiente para mantener la cohesión. La divergencia financiera, cuando se presenta, tiene el origen en una diferencia con la lógica de las prácticas de trabajo de los grupos. Cuando los grupos no ven satisfechas sus expectativas de apoyo, divergen del CENM y este pierde su calidad de “punto de pasaje obligado” para los actores de la red (en caso de que lo

haya sido en algún momento). Ello se deriva en una gestión de la “no pertenencia” al CENM con prácticas como no hacer visible la iniciativa en las publicaciones.

6.5.6. Divergencias con la figura de centro de excelencia y de unión temporal

La figura de centro de excelencia constituida como unión temporal permitió algunas acciones y otras las obstaculizó. En la convergencia financiera hemos identificado algunos de esos aspectos. Aquí nos concentraremos en dos puntos: la propiedad intelectual y la autosostenibilidad.

6.5.6.1. Propiedad intelectual en el CENM

Cuando analizamos los discursos de la política de Colciencias frente a los CIE vimos que uno de los aspectos que hacen parte de su definición es “... *estar comprometidos en los procesos de protección de la propiedad intelectual y el patentamiento*” (Colciencias, 2004, p. 11). La convocatoria de Colciencias para la creación de los CIE establecía:

El 30% de las regalías generadas por la explotación de derechos patrimoniales sobre la propiedad intelectual que reciba el Centro de Investigación de Excelencia, como resultado de los proyectos que se desarrollen con estos recursos, serán transferidas a Colciencias para ser invertidas en el financiamiento o desarrollo de actividades de ciencia y/o tecnología (Colciencias, 2004, p. 9-10)

En ese escenario, el CENM debería ser un ámbito donde los procesos de patentamiento puedan tener lugar. Sin embargo, la figura de unión temporal y la falta de respuesta de Colciencias a las inquietudes que surgen en ese tema, crean una divergencia entre la definición de un centro de excelencia y las prácticas posibles de protección de la propiedad intelectual en él. Ello puede observarse en los episodios presentados en la tabla 10 que son narrados en el informe final del CENM.

Tabla 10. Problemas alrededor del tema de propiedad intelectual

El CENM informó en el tercer año de actividades a COLCIENCIAS a través de informes y de comunicaciones verbales y escritas, que se habían comenzado los trámites legales para registrar su primera patente sobre cementos alternativos basados en cementos binarios no port-land, desarrollada por la Dra. Ruby Mejía de Gutiérrez y su grupo de Investigación de Materiales Compuestos de la Universidad del Valle, e igualmente se había iniciado el trámite de registro de propiedad intelectual del software “Algoritmo genético para la optimización de parámetros del modelo de Jiles Atherton”, desarrollado en la Universidad del Quindío bajo la supervisión de la Dra. Aminta Mendoza.

Para entonces el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales- CENM contrató a la Dra. María Victoria Henao, Especialista en Marcas y Patentes, quien desde principios del año 2008 empezó a gestionar ante las universidades adscritas al CENM, los poderes para adelantar los trámites de la patente y de registro de propiedad intelectual del software mencionado, ante la Superintendencia de Industria y Comercio. Previo estudio de pre-patentabilidad, la Dra. Henao envió a cada rector para su firma el poder. Como resultado de estas gestiones, hubo varias universidades, entre ellas la Universidad Industrial de Santander y la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, quienes solicitaron aclaración en cuanto a la participación de COLCIENCIAS en esta Patente y Registro, dado que como organismo financiador debía sentar una posición clara al respecto. El CENM en su intención de resolver estas dudas a las universidades UIS y UNAL, desde mediados de Abril /2008 empezó a elevar las consultas pertinentes a varios funcionarios de COLCIENCIAS, pero al no obtener respuesta y ver frustrados tantos esfuerzos como son financieros, humanos y de tiempo, se vio en la penosa obligación de enviar el 25 de Noviembre /2008 una comunicación dirigida al Director de Colciencias, Dr. Francisco Miranda, en donde se informa que ante la complicada situación en que se encontraba el CENM por la falta de respuesta de algún funcionario de COLCIENCIAS a las diversas solicitudes hechas con anticipación tanto en reuniones y por escrito, se tomó la decisión de continuar el trámite de registro de la patente y el registro de propiedad intelectual del software solamente con los grupos que hicieron los desarrollos y con las universidades a las cuales pertenecen estos grupos, esto quiere decir, que se cedieron los derechos sobre estas investigaciones auspiciadas con recursos CENM, para que fueran las propias universidades y los investigadores los que sol[a]mente aparezcan como titulares de estos desarrollos. Para el CENM fue una decisión difícil porque aparte de la frustración causada por la falta de apoyo de COLCIENCIAS con estos trámites legales, el hecho de haber llevado a cabo tantos esfuerzos como se mencionaban antes, que se pudieron haber cristalizado en hechos concretos y palpables y que pudieron haber sido un resultado cuantificable que dejaba el CENM a las universidades participantes de la unión temporal. Lo mismo sucedió para el caso del registro de propiedad intelectual del software, el día 19 de Diciembre/2008, el CENM envió otra comunicación a COLCIENCIAS, dirigida al Dr. Hernando Sánchez, donde informa que se decidió retirar del registro de propiedad intelectual el

software titulado: “Algoritmo Genético para la Optimización de Parámetros del Modelo de Jiles-Atherton”, el cual fue desarrollado en la Universidad del Quindío.

Lo anterior debido a que por la demora en la respuesta de COLCIENCIAS a nuestras reiteradas solicitudes para definir la participación de la entidad en dichos desarrollos, los investigadores principales ya no se encuentran vinculados al CENM y con el agravante que este desarrollo realizado con esfuerzos nacionales se encuentra actualmente siendo utilizado y mejorado en el exterior. La propia directora de esta investigación, la Dra. Aminta Mendoza, informó esta infortunada situación en su comunicación de Diciembre /2008, en donde textualmente dice: *“Al respecto me permito informarle que con el propósito de aportar al desarrollo de tecnología de software en el país desarrollamos el software en cuestión: “Algoritmo genético para la optimización de parámetros del modelo de Jiles-Atherton”. Por lo anterior surgió el interés, a finales del año 2007 de registrar dicho software y darle cierta protección y reconocimiento al esfuerzo nacional. Lamentablemente, y luego de más de un año de seguir con atención el proceso de registro, consideramos que dicho registro ha perdido sentido dado que por una parte, (a) el software fue desarrollado por dos personas que ya no estamos vinculadas con la institución: Universidad del Quindío; (b) actualmente no nos encontramos vinculados a ningún grupo de participación en el CENM, (c) el software continuó su proceso de mejoramiento y está siendo utilizado en la actualidad en una Universidad Europea, en donde el estudiante adelanta sus estudios de posgrado, haciendo que el registro de la versión original pierda totalmente su sentido. Por todo lo anterior agradezco su comprensión y le ruego retirar mi solicitud de registro del software mencionado, si usted considera que dicha decisión no perjudica de ninguna manera las actividades del CENM”.*

Fuente: Fragmento tomado textualmente de CENM, 2012, p. 177-178.

En este caso observamos una divergencia entre la política científica y las acciones que permiten materializarla. La figura de unión temporal por su estatus no permanente se convierte en un obstáculo para la gestión de la propiedad intelectual, un punto que afecta las relaciones inter-organizacionales. Por ello la posibilidad de explotar de manera compartida un conocimiento protegido se ve amenazada por la falta de claridad en las prácticas de propiedad intelectual.

6.5.6.2. Autosostenibilidad de la red

Colciencias financió en el año 2009 el proyecto *“Formulación de los Planes Estratégicos para los Centros de Investigación de Excelencia”*, ejecutado por el Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del Conocimiento de la Universidad del Valle. El CENM fue uno de los centros participantes y el resultado del ejercicio fue el Direccionamiento Estratégico al 2019 (Cabrera et

al., 2009). Ese estudio hace recomendaciones sobre cambiar la figura de unión temporal, dadas las dificultades para el manejo de la propiedad intelectual y la recepción de donaciones y propone estrategias para la autosostenibilidad del CENM. Este último punto entra en contradicción con la vocación del centro.

*Respecto a lo de gestión acaba de salir un documento, eso fue un estudio que encargó Colciencias a la Facultad de Administración [de la Universidad del Valle] de los centros, de todos los centros, incluido éste. Entonces hay un documento que lo puede mirar, sobre el centro. **La cuestión es que ese estudio al final concluyó como si esto fuera una empresa y esto está lejos de ser una empresa, una empresa que debe tener sostenibilidad. Nosotros no podemos tener sostenibilidad. Pero por ejemplo, nosotros le pagamos el doctorado a un estudiante, ¿cómo se retorna eso?** O compramos equipos, que no están en la idea de empresa, que se haga la inversión y se recupere la plata en un tiempo. Pero mire también ese estudio que allí está en detalle lo que hemos hecho en el centro. O sea, es un estudio medianamente técnico, pero con ese sesgo de empresa (Investigador 1, grupo 1)*

Cuando discutimos los discursos sobre convergencia identificamos que uno de los instrumentos de política comunes a varios países es el mecanismo de “Centro de Excelencia y Relevancia” (Beerkens, 2009). Si bien la política de Colciencias hace alusión de manera explícita solo a la excelencia, la relevancia está presente en los llamados hacia una investigación pertinente para problemas del país. Observamos que ello fue endogenizado en la propuesta de creación del CENM cuando en la definición de los TII hicieron alusión a aplicaciones industriales como, por ejemplo “*desarrollo de nuevos materiales para su utilización en aplicaciones constructivas*” (CENM, 2004, p. 25) o “*Su foco consiste en desarrollar e industrializar una nueva generación de recubrimientos nanocompuestos y de multicapa para diferentes aplicaciones industriales, por ejemplo en el campo de la generación de energía*” (CENM 2004, p. 15). Sin embargo, cuando la iniciativa del CENM se ve confrontada a una lógica “industrial” de autosostenibilidad, se evidencia su vocación mas dirigida a la formación de personal y al desarrollo de investigación todavía no tan cercana a aplicaciones industriales.

6.5.7. Convergencias y divergencias entre escenarios presentes y futuros: Agenda prospectiva del CENM

En el marco del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial promovido por Colciencias se desarrolló el 20 de octubre de 2007 el “Taller de Prospectiva en Nanomateriales” en la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia) con la participación de representantes de los grupos integrantes del CENM. En espacios como éste la red toma la forma de foro, un ámbito para el intercambio entre los participantes, tal como lo plantea uno de los investigadores:

*Yo creo que fundamentalmente, el aporte fundamental ha sido en el sentido de la colaboración, yo creo que ha sido esencial la existencia del CENM, porque en muchas situaciones los grupos hacían cosas, cada uno hacía una cosa y a lo mejor tenían relación y no tenían interacción. Yo creo que el principal aporte ha sido ese... se han venido planeando unas reuniones, más o menos anuales, interactuando los directores de los grupos...**inclusive se hizo hace un par de años, el CENM programó un taller sobre prospectiva, aprovechando un congreso de física que había en Ibagué, programó un taller...** era específicamente con la participación de los directores de grupo y algunos investigadores adicionales de los grupos, desde ese punto de vista ha fortalecido, ha tenido mecánicas para que haya interacción entre los grupos (Investigador 1, grupo 2).*

Esa discusión sobre los futuros posibles en el campo de nanomateriales en el contexto del CENM se convierte en un espacio para discutir convergencias y divergencias de las proyecciones de los grupos. El folleto de divulgación de ese taller presentaba el ejercicio en términos de una articulación al estado del arte de la investigación mundial.

En el marco del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial, se desarrollará la construcción de una propuesta de agenda temática prospectiva para el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales -CENM en nanomateriales para los próximos 10 años. Taller auspiciado por Colciencias y el CENM. Para elaborar una agenda temática prospectiva (en nanomateriales) para una organización como el CENM se requiere de un referente que le sirva de contexto. Este referente puede asociarse con la visión de largo

*plazo del centro. Sin embargo, **al estar la labor del CENM inmersa en el contexto de la investigación mundial en este tema, es relevante indagar por las tendencias que en el mundo se están planteando para el desarrollo futuro de este campo de investigación.***
(Colciencias & CENM, 2007, p. 1)

En la invitación al taller observamos que es la inserción de los temas de trabajo de la red del CENM en un contexto mundial la que prevalece en la construcción de los escenarios. La reflexión estuvo guiada por la visión “nanomateriales por diseño” (Chemical Industry Vision2020 Technology Partnership Energetics, 2003), construida por la industria química de Estados Unidos como parte de un trabajo conjunto con la Iniciativa Nacional de Nanotecnología de ese país. El CENM toma esa visión como referente para su ejercicio prospectivo. Como resultado del taller, los investigadores del CENM establecieron unos retos de investigación y tres de ellos fueron seleccionados por todos los grupos (Reyes Alvarado, Pedraza & Prieto, 2008). Uno de los retos fue

Desarrollo de una comprensión fundamental de las relaciones entre estructura y propiedades en la nanoescala. *Las propiedades de los nanomateriales son una función de su tamaño. Actualmente esta relación no puede predecirse apropiadamente para todas las variaciones de tamaño. Esto requerirá una mejor comprensión de las leyes que gobiernan el escalamiento físico de los materiales. Tampoco se comprende cabalmente, en este momento, el impacto que tiene la composición de las nanopartículas, ni la estructura de su superficie sobre las propiedades físicas y químicas. Lograr esta comprensión es necesario para el desarrollo de la estrategia de nanomateriales por diseño (Reyes Alvarado, Pedraza & Prieto, 2008, p. 230)*

En este reto la investigación fundamental se delinea con un norte: el desarrollo de unos nanomateriales, que se presentan como un punto de convergencia ontológica a futuro (los objetos trabajados). Ello va muy de la mano con la convergencia cognitiva y social declarada en los TII, pero observamos que para algunos de los grupos los nanomateriales son un punto de pasaje obligado en el discurso, pero no en sus problemas científicos ni en sus prácticas de investigación.

el tema de nanomateriales está como en el sistema físico y o sea, como en el pretexto para el problema. Digamos, nuestro problema es teórico y podría funcionar muy bien sin los materiales...los problemas en los cuales nosotros estamos interesados, no van a las propiedades digamos potencialmente interesantes desde el punto de vista comercial e industrial de los materiales...nada de eso nos interesa. Ese no es nuestro problema. (Investigador 2, grupo 7)

...y seguramente éstos fundamentos teóricos van a tener, podrían tener una incidencia en unos años, no es una cosa inmediata (Investigador 1, grupo 7)

Este ejercicio se convierte en un mecanismo estructurante de futuras colaboraciones. Tal como la propuesta de creación del CENM, es un punto de encuentro entre los grupos para el establecimiento de posibles escenarios que no siempre se hacen efectivos.

Otro de los retos en los cuales convergen los grupos del CENM al realizar el ejercicio prospectivo es

Desarrollo de una base de datos con los métodos para sintetizar y ensamblar nanomateriales que realizarán funciones predeterminadas en aplicaciones específicas. Es imprescindible desarrollar un buen número de técnicas en tiempo real que permitan acelerar los procesos de síntesis de nuevos materiales con una estructura, función y nivel de pureza deseada. Estas técnicas deben estar rigurosamente documentadas de tal manera que puedan ser utilizadas como prácticas estándares tanto en los laboratorios de investigación como en las empresas de producción (Reyes Alvarado, Pedraza & Prieto, 2008, p. 230)

En el CENM hay un intercambio de saberes sobre lo que llamamos unos “colectivos sociotécnicos confiables” y sobre métodos de producción de materiales. Este reto sin embargo, pone en la escena a la industria como actor relevante. Trata de unas prácticas compartidas entre laboratorios y empresas que aún no han sido incorporadas por los participantes del centro. Allí hay mas una convergencia con el discurso de un deber ser de la red asociado a las políticas científicas que la sustentan, que a unas prácticas de los grupos.

El otro reto se relaciona con la formación y disponibilidad de personal para trabajar nanomateriales

*Implementar estrategias para atraer y preparar una fuerza de trabajo adecuada para la investigación y la manufactura de nuevos materiales. La formación de **investigadores, ingenieros y técnicos** que dominen los fundamentos básicos de las diferentes disciplinas desde donde opera la nanotecnología y que, además, tengan las habilidades para poder diseñar y manipular la materia a escala nanométrica utilizando los instrumentos del sector, es fundamental para el impulso de los nanomateriales por diseño (Reyes Alvarado, Pedraza & Prieto, 2008, p. 230).*

Este aspecto, la formación de personal, es un punto común a todos los TII y ha sido una de las líneas de acción de la red.

Los tres retos son asumidos con una temporalidad diferente por los distintos grupos. El rol que tiene para los participantes de la red el establecimiento de este escenario común es poder construir un ámbito en el cual cada uno de ellos tendrá cabida en algún momento. Para algunos de los grupos este escenario es lejano a su quehacer, pero para otros es más próximo. Los retos son endogenizados de diferente manera por los grupos y para ellos no se relacionan en sentido estricto con la visión de “nanomateriales por diseño” que orientó el ejercicio. Tal como la propuesta de creación del CENM, esta proyección de escenarios es un punto de encuentro temporal de los grupos que articula unas posibles colaboraciones que no siempre se hacen efectivas. Para la gestión de conocimiento inter-organizacional ejercicios como estos crean puntos de conexión entre las distintas temporalidades para dar sentido a la pertenencia a ámbitos de colaboración como esta red. Selin (2006) ha mostrado que en tecnologías emergentes como las NCT pueden existir disonancias en los horizontes de tiempo que manejan los distintos actores que participan en su desarrollo. En nuestro caso la gestión de esas temporalidades afecta los intercambios y el conocimiento que se produce en las fronteras entre las organizaciones participantes de la colaboración. La divergencia de algunos grupos con los TII se asocia a una baja sincronía con la temporalidad que una perspectiva como la de “nanomateriales por diseño” tiene con su quehacer.

6.6. Articulación con docencia

La formación de personal es una de las líneas de acción del CENM y se materializa en la agenda prospectiva como uno de los retos. En el informe final en el cual reporta sus actividades para el periodo julio 2005 – enero 2012, el CENM presenta como uno de sus resultados la formación de recurso humano:

Durante los años de actividades del Centro se realizaron cuatro convocatorias, de las cuales se les dio apoyo económico a través de becas de estudio a 7 estudiantes de doctorado y 7 de maestría, adicionalmente se apoyó en la compra de insumos, apoyo para viajes, compra de equipos, servicios técnicos 22 estudiantes de doctorado, 27 de maestría y 31 de pregrado (CENM, 2012, p. 134).

Los investigadores pertenecientes a los grupos de investigación del CENM son docentes de sus universidades y gran parte de la dinámica de trabajo se realiza alrededor de los trabajos de los estudiantes. Desde el punto de vista de algunos de los grupos encontramos que la participación en la red del CENM ha posibilitado la financiación de actividades asociadas a los trabajos y la formación de estudiantes.

Hemos visto en las convergencias analizadas anteriormente que algunos puntos de encuentro entre los grupos se dan a través de los trabajos de grado de los estudiantes. También muchos intercambios se presentan por la movilidad de ellos entre grupos y colectivos sociotécnicos. Los estudiantes de posgrado tienen en algunos casos a cargo los equipos robustos. Las investigaciones de los grupos dependen en gran medida de la capacidad de contar con fuentes de financiación para becas de estudiantes de posgrado. Las divergencias financieras que identificamos en algunos de los grupos se asocian con expectativas de apoyo a estudiantes que no se cumplieron.

en este momento tenemos un estudiante de pregrado, es uno de los mejores estudiantes que ha pasado por el grupo y por la universidad... prácticamente ha financiado al grupo, ha ido como a 5 eventos internacionales a presentar los trabajos del grupo y... la familia es la que le ha pagado todo (Investigador 2, grupo 7).

Los investigadores del CENM como docentes universitarios en sus cursos logran atraer estudiantes a los grupos. Dichos cursos en ocasiones van dirigidos a temas específicos para el desarrollo de los trabajos de grado (cursos tutoriados o personalizados). Algunos grupos a través de la articulación con docencia generan un programa de apoyo entre pares para los estudiantes: *“los estudiantes de pregrado siempre tienen como digamos un tutor de maestría o doctorado que les están colaborando en los trabajos, hay una relación, hay buen intercambio de conocimientos y de investigación”*. (Estudiante de maestría, grupo 3).

En las dinámicas de interacción entre los grupos hemos notado la presencia de los estudiantes y su mediación. Esta mediación es también interna a los grupos cuando a través de los trabajos de grado se presentan colaboraciones entre profesores que tienen competencias complementarias.

[un estudiante] de doctorado que está diseñando y construyendo un equipo para medidas magnéticas, pero como yo no soy experto en construcción de equipos, a pesar que yo soy el director, cuento con la ayuda de otro integrante [investigador del grupo] que ese sí es experto en la parte de instrumentación científica, en la parte de construcción de equipos (Investigador 1, grupo 4)

La docencia también hace parte de las actividades que realizan los estudiantes de doctorado en contraprestación a las becas de Colciencias o de sus instituciones *“Una de las contrapartidas de Colciencias es... ser docentes asistentes. Somos estudiantes de doctorado que dictamos clase”* (Estudiante de doctorado 2, grupo 1). Para algunos de los grupos el bajo acceso a fuentes de financiación o las condiciones desfavorables en las que se ofrecen esos soportes, son una de las problemáticas para poder contar con estudiantes de doctorado que apoyen la continuidad de las actividades. El CENM se proyectó como una opción para superar estas dificultades, pero eso no se dio en todos los casos.

Una dedicación de 100% pero eso rara vez se da, cuando en teoría el doctorado debería implicar una dedicación del 100%. Dos de mis estudiantes de doctorado... son profesores..

A ellos los tuve con beca en algún momento... esas becas no eran muy buenas. (Investigador 1, grupo 4)

Que ya garantizar continuidad pregrado, maestría y doctorado, eso depende mucho de los recursos como beca. Entonces, en ocasiones la Universidad tiene un número limitado de asistencias de docencia. (Investigador 1, grupo 2).

Este muchacho [un estudiante de doctorado] tiene es tiempo completo en su universidad y eso no funciona... Lo que pasa es que él se presentó hace dos años a la beca de Colciencias y no la obtuvo, dieron poquitas becas... (Investigador 2, grupo 7).

*los postgrados en ciencias básicas se necesitan estudiantes de tiempo completo, es lo que ocurre en cualquier parte del mundo. Es casi imposible. Yo fui estudiante de tiempo completo y aun así, uno no tiene tiempo para rendir al 100%. Entonces la situación de muchos nuestros estudiantes con el problema de financiación es difícil. Yo creo que ese estudiante no podrá seguir. **Científicamente es una tragedia, porque nuestros proyectos dependen de los estudiantes e incluso nosotros nos comprometemos a graduar estudiantes de doctorado** y entonces tenemos problemas para el desarrollo de nuestros proyectos de investigación, y para la vida personal de los estudiantes (Investigador 2, grupo 7).*

Para estudiantes que cuentan con beca para sus estudios de doctorado, el CENM apoya con recursos necesarios para realizar la investigación.

Por otro lado, yo soy un becario, no del CENM, soy becario de Colciencias, que es diferente. Pero yo pertenecía a un grupo que está inscrito en el CENM y por ello también soy miembro del CENM. Colciencias cuando financia estudiantes de doctorado como el caso mío, la financiación tiene unos rubros establecidos... Y la financiación que da Colciencias es para la parte académica, Colciencias se encarga de pagar lo que cuesta el doctorado en las Universidades en las que están inscritos y también genera ayuda de manutención. ... Pagar, eso cuesta, las muestras cuesta caracterizarlas, allí es donde opera el CENM. Pero también opera en el sentido de los proyectos, los proyectos cuestan.

Si yo cuantifico mi doctorado, mi doctorado vale casi 460 millones de pesos, la parte técnica. Evidentemente hay contrapartidas...se pagan no necesariamente en dinero, sino en asesorías, en transferencia tecnológica y una serie de factores, algunos si son directos que uno compra insumos y cosas de esas. El CENM evidentemente nos ayuda a muchos, nos ayuda también para hacer transferencia externa. (Estudiante doctorado 2, grupo 1).

Además de la compra de elementos para el desarrollo de los proyectos, la financiación de actividades relacionadas con estudiantes que se hace a través del CENM incluye becas de sostenimiento mensual, participación en eventos científicos y aportes parciales para las pasantías en el exterior.

La movilidad de los estudiantes de doctorado permite acceder a equipos que no están disponibles en el país.

El CENM ayuda para este tipo de viajes, Colciencias y el CENM, ambos y bueno, como decía el profesor, hay una serie de caracterizaciones que se pueden hacer ahorita en el país, pero la gran mayoría no... Es que mira... gran parte de estos resultados son hechos en Europa, que son muy difíciles... Unos en Barcelona, otros en Suecia, en Paris, son muchos, de los que presentaré en Estados Unidos son hechos en Europa. [¿Esos equipos están disponibles en el país?] Noooo, un microscopio de transmisión, estos puntos aquí son átomos [muestra el gráfico] y un equipo de estas características en Colombia, no se puede pero es por políticas, es decir, son muy costosos y no solo lo que implica el dinero, sino lo que implica mantener un equipo de estos, también es muy costoso para la Universidad. No hay una política clara para invertir (Estudiante doctorado 2, grupo 1).

Además de acceso a equipos, los recursos del CENM permiten a los estudiantes visitar centros de investigación internacionales para fortalecer sus procesos de aprendizaje

*Mi estancia en México fue de investigación. Me vinculé al CINVESTAV, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, en la ciudad de Querétaro... me vinculé al grupo del profesor [X] y el profesor [Y]...X trabaja muy bien nanoindentación y [Y] trabaja recubrimientos duros...Estuve en su laboratorio, **tuve***

acceso a toda la infraestructura que tienen ellos en equipos. Es un instituto de investigación que cuenta con muchos sistemas de caracterización, porque hay varios grupos de investigación y es diferente que lo que se maneja acá, aquí somos una Universidad y es más complicado desde la misma adquisición de los equipos hasta el uso. Mientras allá es un instituto de investigación donde solo hay una escuela de posgrados y todos los profesores y los estudiantes se dedican a investigar. Entonces hay más facilidad en ese sentido (Estudiante doctorado 1, grupo 1).

En otras secciones ya hemos identificado la vinculación de los grupos con espacios de docencia y trabajos de grado de los estudiantes como parte de las actividades de intercambio del CENM. El análisis realizado nos muestra nuevamente que la interacción de los grupos es frecuentemente mediada por los estudiantes. Además de ello, la financiación de los trabajos de los estudiantes por parte del CENM es un punto de convergencia (o divergencia para quienes no tienen acceso a los recursos). En ese sentido el CENM se convierte en un mecanismo para dar continuidad a los grupos de investigación. La red del CENM se extiende entonces hasta donde los recursos y las relaciones de los grupos lo permiten. Es una forma de generar movilidad de personal para lograr una co-localización temporal de los investigadores en espacios donde está disponible la infraestructura para desarrollar sus investigaciones.

6.7. Colaboraciones con la industria

En la propuesta de creación del CENM identificamos dos componentes asociados a la proyección de relaciones de la red con la industria: el soporte del Instituto Tecnológico ASTIN-SENA con su experiencia de transferencia de tecnología en empresas del Valle del Cauca, y la introducción de escenarios de posibles aplicaciones en cada uno de los TII. ¿Cómo evolucionan esas dimensiones en la red? Esta indagación de interés empírico en términos de la manera como se ejecuta una política científica para promover procesos de desarrollo tecnológico e innovación en el sector productivo nacional vía relaciones Universidad–Empresa, se traduce en varios de los ámbitos de la gestión de conocimiento inter-organizacional que discutimos en la revisión de literatura: incidencia de la naturaleza de los socios, la proximidad geográfica y los

mediadores de conocimiento en las colaboraciones inter-organizacionales. En el recorrido por los escenarios que nos llevan a comprender cómo se generan las relaciones de la red del CENM con la industria según las proyecciones que hicieron en su creación, discutiremos los aportes que las situaciones analizadas nos brindan para las dimensiones de la gestión de conocimiento inter-organizacional que señalamos. En los primeros análisis que realizamos de las relaciones de colaboración del CENM a partir de la información declarada en los informes oficiales del CIE para el periodo 2005 – 2008 (Pérez Martelo, 2009), encontramos una alta proximidad geográfica con socios industriales, mientras con colaboradores científicos se presentaba una mayor distancia espacial. En esta sección mostraremos que esa dimensión geográfica es sólo uno de los ámbitos que componen los espacios de creación de conocimiento y que ello se asocia a los mediadores que surgen en las relaciones inter-organizacionales.

6.7.1 Un colaborador como mediador Universidad – Industria

El ASTIN SENA es reconocido en la propuesta de creación del CENM como un apoyo en las relaciones industriales de la red, debido a su “*modelo exitoso de transferencia de resultados de I+D*”. Esta colaboración es una relación que uno de los grupos del CENM había construido al menos cinco años antes de la creación de la red y se refuerza en el ámbito del CIE. Se asocia a uno de los TII: Materiales de Recubrimientos.

*En el CDT ASTIN SENA, un centro de desarrollo tecnológico... nosotros tenemos una colaboración muy estrecha **en un área específica que se llama recubrimientos duros**, allí hemos sacado muy buenas cosas, trabajos de empresas. Ahí puede darse cuenta de lo que es una colaboración con un sector muy cercano, que **no es empresa, pero está muy cercano a las empresas...** es un laboratorio semi-industrial, es una planta piloto (Investigador 1, grupo 1).*

Una de las iniciativas alrededor de este actor fue una tesis doctoral de un ingeniero vinculado al SENA que incluyó una colaboración ASTIN-SENA/CENM/Empresa, “*de lo que se trata es de usar los recubrimientos avanzados para cuchillas de corte en esa industria que es cortadora de papel*” (investigador 1, grupo 1).

Las colaboraciones con el ASTIN SENA se generan principalmente alrededor de la producción de muestras, por las características específicas de los equipos que tiene.

el SENA permite realizar unos recubrimientos como viste la capacidad del equipo [en un video]... puede hacer la transferencia tecnológica. En este equipo que tiene aquí el SENA tú puedes introducir, herramientas de corte, dispositivos ya constituidos... en Colombia hacen muchos recubrimientos, hay muchos equipos de recubrimientos duros, pero no son a nivel semi-industrial. Este es el único en Colombia (Estudiante doctorado 2, grupo 1)

La relación con el ASTIN SENA se da a través de uno de los TII y es un colectivo sociotécnico el que permite la mediación con la industria. Los grupos de investigación cuentan con infraestructura para realizar recubrimientos duros sobre muestras de laboratorio pero no sobre herramientas. Una planta semi-industrial disponible en esa entidad permite realizar investigaciones con aplicaciones más cercanas al sector productivo. Este actor que se contempla como un apoyo del CENM en los procesos de transferencia de tecnología lo es en una “zona” muy concreta de la red. Se presenta en este caso una articulación con docencia, a través del desarrollo de una tesis doctoral que involucra colaboraciones ASTIN-SENA e industria, una situación que es resaltada como poco frecuente por el investigador vinculado al proyecto. La naturaleza de los socios, tema de interés en la gestión de conocimiento inter-organizacional, se observa aquí caracterizada en términos de las competencias distintivas de ellos. Un grupo de investigación universitario que cuenta con un colaborador con unas competencias (un saber hacer y un colectivo sociotécnico asociado) que lo puede acercar a la industria. Vemos que las relaciones con el sector productivo se facilitan por la presencia de un actor que tiene una identidad híbrida entre la academia y la industria.

6.7.2 Las dinámicas de las colaboraciones industriales alrededor de los TII

En cuanto a los escenarios de aplicaciones para la industria, observamos que ellos están fuertemente ligados a los TII de “Materiales de Recubrimientos” y “Materiales Nanocompuestos”, mientras que para “Nanomagnetismo” y “Dispositivos de Estado Sólido,

Sensores, y Sistemas Mesoscópicos” se especifican en términos de una comprensión de fenómenos que se derivarán en aplicaciones a largo plazo. La temporalidad del acercamiento con la industria es a más corto plazo para los dos primeros TII mencionados y ello se asocia a los campos de conocimiento trabajados y a experiencias previas de relaciones con las empresas que se refuerzan en el marco del CENM. Vemos que la definición de los TII es una apuesta de los escenarios posibles de articulación de los grupos de investigación. Ello coincide con la evolución de las colaboraciones tal como se identifica en el análisis del entorno interno que se realizó en el ejercicio “Materiales avanzados y nanotecnología: Direccionamiento estratégico para el Centro de Excelencia en Nuevos materiales – CENM” (Cabrera et al., 2009) en el marco del proyecto “Formulación de los Planes Estratégicos para los Centros de Investigación de Excelencia” financiado por Colciencias. En ese plan se describen perfiles de relaciones industriales en los TII del CENM:

Podemos decir que, en el área de nuevos materiales, el CENM sostiene una gran fortaleza donde se enmarca un gran número de investigaciones enfocadas a la búsqueda de la relación CENM – Empresa, de igual forma se puede decir que las líneas de investigación del Centro, en especial la línea de recubrimiento duros y materiales compuestos están orientadas a las necesidades tangibles del mercado local, esto a través de proyectos de investigación aplicada. En cuanto a las líneas de materiales mesoscópicos y nanomagnetismo se tiene un avance significativo que le permite al Centro articularse a nivel internacional a través de proyectos de investigación básica, enmarcándose en un mercado global (Cabrera et al., 2009, p. 63)

En el diagnóstico que se hace allí para el direccionamiento estratégico del CENM se establece una diferenciación entre la vocación de colaboración industrial que tiene cada TII. Ello se corrobora cuando analizamos las relaciones con empresas en la red del CENM, las cuales efectivamente están concentradas en las TII mencionadas: Materiales de Recubrimientos y Materiales Nanocompuestos. Mostraremos las actividades e intercambios implicados en esas colaboraciones.

En los informes del CENM (2007a, 2007b, 2008a, 2008b, 2010a, 2010b, 2012) se reportan acuerdos formales con seis empresas, cinco como convenios que establecen términos generales de cooperación mutua, y uno con un propósito de trabajo específico. De las seis empresas, cinco se encuentran en el Valle del Cauca (vinculación con la Universidad del Valle) y una en Antioquia (vinculación con la Universidad de Antioquia).

Las relaciones con la Universidad del Valle están centralizadas en dos grupos del CENM, e involucran trabajos de grado de estudiantes de programas de pregrado y doctorado en Ingeniería de Materiales. Uno de los grupos se focaliza hacia el sector de la construcción y el otro hacia la industria metalmecánica. Se presenta una mediación de conocimiento a través de los estudiantes. En el caso del proyecto del estudiante doctoral, la mediación se amplía con el desarrollo de su pasantía en un Instituto español especializado en el sector industrial asociado al tema de tesis.

Asociado a la naturaleza de los integrantes del CENM (grupos de investigación universitarios), vemos nuevamente que el trabajo con los estudiantes es un vector importante de colaboración.

Un ejemplo de ello es un proyecto que tiene su origen en una necesidad de una empresa y se convierte en un espacio para articular trabajos de grado, tal como lo explican un investigador y estudiante vinculados:

tuvimos una colaboración...muy estrecha con... una industria metalmecánica del sector de Yumbo. Ahí pusimos a dos ingenieros de materiales y ahora lanzamos un proyecto grande para montar una planta grande productora de lápices, negros y de color... Sobre todo con la ayuda del estudio y caracterización de las minas...Fueron estudiantes que hicieron su tesis acá, y que luego los contratamos, una parte pagada por el CENM y otra pagada por ellos [la empresa]. Corto, 6 meses, y luego la empresa los tomó. (Investigador 1, grupo 1)

Básicamente mi proyecto nace de la idea de [la empresa] de generar un propio producto que ellos lo estaban importando inicialmente que eran los lápices de color y de grafito... Mi compañero está encargado de las minas, de desarrollar la formulación de las minas y

yo soy encargado de la parte de las maderas, las maderas para poner la mina (estudiante pregrado 1, grupo 1).

En la situación anterior vemos que las relaciones pueden trascender a otros mecanismos de colaboración. Hay también proyecciones de los grupos de investigación sobre escenarios de aplicación del conocimiento que desarrollan en términos de beneficios para la industria, como se observa en la perspectiva que tiene un estudiante doctoral del TII “Materiales de Recubrimientos”.

*... hay diferentes tipos de técnicas para producir ese tipo de recubrimientos. Nosotros hacemos síntesis en reactores, y esos reactores simplemente nos permiten pulverizar un material como tal, volverlo plasma, trabajamos en plasma, es un vapor eso se va a embeber sobre el sustrato, la herramienta de corte o lo que quieras y eso se recubre sobre una superficie, prácticamente esos son los recubrimientos. Esos recubrimientos duros se evalúan, se caracterizan y luego se aplican en sistemas industriales y miramos el desempeño. **¿Qué traduce eso para el sector industrial? Traduce básicamente poder mejorar la vida útil de ciertas herramientas.** Si tú mejoras la vida útil de ciertas herramientas evidentemente se va a evidenciar una mejora en los procesos productivos. **Esa mejora traduce digamos ganancias para los empresarios, y ganancias si yo en mi proceso productivo tengo una durabilidad, es decir, mis herramientas me van a durar más, la calidad del producto final es mejor, el proceso...**A eso es lo que nos dedicamos nosotros, a hacer investigación básica, científica, muy cuidadosa y después para llegar y a hacer una transferencia tecnológica realmente a los sectores industriales. Hacer investigación, producir sistemas de caracterización, aplicarlos en pruebas de campo, y así trasladarlo al sector industrial. Al fin y al cabo, eso es lo que queremos transmitir, un conocimiento adquirido se transmite al sector industrial (Estudiante doctorado 2, grupo 1)*

Encontramos que cuando se toca el tema de las relaciones con la industria se tratan varios horizontes de tiempo, relaciones existentes y posibilidades a futuro.

La colaboración reportada de la Universidad de Antioquia con una empresa involucra a uno de los grupos de investigación de la red del CENM. Dicho grupo tiene una estrategia de vinculación de estudiantes según el tipo de proyecto:

Nosotros reconocemos...dos niveles...de urgencia, unos proyectos que son puramente de investigación en los cuales la investigación es fuerte, investigación apoyada por Colciencias u otras entidades...Nosotros reconocemos que los tiempos de las empresas son diferentes. ...Todos los proyectos investigación a largo plazo que no sean investigación contratada tenemos estudiantes de posgrado, últimos años, de doctorado, maestría y doctorado, mínimo una persona involucrada en los proyectos, pueden ser más, entra uno, sale otro...Ya en investigación contratada, nos valemos de los egresados, pero no de estudiantes, la empresa no espera, el estudiante tiene sus obligaciones académicas. Utilizamos normalmente egresados del grupo, que dedican tiempo completo o medio tiempo (Investigador 1, grupo 5).

Uno de los aspectos que este grupo ve como dificultad para relacionarse con la industria es el tema de la propiedad industrial, debido a la baja experiencia que se tiene en la valoración de los activos intangibles, tanto en las empresas como en las universidades. Espacios como el comité Universidad–Empresa–Estado han facilitado que esas inquietudes sean tratadas por los distintos actores. En cuando a la universidad, de mano de una unidad de gestión tecnológica ha logrado algunos avances:

la Universidad tiene un convenio con una empresa que presta esos servicios de la primera parte de la revisión de esta vigilancia tecnológica que hay que hacer para ver si el producto es patentable o no... todavía ese proceso es muy liderado por el investigador... creo que el proceso debía mas ser guiado por una unidad, para que el investigador se pueda dedicar a continuar su trabajo y no dedicar un par de años parte de su tiempo a sacar la patente adelante (Investigador 1, grupo 5).

Para ese grupo se ha dado una oportunidad de una patente en “un tema de estudio que salió relativamente rápido, pero es de mucho interés, y puede tener interés comercial” (Investigador

1, grupo 5), pero los trámites con la empresa involucrada han dificultado la gestión. Ese grupo, sin embargo, ha acumulado una amplia experiencia con empresas en prestación de servicios. La investigación contratada representa alrededor del 30% del total de proyectos y también una parte importante de las actividades son de consultoría – asesoría *“trabajos de pocas semanas, pocos meses, servicio. No hay mucho desarrollo de conocimiento una persona dedicada sólo a eso”*. (Investigador 1, grupo 5).

Las situaciones ilustradas nos muestran varios aspectos de las relaciones con la industria. Los grupos de investigación del CENM que han generado mayores avances en las relaciones con el sector productivo se encuentran concentrados en unas TII y unas regiones geográficas específicas. En la red del CENM hay unas zonas de colaboración con la industria en ciertos TII que se perfilan como más cercanos a la industria en el corto plazo. Se observa en las colaboraciones con la industria una interdependencia de los espacios de creación de conocimiento con ámbitos de docencia, sea porque dichos intercambios incluyen trabajos de pregrado y posgrado aplicados a las empresas, o porque se da un portafolio de investigación contratada con profesionales egresados de los grupos de investigación.

6.8. La dimensión temporal en el CENM

La red del CENM es una iniciativa que capitaliza colaboraciones previas a su creación y es también un escenario para nuevos proyectos por parte de los actores participantes. Nos proponemos analizar la temporalidad de relaciones inter-organizacionales para las cuales el CENM es un punto de llegada para seguir generando intercambios, o de partida para articular esfuerzos a futuro. Analizamos la convergencia temporal de variadas colaboraciones alrededor del CENM. Para relaciones que se visibilizan en el CENM mostramos que una historia previa cuenta, pero también que la red tiene efectos mas allá de sus horizontes de actuación. Esa dimensión de convergencia temporal la mostramos en términos de dos ámbitos: iniciativas anteriores al CENM que son punto de anclaje o de partida para fortalecer colaboraciones nuevas, y la manera como el CENM se convierte en un portavoz de varios de los grupos integrantes para emprender contextos de colaboración más amplios.

6.8.1 Redes e iniciativas anteriores como puntos de anclaje

En esta sección buscamos identificar el rol de los aprendizajes que los actores participantes del CENM generan con los historiales de cooperación previos a la conformación de la iniciativa. Dichos aprendizajes se constituyen en puntos de anclaje para el CENM, es decir, los nodos que pertenecen a la red formalmente constituida traen consigo otras relaciones que hacen que no parta de cero y capitaliza experiencias ya generadas. Son colectivos sociotécnicos, infraestructuras invisibles que se reconfiguran para conservar parte de la historia de iniciativas anteriores. Con propósitos ilustrativos y sin la intención de ser exhaustivos, presentamos dos casos de este tipo de puntos de anclaje que involucran dinámicas previas a la constitución del CENM. Ellos se vuelven visibles con su creación, pero no pueden explicarse completamente por los intercambios que se presentan en el periodo de su implementación. Representan un conocimiento que se produce en las articulaciones, dado que una red aprende de otra a través de ellos. Se generan conexiones espaciales y temporales a partir de las prácticas de los participantes de las colaboraciones.

6.8.2 Redes e iniciativas en corrosión

Una de las experiencias previas de los grupos del CENM que se capitaliza en la iniciativa es el trabajo alrededor del tema de la corrosión. Varios de los integrantes del CENM habían tenido colaboraciones en el marco del Programa Nacional de Corrosión y Protección.

Colciencias organizó el Programa Nacional de Corrosión y Protección... lo que hicieron estos grupos fue organizarse... Entonces lo que definieron en aras del avance de los grupos mismos y el fortalecimiento y tratar de no cubrir las mismas áreas, tratar de que el país tuviera todas las áreas de la corrosión, pues casi que dijeron: “yo voy a trabajar en esta área”, “yo voy a trabajar en esta área”, “esta área es más afín a mí por esta industria que está alrededor mío”, “esta área me interesa más a mí porque ya tengo un tiempo desarrollándola, en mi universidad tengo las condiciones” “confluyen aquí estas áreas de conocimiento en corrosión, así que trabajemos”... Y cada uno se empezó a

especializar en un área. Y el líder en este tiempo...decidió que el área que este grupo iba a tomar como área de interés era la corrosión atmosférica (investigador 1, grupo 5).

Estas trayectorias de colaboración encuentran en el CENM un ámbito para seguirse desarrollando. Algunas de las relaciones que se han dado entre integrantes de un mismo TII han estado antecedidas por esta experiencia. También algunas de las conexiones con la industria se han facilitado por este historial de trabajo previo. La lógica de creación de los TII para esos grupos responde a un espacio para continuar colaboraciones existentes y en ese sentido se configuran en un contexto de convergencia.

6.8.3 Laboratorio extranjero como punto de anclaje de la red del CENM

El interés en estudiar este caso surge por la visibilidad que tenía en las publicaciones del CENM un investigador de este laboratorio de Francia. En esta sección mostraremos que las relaciones con esa entidad se dan alrededor de técnicas instrumentales (espectroscopía Mössbauer, difracción de rayos X) y competencias en simulación en las cuales el colaborador tiene una trayectoria. Esos campos se convierten en un espacio de intercambio entre disciplinas e instituciones, alrededor del cual se construyen colaboraciones previas a la creación del CENM y que son capitalizadas por esa red. Frente a las áreas de cooperación que destacamos en este caso (técnicas como espectroscopía Mössbauer y difracción de rayos X, y simulación), estudios sobre los desarrollos en NCT ya las han señalado como campos conectores de otros. En ese sentido, Meyer (2007), con análisis basados en patentes, estudios de proyectos y casos, encuentra que el campo de instrumentación es un punto de trabajo común para varios sectores y especialidades en NCT. Shinn (2000) señala que la investigación técnico-instrumental, ligada a técnicas genéricas⁸³, puede favorecer la comunicación entre grupos diferenciados institucional y cognitivamente, y generar convergencias intelectuales en ámbitos de división del trabajo⁸⁴.

⁸³ Si bien aquí no tratamos de técnicas genéricas, si son aplicables a múltiples ámbitos.

⁸⁴ Shinn plantea una perspectiva de convergencia que se da desde las disciplinas diferenciadas.

En lo relacionado con la simulación, Marcovich y Shinn (2011) destacan que es un ámbito de asociación de elementos (instrumentos, materiales, datos, ideas y aplicaciones) que extiende la capacidad de resolver problemas en distintas especialidades. Lo caracterizan como un espacio de “combinatorias” o articulación, desde la disciplinas y en las zonas de interacción entre ellas (zona fronteriza), en las cuales hay un margen de maniobra para los intercambios.

Este análisis nos permitirá extender la comprensión sobre dinámicas de intercambio alrededor de dos campos que se han reconocido como transversales a varias áreas de las NCT (la investigación instrumental y la simulación) y acercarnos a las prácticas a través de las cuales se dan las interacciones.

6.8.3.1. La espectroscopía Mössbauer como un punto de convergencia

En el marco de la Conferencia Latinoamericana sobre Aplicaciones del Efecto Mössbauer (*Latin American Conference on the Applications of the Mössbauer Effect – LACAME*⁸⁵) del año 1996 se generaron los primeros contactos entre un investigador de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y el director de un laboratorio extranjero de Física de la Materia Condensada⁸⁶ (Universidad de Maine, Le Mans, Francia). El LACAME fue realizado posteriormente en Cartagena (Colombia) y ese fue el espacio para coordinar actividades de intercambio Colombia – Francia. El investigador francés visitó laboratorios de la Universidad del Valle y de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) y se planearon las primeras actividades conjuntas.

La idea era complementar ciertas investigaciones de Cali y Medellín a través de otras medidas que se hicieron en Francia...Entonces vino un año después, una estudiante...que ha sido la primera estudiante en venir a Francia, se quedó un año y ha podido venir para

⁸⁵ La LACAME es una conferencia regional para Latinoamérica del IBAME (International Board on the Applications of the Mössbauer Effect), un comité mundial que reúne a los expertos en este tema. Para mayor información ver la página oficial: <http://www.mossbauer.org/IBAME.html>

⁸⁶ Actualmente, debido a una reestructuración organizacional de la Universidad, ese laboratorio hace parte de un Instituto.

beneficiarse de las infraestructuras instrumentales, especialmente de hacer espectrometría Mössbauer, hacer medidas a bajas temperaturas bajo campo y después de ir a otros laboratorios para difracción de rayos X, también para hacer medidas magnéticas, y creo que hubo algunos ensayos de modelización numérica. (Director del Laboratorio Francés)

Posteriormente se plantearon proyectos de movilidad en el marco del programa ECOS – NORD⁸⁷ entre la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle y la Universidad de Maine y se logró la aprobación de iniciativas continuas de ese tipo. También varios estudiantes de doctorado becados por Colciencias hicieron su pasantía en Le Mans. Para la Universidad de Antioquia esta colaboración científica con Francia derivó en un convenio de doble titulación entre estudiantes de maestría de física y química con la Universidad de Maine, aprovechando la experiencia de esta última con otros países.

La espectroscopía Mössbauer fue un punto inicial de convergencia. El Director del Laboratorio francés es uno de los expertos mundiales que ha actuado como Vicepresidente del IBAME. Las facilidades de Mössbauer en Le Mans tienen además características especiales que permiten trabajar a bajas temperaturas y con campos magnéticos, y hacer medidas “*in situ*” que evitan la contaminación de las muestras. “*Digamos que en Francia...hay 5 ò 6 laboratorios importantes, pero no hay otro laboratorio que tiene éste sistema, porque lo hemos hecho nosotros mismos. Lo hemos fabricado*” (Director del Laboratorio Francés). La posibilidad de trabajar bajas temperaturas se vuelve importante cuando se trabajan nanomateriales “*...como estamos estudiando sistemas más complejos, especialmente sistemas de nanopartículas, la temperatura ambiente no es suficiente, se necesitan bajas temperaturas*” (Director del Laboratorio Francés).

Los grupos de investigación colombianos de la Universidad del Valle y de la Universidad de Antioquia implicados en esta colaboración son reconocidos en la página del IBAME dentro de los 23 laboratorios más activos en Latinoamérica en esta técnica. Un estudiante de maestría perteneciente al grupo de la Universidad del Valle lo resalta:

⁸⁷ Programa que busca estimular el intercambio de investigadores entre Colombia y Francia.

En el grupo la técnica más importante que se utiliza aquí es la espectrometría Mössbauer. Contamos con dos espectrómetros...El espectrómetro Mössbauer fue construido mucho antes de que yo llegara al laboratorio, pero tengo conocimiento que el espectrómetro fue construido en una tesis de doctorado de un profesor de aquí de la Universidad del Valle y una compañera del doctorado, recientemente egresada del doctorado de aquí, ella en su tesis de doctorado también hizo una modificación al instrumento...Incluso ahora hay un estudiante de pregrado, no de este grupo, sino del grupo de instrumentación, él está renovando el equipo. El sistema de adquisición de datos es un sistema relativamente viejito, entonces él lo que está haciendo es modernizando el espectrómetro...este es un grupo cuya técnica experimental es la espectrometría Mössbauer entonces se conoce mucho del tema. (Estudiante de maestría 1, grupo 3).

Así, vemos que alrededor de la técnica Mössbauer se gestan posibilidades de intercambio, y después se amplian a otros ámbitos. Detallaremos algunos intercambios para mostrar los distintos espacios de creación de conocimiento que se generan en estas colaboraciones.

6.8.3.2. Conocimiento alrededor de mediadores

Nos proponemos analizar los intercambios y procesos de generación de conocimiento en esta colaboración entre la Universidad del Valle, la Universidad de Antioquia y la Universidad de Maine, a través de agentes mediadores (objetos y sujetos). Los agentes mediadores (Herrera, Jaime & Vinck, 2006) promueven intercambios entre distintos ámbitos organizacionales y geográficos. Los objetos intermediadores son “*entidades físicas que conectan a los actores humanos*” (Vinck, 1999, p.392). Ellos pueden ser fijos, cuando los actores humanos gravitan a su alrededor (ejemplo: un equipo robusto de laboratorio), o circulantes, cuando son intercambiados entre actores sociales (ejemplo: muestras de un material). Esos objetos pueden tanto estabilizar como desestabilizar la acción organizacional. Esa conexión entre actores humanos puede contribuir a la coordinación, comunicación y control, pero también generar perturbación y/o conflicto (Svabo, 2009). Son en ese sentido mediadores, porque pueden adicionar o retirar elementos a la acción y cambiar su curso, así como transformar, traducir,

distorsionar o modificar el significado de lo que transportan (Vinck, 1999; Latour, 2008). La mediación no es una característica de los objetos, sino que es performativa, se da en la acción (Vinck, 2011).

En ese contexto, tomamos algunos objetos fijos y circulantes, así como agentes mediadores que permiten estudiar la producción colectiva de conocimiento alrededor de ellos y sus intercambios en las colaboraciones. Dentro de los objetos fijos se encuentran las técnicas instrumentales, de producción de muestras y *clusters* de computadores. Los circulantes son principalmente muestras. La mediación de conocimiento entre Francia y Colombia ha sido favorecida por la movilidad de investigadores en doble vía. Los investigadores colombianos han encontrado en Le Mans un espacio para fortalecer competencias experimentales y de simulación (Ver tabla 11).

Tabla 11. Intercambios y mediaciones en la colaboración

¿Qué se genera?	Mediación de colectivos sociotécnicos		Descripción (cita)
	Objeto	Agente (Sujeto)	
Se pone a prueba la confiabilidad del colectivo sociotécnico de Cali. A través de la circulación de muestras se da un intercambio entre dos colectivos sociotécnicos y se pone a punto el equipo de preparación de materiales en Cali.	Muestras elaboradas en Cali Equipos de producción de muestras en Cali y Le Mans	Investigador colombiano que hace estancia en Le Mans Director de Laboratorio Francés hace estancia en Colombia	« Entonces [cuando] llegó la primera estudiante [de Colombia]... llegó digamos con 20 muestras y quizás había 5 que no eran satisfactorias. Y aquí se podía usar, y la idea era decir: “Así fueron las condiciones de molienda, tenemos que mejorar esas condiciones” Y muy rápidamente se ha trabajado con condiciones óptimas...Lo que pasó es que teníamos más o menos el mismo aparato y entonces hemos preparado de nuevo nuevas muestras. Y cuando ha vuelto también había preparado nuevas muestras con el equipo propio de Cali, y creo que cuando vino el estudiante siguiente, cuando yo fui allá me había dado muestras para que yo haga las medidas y una vez que las medidas estaban hechas tenía que tratar datos. Lo que había hecho aquí durante su estancia y también aquí había aprendido a hacer un tratamiento en particular”. (Director del Laboratorio Francés).
Las técnicas disponibles en Le Mans abren posibilidades para trabajar un problema de interés en Colombia, la corrosión, en el cual tenía una amplia trayectoria un grupo de la Universidad de Antioquia.	Muestras elaboradas en Medellín	Investigador colombiano hace estancia en Le Mans	“En el caso de la corrosión, lo que pasó es que el grupo de [la Universidad de Antioquia] tenía una, cómo decir, una experiencia de 10 años. Y entonces, son muy expertos, entonces no era al fin de controlar si la muestra era buena. Era, controlando la muestra, decir qué paso durante el proceso de corrosión. La idea era de introducir en soluciones acuosas con alcoholes, etc, y entonces la idea era de bien controlar lo que pasaba al inicio del proceso de corrosión. Cuáles eran los factores inhibidores... Y ellos habían desarrollado durante los años 90 toda una estrategia, todos los parámetros importantes. Y en este caso era distinto porque los experimentos que hacíamos aquí era para controlar digamos una evolución de muestra. No eran para controlar la muestra misma. Era para saber por ejemplo, cuál era el grado de corrosión del polvo. Si vamos a cambiar el metal, cuál va a ser la acción. Si cambiamos el tipo de alcohol en la solución acuosa, si acelera o no” (Director del Laboratorio Francés). “Para mí de esta manera he descubierto un poco la temática de corrosión, porque para decir verdad...nunca había trabajado sobre corrosión” (Director del Laboratorio Francés)
Solución de problema técnico en equipos de la Universidad de Antioquia con las competencias y facilidades de Le Mans	Partes del criostato de Medellín llevado a reparar en Le Mans	Investigador colombiano que hace estancia en Le Mans	“...en Medellín, creo que ha sido en el 2005, han tenido una dificultad con un criostato. Entonces, cuando yo estuve en Medellín expliqué a los compañeros que cuando hay esta parte que funciona bien, esta parte que no funciona bien...entonces hay que poner bien esta parte. Entonces [le dije] la próxima vez que vienes [a Le Mans] la pones en la maleta, en la mochila y aquí [en Le Mans] con el técnico de laboratorio, porque se tenían que hacer soldaduras especiales bajo atmósfera controlada hemos podido

¿Qué se genera?	Mediación de colectivos sociotécnicos		Descripción (cita)
	Objeto	Agente (Sujeto)	
	Mans. Detector de fuga de Le Mans.	Director de Laboratorio Francés hace estancia en Colombia Técnico de laboratorio de Le Mans	<p><i>arreglar la fuga y después cuando ha vuelto a la de Antioquia ha podido digamos re-construir el criostato...hay dispositivos aquí en el taller que no hay en Colombia. Nosotros tenemos un detector de fugas...en Cali, en Medellín, no hay detectores de fuga. Entonces si uno no sabe donde está la fuga, es difícil de reparar, hay todo un saber hacer”</i> (Director del laboratorio francés).</p> <p><i>“Cuando es necesario hacer buenos vacíos, es necesario un detector de fugas...tener el detector es una cosa, pero conocer la manera de detectar la fuga es otra cosa”</i> (Técnico del laboratorio francés).</p> <p><i>“Es necesario decir que todo lo que es vacío, es algo que, es toda una técnica en sí...Actualmente hay muchas empresas que fabrican estas máquinas, pero como las personas no cuentan con formación sobre estos equipos, ellos no saben qué es un detector de fugas”</i> (Director del laboratorio francés).</p> <p><i>“[Se requiere] una cierta cultura criogénica y también instrumental para poder instalar y después mantener este tipo de equipo”</i> (Director del laboratorio francés).</p> <p><i>“Aquí tenemos técnicos, no muchos, pero al menos tenemos. Entonces lo que permite de mantener el equipo en funcionamiento. Porque hemos visto en muchos sitios que cuando el equipo tiene una fuga, ya se acaba”</i> (Director del laboratorio francés).</p>
Caracterización con difracción de rayos X y Mössbauer, de muestras elaboradas en Colombia	Equipos difracción de rayos X y Mössbauer. Muestras elaboradas en Colombia.	Investigadores y estudiantes colombianos en estancia en Le Mans Personal del Laboratorio de Le Mans	<p><i>“Porque también en aquella época [2003 ó 2004], especialmente en Medellín... porque creo que cuando tenían un sistema, un polvo, podían hacer un difractograma pero tenían que pagar, y pagaban mucho para no tener un espectro bueno. No sé si era otra universidad o la misma, pero al menos si era en Medellín. Era un servicio. Y los estudiantes iban con decenas de muestras para hacer los análisis aquí”</i> (Director del laboratorio francés).</p> <p><i>“...digamos era para tener buenos espectros...respecto a difracción de rayos X, y respecto a Mössbauer era para poder hacer medidas a bajas temperaturas, lo que daba digamos una información más precisa, mucho más completa que cuando se trabaja a temperatura ambiente”</i> (Director del laboratorio francés).</p>
Aprendizajes en simulación para el grupo de la Universidad de Antioquia	Clusters de computadores.	Investigador colombiano hace su	<i>“pero cuando [un investigador de la Universidad de Antioquia] vino un año ha aprendido cómo ensamblar las máquinas y ha podido repetir y al fin hubo un tipo de aprendizaje de lo que se llama de</i>

¿Qué se genera?	Mediación de colectivos sociotécnicos		Descripción (cita)
	Objeto	Agente (Sujeto)	
		<p>postdoctorado en Le Mans.</p> <p>Director del Laboratorio e investigador francés.</p>	<p><i>clusters numéricos</i>" (Director del laboratorio francés).</p> <p><i>"[los proyectos ECOS – NORD] nos han permitido entonces traer a [Director del Laboratorio francés] y además pudimos traer también a otro profesor que trabaja también en la Universidad de Le Mans y a diferencia del [director], él es menos experimental es más teórico. Él trabaja la parte de simulación numérica, simulación Montecarlo, en nanopartículas" (investigador Universidad de Antioquia).</i></p> <p><i>"De esa colaboración es que yo hice el postdoc [en Le Mans] entre el 2002 y el 2003, estuve un año trabajando con él [el director] y con este otro profesor [experto en simulación numérica] (investigador Universidad de Antioquia).</i></p>

Fuente: Elaborado a partir de información recopilada en las entrevistas.

Podemos observar que los intercambios han sido variados. El Director del laboratorio francés resalta que en Colombia se ha fortalecido la infraestructura para el trabajo en materiales en los últimos años, pero que aún hay problemas por la falta de técnicos, uno de los elementos identificados anteriormente como debilitador de los colectivos sociotécnicos “confiables”.

Pero...en Colombia, no hay técnicos. Entonces si tú quieres para desarrollar un laboratorio tú necesitas dinero, tú necesitas cabezas en el sentido de ideas, y después se necesita técnicos que van a fortalecer la parte instrumental...Tú tienes siempre algunas cosas por las cuales es necesario tener un técnico y si no tienes técnicos, me parece difícil de ir más adelante. Si estás haciendo química, me parece que se necesita ingenieros y técnicos en química, porque ellos van a hacer procesos de rutina (Director del Laboratorio francés).

Si bien se señalan algunas limitantes de la infraestructura colombiana, a partir de estas colaboraciones se fortalecen conocimientos alrededor de varios ámbitos de trabajo en materiales: técnicas instrumentales, preparación de muestras y de simulación. Este ejemplo de cooperación que inicia antes del CENM muestra que esa red capitaliza aprendizajes previos y así se extiende en espacio y tiempo. Algunos de los resultados que hace visibles el CENM (publicaciones, intercambios efectivos entre miembros de una misma TII) solo pueden entenderse con la indagación sobre dinámicas anteriores. Por ello argumentamos que las colaboraciones que los integrantes del CENM han sostenido previamente son puntos de anclaje sobre los cuales este CIE construye.

6.8.3.3. Una triada de colaboración mediada por Francia

Para el caso de la colaboración descrita, los proyectos de movilidad han favorecido los intercambios, pero en ellos se da poca relación entre los grupos colombianos participantes:

Seguimos en triada, entonces es curioso porque tenemos la triada, el proyecto se presenta, Universidad del Valle, Universidad de Antioquia, Universidad de Maine, así se presenta el proyecto, pero las colaboraciones básicamente cuando uno piensa en ese triángulo, son Universidad del Valle – Francia, Universidad de Antioquia – Francia, pero

entre aquí entre Universidad del Valle – Universidad de Antioquia hay más bien poco flujo.

Los aprendizajes para el grupo de la Universidad de Antioquia se capitalizan alrededor de los sistemas estudiados:

hemos profundizado en el conocimiento de lo que son propiedades magnéticas de sistemas nanoestructurados. [el director del laboratorio francés] es un científico muy reconocido en Francia y dentro de la comunidad Mössbauer mundial él es muy reconocido. ...él tiene mucha experiencia y esa experiencia le da a él una visión diferente a la de nosotros al momento de interpretar resultados. O sea la experiencia le da ese olfato que todavía a uno le falta, para tratar de entender digamos aspectos puntuales que tienen que ver con el tema científico de conocer un poco acerca del magnetismo, de las propiedades eléctricas, hiperfinas de estos sistemas, de estos nanomateriales, de los sistemas nanoestructurados.

[el director del laboratorio francés] siendo un físico experimental, él ha estado muy involucrado con la parte de simulación porque en el laboratorio en el que él trabaja de hecho tiene dos profesores de planta y ha tenido algunos estudiantes de doctorado que han trabajado la parte de simulación, la parte computacional. De hecho ahora hay muchos grupos en el mundo que le están apostando también a la parte de simulación.

La baja interacción con el grupo de la Universidad del Valle lo asocia al cambio de intereses temáticos:

es que yo pienso es que de pronto una razón de eso es que uno se va abriendo a otras colaboraciones y también a otros temas. Yo aparte de lo de nanomateriales, la simulación me ha permitido conectarme por ejemplo con la parte de química, la parte de coloides, con la parte de propiedades mecánicas de polímeros, con la parte de absorción de nitrógeno en sistemas porosos que utilizan en cromatografía. Y entonces, se han hecho publicaciones. Yo he tenido publicaciones con químicos desde la simulación aportando como físico, entonces han aparecido un abanico de posibilidades y uno se ha

encarretado como con cada una de ellas y de pronto uno ha descuidado [colaboraciones anteriores mas ligadas a la parte experimental].

Varios estudios han abordado la comprensión de estas colaboraciones desde las distinciones centro/periferia y en la manera como las instituciones del norte median las relaciones entre entidades del sur (Kreimer, 2006; Lakitan, Hidayat & Herlinda, 2012). En este caso observamos una mediación ligada a unas competencias desarrolladas y que generan ciertas trayectorias de colaboración. Extendemos la comprensión del rol de la simulación y las técnicas instrumentales como un campo que puede promover intercambios entre disciplinas.

6.8.4 El CENM como portavoz en otras iniciativas

El CENM se convierte en portavoz de algunos de sus integrantes para participar de otras iniciativas, aprovechando las relaciones que funcionaron dentro de la red: *“...en una próxima estructura uno tiene que seleccionar muy bien los que estén ahí. Tres o cuatro que realmente aportaron, y algunos aportaron al máximo...”* (investigador 1, grupo 1). Dos escenarios de este tipo son: el Centro Nacional de Nanotecnología en Energía, y el proyecto *Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies Deployment in Latin American Countries* (NMP-DeLA).

El Centro Nacional de Nanotecnología en Energía (CNNe), cuenta con la participación de las Empresas Públicas de Medellín (EPM)⁸⁸, el CENM y el Centro de Investigación e Innovación en Energía – CIEN⁸⁹. Los días 8 y 9 de agosto de 2011 se realizó una reunión para discutir la creación del CNNe en la ciudad de Medellín, Colombia, sitio donde estará ubicado. La

⁸⁸ EPM es una empresa de servicios públicos domiciliarios que empezó sus actividades en 1955. Es una *“empresa industrial y comercial del Estado”*, de propiedad de la ciudad de Medellín. Para mayor información ver: <https://www.epm.com.co/site/Home/Institucional.aspx>

⁸⁹ El Centro de Investigación e Innovación en Energía –CIEN- resulta de una alianza estratégica, *“entre EPM y las universidades de Antioquia, Pontificia Bolivariana, Nacional -sede Medellín- y el Instituto Tecnológico Metropolitano, para el estudio, monitoreo y experimentación con tecnologías de aprovechamiento energético, bajo el concepto I+D, estructurado desde una propuesta dinamizadora de conocimiento, innovación tecnológica y crecimiento conjunto”* Recuperado el 10 de febrero de 2013 de http://www.cien.org/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=130

propuesta fue presentada en la Universidad de Purdue el 12 de octubre de 2011. Esto da un giro del CENM hacia un sector de aplicación específica (energía) en un ámbito con una fuerte presencial industrial.

*... El propósito del CNNe es de crear los espacios físicos propicios para adelantar investigación de punta con el apoyo de equipos robustos de última generación, con la participación de renombrados investigadores de altísima calificación. Todo este trabajo se realizará dentro de instalaciones de un laboratorio de talla mundial. **Este esfuerzo realizado entre la empresa (EPM), el estado (COLCIENCIAS) y la academia (CENM, CIEN y demás grupos y entidades académicas)** debe convertirse en un modelo regional y nacional para agrupar iniciativas de investigación en nanotecnología aplicada a la energía... Fue así como se firmó un convenio entre el CIEN y el CENM para la estructuración de un centro en nanotecnología enfocado específicamente en el área de energía que redundará en una respuesta acertada hacia el crecimiento y participación de Colombia en el campo de la investigación a escala nanométrica de gran demanda y aplicación en prácticamente todas las áreas que afectan a la vida en el mundo moderno. (Prieto, 2011, p.18-19).*

Uno de los grupos que participa en este espacio de colaboración capitaliza la experiencia del CENM para generar otros ámbitos de intercambio “*el haber estado en el centro nos da una experiencia muy grande de qué debemos y qué no debemos y cómo debemos trabajar conjuntamente en el desarrollo del tema de materiales*” (Investigador 1, grupo 5).

La figura de centro como mecanismo articulador de grupos también ha sido adoptada por una de las universidades participantes de la unión temporal del CENM. Así, uno de los grupos de esa red hace parte también del CIEN, integrante del CNNe.

Nosotros participamos en un centro que se denomina “Centro de Investigación e Innovación en Energía”, es un centro liderado por una empresa líder en energía en el país que es Empresas Públicas de Medellín (Investigador 1, grupo 5).

Vemos que aquí la figura del CENM se puntualiza para ser un portavoz de quienes serán parte del CNNe. La construcción de este nuevo escenario se basa en colaboraciones que funcionaron y que deciden capitalizar con la participación de un socio industrial.

En cuanto a la otra iniciativa, NMP-DeLA es un proyecto aprobado en el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para ser desarrollado durante dos años a partir del 1 de septiembre de 2013. El Director del CENM participa como miembro del Consejo Asesor Externo de este proyecto, con el perfil de identificar prioridades sectoriales para la región (ver anexo 4).

Los dos escenarios nos muestran que el CENM se proyecta para articular relaciones con la industria en aplicaciones específicas y con otras entidades internacionales en el ámbito regional. El CENM aquí funciona como un portavoz que representa a algunos de los grupos que continúan colaborando.

6.9 Conclusiones: Las prácticas de gestión de conocimiento para tratar con la convergencia y divergencia

En este capítulo analizamos la gestión de conocimiento inter-organizacional en una red de colaboración a la luz de fenómenos de convergencia y divergencia. Ello nos aporta varios elementos para abordar las dinámicas de intercambio en ámbitos de colaboración en los que dichos fenómenos están presentes.

En primera instancia, observamos que alrededor de un mecanismo de articulación formal que establecen los actores vinculados pueden coexistir varias modalidades de colaboración que se transforman en el tiempo. Para algunos actores la red toma la forma de un foro de intercambios, para otros de infraestructura sociotécnica o de proyecto industrial (Vinck, 1999). Algunas de estas configuraciones son interdependientes cuando, por ejemplo, alrededor de trabajos de grado de los estudiantes se articulan actividades de intercambio con proyectos para empresas. En la medida en que los actores ven cumplidas o no sus expectativas generan estrategias para reforzar su vinculación a la red o tomar distancia y diferenciarse de ella. La literatura de gestión de conocimiento ha discutido ampliamente el tema de los mecanismos

para favorecer la integración entre actores asociados a una colaboración, pero poco ha explorado las estrategias para desarticularse o no tomar parte de una iniciativa, mas allá de una pertenencia formal. El camino que recorrimos en este capítulo bajo el principio de simetría del enfoque del actor- red a partir del cual procuramos analizar de igual forma las convergencias y las divergencias, nos permite aportar elementos a esas modalidades de desintegración o desarticulación que pueden estar presentes en la gestión de conocimiento inter-organizacional. Vemos que hay gestión para compartir el conocimiento, pero también para no hacerlo. La convergencia inicial que puede darse cuando varios actores establecen un mecanismo de colaboración no está garantizada. Ello lo observamos en el CENM. Esa convergencia fue un punto en el cual cada uno de los actores tradujo sus intereses en términos de lo que podía encontrar en la iniciativa, pero no todas las expectativas se cumplieron. Para grupos que no encontraron espacios de desarrollo en la red, la estrategia de gestión estuvo orientada a desarticularse en la práctica, aunque en la estructura formal siguieran haciendo parte. Así, continuaron con relaciones con las que contaban por fuera del CENM. La integración es heterogénea, la noción de materiales avanzados y nanotecnología puede ser un punto de convergencia inicial, pero luego se transforma para algunos actores en un elemento de diferenciación (por ejemplo: mi investigación no tiene que ver con materiales o nanotecnologías).

Otro aspecto relevante en estos ámbitos inter-organizacionales de colaboración es la emergencia de mediadores. Las iniciativas pueden diseñarse con la vinculación de algunos actores que por su naturaleza podrían tener algún rol de mediación, pero en su evolución podemos observar dinámicas adicionales. En este caso las mediaciones están ampliamente articuladas alrededor de los trabajos de grado de los estudiantes, tanto para intercambios científicos, como para colaboraciones con la industria. Son espacios en los que logran traducir un interés industrial en un proyecto con pertinencia académica. Para los grupos participantes, la creación de conocimiento está en esa zona de colaboración y su capitalización depende de la construcción de programas de más largo plazo.

Para el caso del CENM la mediación se da también a través de colectivos sociotécnicos “confiables”, la construcción de confiabilidad se presenta en términos de los resultados de los intercambios en la red o previos a ella. Para generar mediaciones efectivas de conocimiento esos colectivos sociotécnicos deben cumplir unas características. Ello hace parte de un conocimiento tácito que surge a partir de las interacciones entre los grupos. En ese sentido, la infraestructura invisible que se genera a partir de la mediación material de las prácticas de colaboración se relaciona con procesos de construcción de conocimiento que se capitalizarán en futuros intercambios.

Para algunos actores participantes de una iniciativa de colaboración en red los intercambios pueden generarse de manera selectiva, reconociendo solo unos cuantos nodos con los cuales se encuentran oportunidades de desarrollo. Encontramos entonces, que ante la heterogeneidad de una iniciativa en red, podemos identificar varias zonas diferenciadas de creación de conocimiento. En el CENM tenemos unas zonas fuertemente vinculadas con la industria, a partir de colaboraciones previas de dos de los TII, y delimitadas geográficamente. Para esos casos las redes tienen un anclaje territorial (Balas & Palpacuer, 2008). En otros casos, los recursos del CENM permiten extender la red hacia colaboradores internacionales para tener acceso a infraestructuras no disponibles en el país.

Por otra parte, argumentamos que detrás de los ámbitos de colaboración, además de varias formas de organización pueden coexistir diferentes lógicas. En este caso, la lógica que sustenta la política de centros de excelencia se basa en una visión de infraestructuras compartidas para evitar la duplicidad de esfuerzos. La lógica de los grupos de investigación puede ser distinta y el acceso a las facilidades puede ser un criterio que supere al de ahorro de recursos.

En cuanto al conocimiento que se genera en los intercambios, vemos que se asocia al tipo de relación. En la red encontramos desde relaciones tipo servicio hasta interacciones que involucran desplazamiento del personal con transferencia de conocimiento tácito. El CENM se transforma en un mecanismo para generar una co-localización temporal.

Por otra parte, el análisis de las divergencias permite abordar varios aspectos de las relaciones inter-organizacionales. En este caso encontramos para algunos grupos los recursos financieros o la poca identidad con el TII como elementos de desarticulación. Ello lleva a evaluar las dinámicas de colaboración y la puesta a prueba de las motivaciones iniciales de los actores.

Un elemento adicional que encontramos es la temporalidad de las relaciones inter-organizacionales. La comprensión de dinámicas de colaboración requiere en algunos casos analizar las trayectorias que han recorrido los actores. En este caso vemos que el CENM se alimenta de iniciativas anteriores, pero a su vez se convierte en portavoz para nuevos escenarios de colaboración. Pero como portavoz, es un representante de los participantes que lograron articularse y proyectan continuar los intercambios. En ese sentido, coincidimos con los planteamientos de Lawrence, Hardy y Phillips (2002) sobre los efectos de las colaboraciones que van más allá de los actores participantes y los objetivos propuestos, y toman la forma de proto-instituciones. Las experiencias previas y luego la red CENM generan un aprendizaje sobre cómo articularse para trabajar en materiales tal como es expuesto por uno de los investigadores y ello se capitaliza en otras iniciativas. Otro aspecto de la dimensión temporal es la manera como pueden estar presentes diversos horizontes temporales en los objetivos de los participantes de una iniciativa en red. Esas divergencias temporales conviven en la medida que cada actor puede traducir de manera efectiva sus intereses en términos de lo que encuentra en la red, pero se hacen evidentes en ejercicios como el de prospectiva que se hizo en el CENM.

La endogenización de discursos es otro aspecto relevante en los escenarios analizados. Ello toma importancia en iniciativas que como éstas hacen parte de una política científica y tecnológica nacional. Si bien podemos observar una endogenización que se hace presente en la presentación de propuestas, en los ejercicios para crear una identidad colectiva y en la manera de presentarse ante otras entidades, ello se pone a prueba cuando se piden resultados mas allá de la vocación de los integrantes de la red, como por ejemplo, cuando se moviliza un tema como el de la autosostenibilidad. Esto lleva a indagar sobre la naturaleza de los resultados que pueden esperarse de ciertos tipo de iniciativas, mas allá de los discursos que se adoptan de las políticas.

A partir de los resultados derivados de este caso identificamos una interdependencia entre las organizaciones temporales (Maaninen-Olsson, Wismen, & Carlsson, 2008) o infraestructuras invisibles (Star & Griesemer, 1989) que se generan alrededor de la producción de conocimiento y las organizaciones de carácter más permanente que se vinculan en las interacciones. Encontramos que es esa interdependencia la que posibilita balancear la dinámica entre creación compartida y capitalización individual del conocimiento. Ello se observa en los ámbitos de colaboración que se dan en contextos de docencia y relación con la industria. Si bien analizamos las dos dimensiones de manera separada, identificamos puntos comunes: ambas se dinamizan por los trabajos de grado de los estudiantes que se transforman en un mecanismo de mediación de conocimiento.

Si bien en las relaciones industriales observamos un anclaje territorial, vemos que los espacios de colaboración trascienden los ámbitos geográficos y no pueden ser explicados únicamente por esa dimensión. Los sitios de creación de conocimiento pueden estar en una zona de colaboración en la frontera entre organizaciones.

Para los actores participantes en iniciativas como la red del CENM los procesos de creación de conocimiento se generan en diversos espacios articulados y no articulados con la iniciativa. Son esas zonas de interacción las que permiten la creación de conocimiento original a partir de la interdependencia entre los mecanismos.

Las modalidades de integración a las iniciativas en red tienen relación con la manera como los participantes evalúan la utilidad frente a otros integrantes. En el caso del CENM se observa que los grupos teóricos perciben un mayor beneficio para los experimentales, dadas las inversiones en infraestructura. Sin embargo, ello depende también de los mecanismos de acceso a esos recursos, que no se derivan únicamente de establecer un protocolo de uso. Se vincula con la construcción de confiabilidad de los colectivos sociotécnicos.

Si bien iniciativas como las del CENM parten de una construcción inducida, se presenta una reorganización de abajo hacia arriba. La política busca promover la colaboración, pero no se logra de manera uniforme. Esa heterogeneidad permite la emergencia de diversos espacios de

creación de conocimiento. Tanto las formas de organización como la centralidad o periferia son performativas. En eso coincidimos con otros estudios que dimensionan las distinciones centro periferia en términos del acceso a recursos. En el caso del CENM para grupos “centrales” la red se extiende hasta colaboradores internacionales con los cuales se hacen intercambios que implican una transferencia de conocimiento tácito.

Observamos distintas formas de relación, no necesariamente colaborativas. La divergencia puede estar presente en los intercambios entre los participantes.

Las situaciones estudiadas nos muestran que el conocimiento es multisituado y la pregunta del dónde se produce no tiene una respuesta directa. Concentrarnos en las zonas de colaboración, en las intersecciones, en las fronteras de las organizaciones permite observar la naturaleza de los intercambios. La gestión de conocimiento inter-organizacional toma la forma de una gestión en esos espacios de interacción.

7 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO EN LAS ZONAS FRONTERIZAS

El tercer caso que analizamos en esta tesis nos permitirá profundizar en los procesos que se desarrollan a nivel de las articulaciones entre grupos de investigación, mirando en particular uno de esos grupos en el sector de las ciencias de los materiales. El caso se refiere a un laboratorio involucrado en una dinámica colectiva de gran tamaño en el sentido que pertenece a un conjunto de centros de investigación que se están reuniendo para formar un polo en micro y nanotecnología de 4000 personas, de las cuales 1000 son estudiantes, en Grenoble (Francia).

7.1. ¿Cómo se articulan los laboratorios universitarios de materiales a un polo de micro y nanotecnología?

Se trata del caso de un laboratorio de investigación en ciencia e ingeniería de los materiales que reúne casi 100 personas de las cuales 40 son investigadores y profesores de planta y 50 doctorantes y post-doctorantes que pertenecen al Instituto Politécnico, a la universidad y al Centro Nacional de Investigación Científica. Hace más de 30 años, en 1977, con otros tres laboratorios (dos sobre materiales y un laboratorio de ingeniería papelera), se involucró en la creación de una plataforma tecnológica (en esa época se llamaba “servicio común”) para la caracterización de los materiales.

La idea inicial era reunir, crear un servicio para agrupar los recursos y las fortalezas en el campo de la caracterización de materiales. De hecho, necesitamos equipos científicos que son muy caros, y ya a esa época los laboratorios expresaron que no hay necesidad de comprar uno para cada uno, no podemos hacerlo. Así que la idea de compartir, unir para la compra de equipos comunes, y posteriormente la puesta en común de la operación: eso es la base, dos grandes ideas: unirse para comprar y para el funcionamiento (responsable de la plataforma).

7.1.1 La dinámica de Minatec y el acercamiento entre plataformas tecnológicas

Treinta años después, una dinámica colectiva local, que agrupa a varias instituciones de investigación y de transferencia tecnológica, industriales y autoridades políticas, impulsa la idea de ir más allá en las acciones federativas y construir un gran polo sobre micro y nanotecnología (Minatec). Ya existen localmente varias plataformas tecnológicas compartidas accesibles a varios grupos de investigación mientras que a nivel de las entidades, tanto el Instituto Politécnico como el Centro Nacional de Investigación Científica están agrupando sus laboratorios de investigación para darles más visibilidad internacional. El politécnico reduce sus 39 laboratorios a 25. También los actores locales (académicos, empresarios y políticos) desarrollan un discurso enfocado en la necesidad de acercar la investigación fundamental y el desarrollo técnico, los laboratorios públicos y las empresas, y mezclar las disciplinas.⁹⁰

En este contexto, los investigadores se dieron cuenta que podría ser relevante agrupar las diferentes plataformas tecnológicas que ya existían y que tenían similitudes. Sería racional reunir las y permitir que los investigadores circularan entre ellas para aprovechar una estructura más amplia de instrumentos costosos. Se desarrolló entonces un discurso, una nueva problemática, hablando de economías de escala, de la ampliación del parque instrumental, de compartir el conocimiento, de dar más visibilidad y mejorar la capacidad de la ciudad de atraer a los mejores estudiantes, investigadores e industriales.

En realidad, la dinámica de acercamiento entre laboratorios y plataformas ya tenía una larga historia local. No solamente a finales de los años 1970, el laboratorio se acercó a otros tres para construir una plataforma compartida, sino también, a mediados de la década de 1990, los responsables de varias instituciones científicas locales se reunieron para definir una política científica local común alrededor de un líder científico a identificar (Vinck, 2013), examinar aproximaciones y nuevas sinergias posibles entre instituciones, crear las condiciones favorables

⁹⁰ Para el relato de esta dinámica local, ver el texto de Vinck (2013), El ensamblaje agitado de una ciudad de saberes e innovaciones: el caso de las nanotecnologías en Grenoble.

para que sea posible una nueva hazaña científica, identificar temas transversales, impulsar proyectos unificadores y reforzar el proceso de articulación entre las instituciones y las infraestructuras de investigación que comenzó en 1987-88 (puesta en común de instrumentos costosos de investigación en el campo de la microelectrónica y el estudio de nuevos materiales, construcción de una plataforma en microelectrónica para la formación de ingenieros, organización de federaciones de laboratorios que se pusieron de acuerdo para abrir el acceso a sus equipos técnicos). Por ejemplo, el Centro de Proyectos en Microelectrónica Avanzada (CPMA), laboratorio domiciliado en el CEA⁹¹, facilitó el acceso de los investigadores que pertenecen a la federación hacia plataformas tecnológicas compartidas. En realidad, como este acceso no fue siempre tan fácil como estaba previsto, conformaron otras federaciones, por ejemplo, la *Fédération Micro Nano Technologies* (FMNT), que reúne a seis laboratorios para elaborar proyectos conjuntos y poner en común los medios logísticos, particularmente el acceso a las plataformas tecnológicas. De igual modo, ensamblan reagrupaciones de laboratorios asociados a industriales. Estas dinámicas muestran que la construcción de las reglas de coordinación y la estabilización de condiciones de trabajo favorables preocupan a los actores locales ya desde hace mucho tiempo. De este contexto resulta, no obstante, un consenso evidente en cuanto al interés de todos los actores hacia nuevas infraestructuras de investigación, locales e instrumentales.

El desarrollo de Minatec, a comienzo de los años 2000, y sus plataformas de investigación se inscriben en la misma tradición de agrupar, articular y coordinar a varios actores locales de la tecnociencia. Se supone que, más allá de reunir investigadores, debe crear una vinculación interactiva entre la investigación fundamental y aplicada, la transferencia tecnológica y la I+D industrial, y la enseñanza. Este polo en micro y nanotecnologías no es la última etapa en esa trayectoria de acercamiento entre los actores. Apenas Minatec está inaugurado, se convierte en la primera etapa para la construcción de otras infraestructuras complementarias: Nanotec 300 (I+D de nanoelectrónica sobre placas de silicio de 300mm), Nanobio (articulación de las

⁹¹ CEA: *Commissariat à l'énergie atomique*.

nanotecnologías y de las biotecnologías), Clinattec (para la incorporación en el medio médico de los micro y nanosistemas, en particular en neurofisiología y gerontología), Minalogic (polo de competitividad para la articulación del material y del software embebido), etc.

“La ciudad se orienta así masivamente hacia el desarrollo de soluciones miniaturizadas inteligentes: chips complejos en los cuales se integra el material y el software, las capacidades de inteligencia y de comunicación. Cada vez se añaden más actores al ensamblaje, particularmente empresas que instalan sus laboratorios de investigación para gozar de sinergias locales, incluidos los sectores de la energía y de la salud.” (Vinck, 2013, p. 156).

Así, cuando surgió el proyecto Minattec a finales de los años 1990 y su realización a comienzo de 2000 (inauguración de los nuevos edificios en 2006), era evidente la dinámica local hacia una convergencia entre instituciones y disciplinas, entre la investigación, la enseñanza y la industria, con un soporte grande de los políticos. El laboratorio que estudiamos más de cerca decidió participar en esa dinámica alrededor de las micro y nanotecnologías y en el agrupamiento de las plataformas tecnológicas.

7.1.2 Un acercamiento prudente

Los investigadores se involucran en esa dinámica de agrupamiento pero están muy conscientes que acercarse los unos a los otros, mezclarse, formar arreglos híbridos o fusionarse no es fácil. Puede también ser riesgoso para sus recursos, su identidad científica e institucional, y su dinámica. El acercamiento entre plataformas no es nada evidente. Las instituciones tienen recursos y estrategias muy diferentes y cada una está buscando mejorar su visibilidad, sus recursos, su capacidad para atraer los fondos europeos y a los industriales, así como su peso en las decisiones de política nacional.

Tenemos mucho que ganar si somos capaces de gestionar las relaciones. Y ellos también tienen que ganar en el sentido que se abre un campo más académico, la investigación más fundamental... cuando todavía están en investigación aplicada y de muy corto plazo.

*Y ambos deben coexistir. **La investigación aplicada sin una mirada hacia la investigación fundamental está muerta.** Es como si alguien que va en el desierto sano y todo bien, pero que no tiene reserva, después de tres días, está muerto a pesar de que estaba en perfecto estado de salud cuando entró en el desierto. (Director de grupo de investigación).*

Los investigadores están convencidos de todas las ventajas de converger y armar sinergia, al mismo tiempo que son conscientes que viven en culturas muy diferentes de un laboratorio al otro: los laboratorios de la Universidad, del Instituto Politécnico y del Centro de Nacional de la Investigación Científica están más cerca de la investigación fundamental y de las publicaciones académicas; los laboratorios del CEA están más preocupados en la investigación aplicada al servicio de las empresas y en la transferencia tecnológica. Había proyectos de fusión de laboratorios de ciencia de los materiales entre esos organismos, uno más académico, el otro más al servicio de las empresas. Los investigadores se involucraron en esos procesos de agrupamiento durante mucho tiempo, pero la fusión no tuvo éxito. Dicen que es a causa de las diferencias culturales entre las entidades y que conocerse mejor podrá abrir nuevas posibilidades. En realidad las diferencias son numerosas: de un lado hay muchos estudiantes, incluyendo extranjeros y del otro lado hay muchas relaciones con industriales muy sensibles al tema de la propiedad industrial; de un lado, está el ritmo del año académico y los profesores comprometidos con clases y del otro lado el ritmo de la competición industrial internacional; del lado académico trabajan más en los materiales y del lado de la entidad de investigación tecnológica más en las tecnologías y en el proceso de producción (por ejemplo, las tecnologías de procesamiento de materiales por plasma no es la misma en los dos lados). Los dos laboratorios tienen también relaciones con industriales pero que están a veces en competición; agrupar a los laboratorios puede generar problemas con sus socios industriales. La idea de converger en las nanotecnologías tampoco es muy evidente porque los dos laboratorios siguen trabajando en varios temas que en su mayoría no son a nivel nanoescalar. La convergencia les parece una buena idea pero que deben tomar con precaución y para la cual todo el camino

queda por construir. La idea de acercarse dentro de la dinámica de Minatec genera discusiones dentro del laboratorio.

Se pidió que el debate... se discutió, se debatió en el laboratorio. Pero es bueno, se ha discutido, fue... mucha discusión, tuvimos reuniones, tenemos una gran cantidad de preocupaciones sobre el caso, pero venimos aquí sabiendo que nosotros, nuestra política, es en primer lugar, la integración de Minatec, y buscamos fortalecer, desarrollar, cualquier cosa que no gire en torno a micro y nano.

De forma muy prudente entonces los investigadores se reúnen para aprender a conocerse.

Es evidente que se deben crear vínculos. La gente quiere trabajar con los demás, para tener acceso a más equipos, a más potencial de cada lado. Así que es por eso que hemos organizado esta serie de reuniones... siete hasta en el verano en diferentes áreas... es sobre todo un aprendizaje, es sobre todo un descubrimiento mutuo. Pero, por supuesto, este descubrimiento recíproco, no se quedará... en cualquier caso, se espera que esto no se quedará infértil. Esperamos que llevará en primer lugar a un mejor conocimiento recíproco, en colaboración más intensa, y, posiblemente, la creación de proyectos... Ambos proyectos científicos en el sentido de la idea de investigación, pero también proyectos de adquisición de materiales, equipos, etc. (director de grupo de investigación).

Además, a nivel temático, si la dinámica colectiva local empuja una orientación hacia las nanotecnologías, no todo lo que se hace en los laboratorios de investigación se reduce a este campo de investigación. Es entonces interesante mirar como los actores contextualizan su trabajo frente a los nanos. El discurso dominante hacia las nanotecnologías es localmente tan fuerte que los investigadores se posicionan al respecto, a veces con ambigüedad. Por ejemplo:

“Yo no hago nanotecnología, pero si el material que servirá para hacerlo...nosotros trabajamos sobre el sustrato”.

Se observa una vinculación de las nanotecnologías con los dispositivos y por ello se alejan de esa definición. Ellos hacen el material que en algún momento se podrá incorporar al dispositivo. Se genera entonces una conexión temporal, a futuro, con las posibilidades que su trabajo le abre a

quienes identifican como los que hacen las nanotecnologías (los dispositivos). Los investigadores de este laboratorio vienen de la química y se asocian a la ciencia de los materiales, no importa el tamaño del material. Entonces no se definen por el hecho de trabajar a nivel nanoescalar. Que trabajen a ese nivel o no, eso no es la base de su identidad profesional. El material a nivel nanoescalar genera algunos intereses por sus propiedades diferentes y por los resultados diferentes que aporta pero no es el punto clave de su trabajo. Además, se especializan en la caracterización. El hilo conductor es la espectroscopia como técnica de caracterización. Con las nanotecnologías el material es diferente y nuevo; es original. La idea es intentar producir un material diferente. Todavía la técnica para hacerlo no existe, pero eso es su idea. Así, en términos de proximidad, se ve que los investigadores a la vez expresan alguna distancia y rechazan su reducción a los nanos, y manifiestan puntos de convergencia: la originalidad del material que les atrae la atención y el hecho de producir un material diferente, y la caracterización. Además, la proximidad física con los grupos del CEA les parece interesante. Un investigador plantea:

“Quienes tienen temas próximos están físicamente próximos”.

7.1.3 Los aprendizajes en las interfaces

Aprender a conocerse como grupos de investigación parece el primer paso para avanzar en la mutualización de los instrumentos y en la construcción de proyectos de investigación común, pero no es suficiente para articular un espacio dentro del cual el conocimiento podría circular. Varios problemas surgen en la discusión, por ejemplo:

- *El conocimiento de las personas dentro de los grupos de investigación y de las plataformas.*
Por ejemplo, para acceder a los equipos, en palabras de un investigador:

« Normalmente, no hay problema; pero a veces, sí, eso depende de las personas. No es necesariamente una cosa de grupos. »

- *El acercamiento de las tarifas de acceso y de uso a las plataformas:* acercar a los investigadores implica facilitar los intercambios y el trabajo, incluyendo los pagos para el uso

de los instrumentos de los otros. Si cada uno tiene su propia manera de hacer el cálculo de los costos y precios, la cooperación se volvería imposible y las operaciones de pago totalmente repulsivas. La idea es construir procedimientos transparentes y costos similares, como una condición que facilitaría la circulación de la gente y del conocimiento.

- *El acercamiento de los procedimientos administrativos* para el acceso a las plataformas: la idea es que no habrá mucho que hacer en cuanto a trámites pero hay que monitorear a las personas que circulan de una plataforma a la otra para que los servicios financieros sean conscientes de lo que se hace. Una formalización mínima debería facilitar la construcción de un espacio científico común.
- *La anticipación de la división del trabajo a nivel del mantenimiento de los equipos.* Los servicios técnicos se encargan cada uno de las máquinas de su lado, pero también una co-construcción del servicio podría ser una condición impactante sobre la producción científica.
- *La definición del funcionamiento* entre otros elegir un modelo de tipo “auto-servicio” que necesita educar a los científicos usuarios de los instrumentos o un modelo de “taquilla” que necesita construir una división del trabajo entre investigadores que especifican lo que quieren y los técnicos e ingenieros que accionan a las máquinas, e imponer más formalismo a los investigadores. Y algunos modelos pueden ser incompatibles con las prácticas de las partes implicadas en las relaciones inter-organizacionales. Por ejemplo, los investigadores del laboratorio universitario ven al personal del CEA como funcionarios que “gestionan” la ejecución del trabajo experimental, pero no lo hacen directamente. Desde su punto de vista, al “dirigir, pero no hacer”, se pierde el proceso de aprendizaje ligado al trabajo exploratorio y al desarrollo de competencias instrumentales. El esquema de “recibir un servicio” sin implicarse en el desarrollo de los procesos de producción y caracterización de materiales puede no ser compatible con las prácticas científicas de los investigadores del laboratorio universitario.
- *La definición del uso autorizado de los instrumentos:* un uso como cajas negras que los investigadores no pueden modificar versus un uso tipo bricolaje exploratorio como el que

les gusta a los investigadores que quieren tener la maestría de lo que sucede. La idea de compartir las plataformas se completa con la idea de introducir una división entre el laboratorio (donde el bricolaje sea posible) y las plataformas (donde los usos estandarizados son la prioridad). También el problema de la convergencia entre las plataformas tiene que ver con las limitaciones específicas que se relacionan con el uso para la educación (grupos de estudiantes en las plataformas a ciertas horas no negociables), para la investigación exploratoria, y para la transferencia tecnológica (estandarización de los procedimientos, estabilización de los arreglos de los instrumentos, el acceso de los industriales).

El caso de este laboratorio, entonces, nos parece muy interesante para analizar y profundizar nuestra investigación sobre las dinámicas de gestión de conocimiento entre organizaciones. En el fondo, el caso tiene muchos elementos comunes al caso del CENM (discurso de las sinergias entre grupos de investigación, del acercamiento al desarrollo industrial, de la convergencia con las nanotecnologías) pero parece enraizarse de una forma más profunda en los discursos de política científica local (los discursos que vienen de las instituciones de investigación, de los industriales y de los políticos locales) además de su sinergia con los discursos de la política nacional (Paris) o europea (Bruselas), en la historia local, en la costumbre de hablar entre instituciones y de una trayectoria de más de 30 años de agrupamiento de laboratorios y de gestión común del acceso a los instrumentos. Entonces, estudiarlo para entender cómo se maneja el conocimiento inter-organizacional nos puede aportar al análisis de los mecanismos. Ya identificamos una lista de mecanismos con respecto a la gestión del acceso cruzado a las plataformas tecnológicas de cada uno: conocimiento mutuo, ajustes de las tarifas, de los procedimientos administrativos, de la división del trabajo de mantenimiento, de la definición del modelo de funcionamiento y del uso de los instrumentos. La presencia industrial también hace mas evidente la diferencia entre las dinámicas de exploración y explotación (March, 1991) que eran mas marginales en el CENM y que mostraron ser dinamizadoras en NanoAlpha.

7.1.4 La dinámica innovadora

Con su participación en MINATEC, el laboratorio se encuentra involucrado en una dinámica colectiva orientada hacia la innovación. Debe participar en el panorama que se construye entre:

- la dinámica técnico-económica industrial o la construcción de soluciones a los problemas de la sociedad (desarrollo sostenible, salud) que pasa por la innovación, la puesta en marcha, la I+D, la transferencia de conocimiento y de tecnologías, la invención de nuevos conceptos tecnológicos y la investigación aplicada;
- y la dinámica de la investigación, de la producción de conocimiento fundamental y de nuevas perspectivas, la educación de jóvenes investigadores y de ingenieros.

La idea es evitar que haya fronteras y obstáculos a la circulación del conocimiento, de las nuevas ideas, de la identificación de problemas o de necesidades. Eso implica también evitar los obstáculos a la circulación de las personas. La dinámica colectiva se refiere a una teoría de la innovación que considera que el éxito no viene solo de la creatividad científica, ni de la dinámica empresarial y de su conocimiento de los mercados, y tampoco viene de una buena anticipación y planeación de un proceso lineal que pasaría de la ciencia fundamental hasta el desarrollo industrial. Al contrario, se refiere a la innovación como resultado de una dinámica en la cual ideas, problemas y conocimientos pueden circular de lo más fundamental a lo más aplicado y viceversa. Lo importante es tener actores eficientes en toda esta red y que se conectan los unos a los otros, que no son puntos aislados. Esta perspectiva implica que el laboratorio universitario se comprometa a acercarse al laboratorio de transferencia tecnológica, el cual funciona más en una lógica de servicio a la industria. El laboratorio se encuentra entonces en la articulación entre educación de jóvenes investigadores e ingenieros, investigación fundamental y publicaciones académicas de alto nivel internacional, y transferencia tecnológica.

Además, con la idea de impulsar una dinámica innovadora, el colectivo no se limita a seguir las necesidades que expresan los mercados y las empresas sino también imaginar las tecnologías y los productos del futuro, cosas tan nuevas que todavía no existe un mercado para ellas. Y como, de otro lado, la idea es desarrollar cosas que tendrían un éxito en la sociedad y en los mercados,

la estrategia es también acercarse a la sociedad, de sus transformaciones y de usuarios potenciales para inventar los usos y definir las nuevas especificaciones. En ese marco, se desarrolló un laboratorio de estudio de los usos (IDEASLab) así como muchas conexiones con investigadores de ciencias sociales (estudio de las prácticas de uso con tecnologías o de las nuevas dinámicas socio-económicas por ejemplo) y humanidades (para el estudio del imaginario, por ejemplo). Se armaron varios proyectos de investigación con laboratorios de micro o nanotecnología, de ciencia de los materiales, de ciencias sociales, y con empresas. Por ejemplo, trabajaron durante varios años en cooperación entre una empresa de lentes con sus cristalógrafos, los laboratorios de microelectrónica y sociólogos para explorar las posibilidades relevantes con respecto a las gafas del futuro con inteligencia en el lente. La investigación conjunta exploraba también el acoplamiento cada vez más estrecho entre el artefacto y el cuerpo, la miniaturización de las técnicas y su portabilidad hasta su incorporación, como tantas prótesis informacionales o comunicacionales que cambian el estatus clásico de los artefactos, reposando en la exterioridad, y sus conexiones con una red sociotécnica específica (Veyrat, Blanco, Trompette, 2007). Otros proyectos tuvieron lugar entre investigadores en microtecnología, médicos y sociólogos con respecto a la experimentación de una tecnología de detección de las crisis de epilepsia, desplegada en el domicilio familiar. Se analiza también la confrontación de diferentes experticias que colaboran para el mejoramiento del algoritmo de detección de las crisis y la transferencia de la tecnología hacia la institución socio-médica (Soler y Trompette, 2010).

También, tratan de pensar en el tema de innovación abierta, de *crowdsourcing* y de análisis y discusiones de nuevos modelos de negocio. Esos temas no están solamente a cargo de un laboratorio especializado sino que desarrollan articulaciones transversales y una cultura local alrededor de la innovación. Entre otros, cada semana se organiza una charla a mediodía⁹² para al menos 100 personas, con un espacio al final con sándwiches y bebidas con el objetivo de generar ámbitos de intercambio entre los asistentes. Se tratan temas transversales a las

⁹² Denominado “Midi MINATEC”.

variadas instituciones (laboratorios de investigación, empresas, universidades) y disciplinas. Los temas tratan por ejemplo de nuevos equipos o plataformas accesibles a todos localmente, de los procedimientos (para acceder a tal o tal plataforma, al servicio de patente), del estado del arte y de la situación mundial (a nivel de la investigación, del desarrollo industrial y de los mercados) en ciertos campos tecnológicos, pero también de los riesgos con las nanotecnologías, de los procesos de innovación, del debate público sobre la orientación de la investigación, de las prioridades hacia la educación de los jóvenes, etc. Entre otros, tuvieron lugar unas conferencias organizadas por IDEASLab en las que incluyeron una mesa redonda sobre ¿Cómo innovar y crear valor?, con una visión de apertura entre instituciones:

Para la “mesa redonda” armaron en la tarima del auditorio de MINATEC un espacio con sillones en el que los distintos participantes daban la idea de estar en una “sala de amigos”. La disposición transmitía una situación de ausencia de jerarquías, de un intercambio en el que todos tenían algo que aportar al proceso. Los participantes eran el director de un Laboratorio de aplicaciones electrónicas de un grupo industrial, una profesora universitaria en gestión de la innovación y directora de un equipo de investigación, el presidente de un instituto europeo de estrategias de creatividad e innovación, y el director de un fondo de inversión y acompañamiento de pequeñas y medianas empresas. Los intercambios giraron en torno a la innovación abierta, a la necesidad de la participación en los procesos de actores con vocación distinta. La “apertura” también la querían transmitir en el formato usado para la “mesa redonda”. Los invitados, en una intervención tipo conversación, en una “sala de amigos”, en la cual cada uno tenía algo que aportar a la pregunta que guiaba el encuentro: ¿Cómo innovar y crear valor? Este formato tipo “show de innovación abierta” daba la idea de que la innovación es un proceso en el que se debe dar entrada a múltiples actores y experticias” (Notas de campo, 20 de marzo de 2009).

Se busca también cómo articular mejor la investigación con la sociedad civil, a través de los debates públicos, de lugares que se pueden visitar (ciencia abierta a los ciudadanos) y de la asociación con actores locales, como los políticos (debates), el hospital universitario (nano-bio,

incorporación de las nano y microtecnologías en el medio médico), los artistas (taller de exploración de las nuevas tecnologías por bailarines o escultores), y el medio empresarial tradicional de la papelería y de la industria textil (para imaginar papeles y textiles inteligentes).

Todo este conjunto de actividades y el discurso y ambiente que les rodea produce un entorno particular a los laboratorios de ciencia de los materiales. Si los investigadores siguen enfocados sobre sus temas de investigación, permean en los laboratorios algunos discursos hacia la innovación que influyen sobre el significado que los investigadores atribuyen a lo que están haciendo, sobre la orientación global de sus investigaciones y sobre su forma de actuar con respecto a otros actores (otros laboratorios, industriales y ciudadanos).

En el caso de este laboratorio de ciencias de los materiales, se impulsó la creación de una empresa, asociada a un conocimiento muy cercano a lo que hace el laboratorio.

“Son muy ligados [la empresa y el laboratorio]. Hacen la investigación conjuntamente.”

“En realidad, hacemos pasar el conocimiento, el saber-hacer del laboratorio,... se lo damos a una empresa. Se llama transferencia tecnológica. En realidad, la empresa, la hemos construido para hacer una transferencia de tecnología, de los conocimientos del laboratorio hacia la empresa, hacia la economía.”

La articulación con la empresa es otro tipo de convergencia a la cooperación con otros grupos de investigación o con la otra plataforma. El hecho que se trata de transferencia de conocimiento, no quiere decir que la convergencia sea evidente. Si hay acoplamiento entre sus intereses y los del laboratorio el hecho que sea una empresa pequeña y joven le implica tener flexibilidad para cambiar de dirección con respecto a las oportunidades del mercado.

“Como la empresa es joven, a menudo los objetivos pueden cambiar rápidamente. Eso depende del avance que tiene y también depende económicamente si la empresa se da cuenta que el tema es fácil, ella puede generar dinero y avanzar en el tema, mientras que el laboratorio tiene la tendencia a seguir la misma dirección. Eso puede ser diferente”.

Hay diferencias en la cultura de la empresa y del grupo de investigación universitario. Hay diferencias entre las organizaciones con una distancia cultural que es más fuerte que la proximidad espacial y de tema. Los miembros del laboratorio que están en la interfaz o zona fronteriza de la colaboración (los directivos y los doctorantes CIFRE⁹³) se apropian de las dos visiones y se vuelven mediadores de la articulación. Eso tiene que ver con lo que sucede en la interfaz, pero también dentro del laboratorio: temas de las tesis CIFRE, proyectos de investigación, gestión del conocimiento, equilibrio entre actividades internas y con la empresa.

7.1.5 Los cambios con MINATEC

Con esas dinámicas (innovadora, hacia las nanotecnologías, fusión de laboratorios, agrupación en un gran polo) que sobrepasan al laboratorio, algunos de los investigadores llegan a cambiar su manera de trabajar pero no todos. Algunos minimizan los cambios:

“No cambié mi manera de trabajar”.

“[En la fusión] como el laboratorio más grande era el mío antes, es el más grande que impone la manera de trabajar y guarda la misma orientación que antes”.

Así, si varios investigadores expresan el sentido de “hacer parte de algo que es visible internacionalmente”, en el corto plazo no se perciben fuertes cambios en las prácticas cotidianas de trabajo. Aunque se introdujeron cambios en la organización del trabajo.

“Hay una persona que organiza el trabajo de los técnicos para que los técnicos de todos los grupos y de todos los antiguos laboratorios... trabajen juntos”

Pero a otros investigadores les parece que el acercamiento todavía no es tan grande. Hablan de diferencias en las culturas organizacionales que hacen que la proximidad espacial no sea suficiente. Para otros, el impacto de la construcción de un polo no es tan grande:

⁹³Convenios Industriales de Formación para la Investigación. Convenio entre una empresa, un laboratorio universitario, un doctorante y el Estado para la realización de un doctorado en la empresa.

“Alejarse espacialmente de colaboradores cercanos relacionalmente y no acercarse suficientemente a nuevos vecinos”.

7.2 El problema del conocimiento frontera: punto de convergencia entre las organizaciones

Este caso contribuye a comprender en particular cómo se gestiona un conocimiento frontera, entendido como aquel que se genera en las interacciones o “zonas fronterizas” entre distintos actores. Vimos en la presentación del caso que los actores quieren aproximarse pero también son muy prudentes y conscientes de los riesgos ligados a tal acercamiento. No pretenden borrar del todo las fronteras entre organizaciones. Preparan como abrir los espacios y facilitar las circulaciones, pero sin desaparecer las organizaciones y sus fronteras. En consecuencia, el tema de las fronteras sigue siendo muy relevante para pensar la gestión del conocimiento. El problema es más visible en este caso, pero mirando los casos NanoAlpha y CENM, ya estaba presente también. Aquí se evidencia porque Minatec no es un todo homogéneo, se dan múltiples formas de colaboración, de federarse, de interconectarse. Los laboratorios viven reestructuraciones para ser parte de esquemas más grandes y fortalecidos. Por ello toma relevancia la manera como construyen y gestionan el conocimiento en esos ámbitos.

7.2.1 La fusión

La fusión de laboratorios es una forma de arreglar su convergencia, pero tampoco es una solución simple ni eficiente como lo mostró el caso de la fusión de otros laboratorios de Minatec en microelectrónica (Vinck y Zarama, 2007; Zarama y Vinck, 2011). Ya que, dentro de un mismo laboratorio existen varios grupos de investigación que deben cooperar al menos a nivel organizacional. Es interesante, por ejemplo, mirar las reglas que definen la cooperación financiera entre los grupos dentro de un mismo laboratorio. A partir de un estudio etnográfico sobre las trayectorias de dos laboratorios de química y de biología, Séverine Louvel (2007) mostró que estas reglas financieras no emanan de los perfiles de los laboratorios (en términos de talla, de actividades o de los presupuestos). Se explican al contrario por el proyecto colectivo,

indisociablemente científico y organizacional, que estructura la evolución de cada laboratorio. Cada laboratorio elige una manera particular para mutualizar una parte de los contratos de sus grupos. Las formas internas de cooperación entonces tienen que ver con los distintos proyectos, con las concepciones que cada uno tiene del rendimiento colectivo a la escala del laboratorio y con los sistemas de intercambio entre los equipos para promover la cooperación y el desempeño colectivo.

En el caso de los dos laboratorios de microelectrónica que se fusionaron, Zarama y Vinck miraron los procesos de gestión y muestran con su estudio las dinámicas sociales, organizacionales, técnicas y cognoscitivas que se generaron con la fusión y la institución de un nuevo laboratorio como entidad pertinente de la producción de conocimientos científicos. Los laboratorios estaban incitados a fusionarse de parte de su institución de pertenencia por razones de economías de escala y de mejor visibilidad. Dentro de los laboratorios que se preparaban para fusionarse, la fusión se había vuelto un tema de discusión porque la fusión, desde su punto de vista, se derivaría en una reducción de la visibilidad de cada uno de los laboratorios anteriores y de sus temáticas, en una disminución de su control sobre los recursos y su propia dinámica científica, y a una gestión más pesada en el nuevo laboratorio. Piensan también que podría ser una buena oportunidad para construir puentes entre varios proyectos de investigación. Pero la fusión no está garantizada. Las diferencias pre-existentes no se reducen fácilmente. Tres años después de la fusión, sus miembros siguen hablando de ella como si fuera un cambio actual.

El laboratorio de física de semiconductores tenía 23 años, estaba integrado por 50 personas, entre ellas, doce investigadores puros. Aparte de algunos instrumentos de caracterización que se quedaron en su propio edificio, pusieron sus equipos de experimentación en una sala limpia de microelectrónica compartida (Plataforma Interuniversitaria de Microelectrónica) al servicio de la docencia y la investigación, en un edificio alejado. Gradualmente se agregaron otros laboratorios e instituciones de educación para utilizar la plataforma, con la consecuencia que el acceso a sus propios equipos se había vuelto complicado; la plataforma era cada vez más utilizada por la enseñanza. El segundo laboratorio era de electromagnetismo y optoelectrónica.

De tamaño igual pero más joven, estaba compuesto de profesores, de técnicos y de estudiantes de posgrado. Tenía su propia sala limpia, en su edificio, para los componentes ópticos. Los dos laboratorios estaban trabajando en temas diferentes.

Ambos laboratorios eran diferentes también en cuanto a la cultura del trabajo. Con respecto al primer laboratorio, se dice que había un espíritu de familia, una gestión centralizada y compartida de los recursos de investigación, trabajando sobre temas a veces desconectados de toda aplicación. Los investigadores fluían con facilidad de un tema a otro y tenían muchos intercambios. Los temas estaban entrelazados; todos trabajaban en el silicio. "*Fue un laboratorio colectivista*" dice uno de ellos. En el otro laboratorio se gestionaba de acuerdo con principios muy diferentes; cada investigador o grupo de investigación era autónomo en la gestión de sus recursos, tenía una autonomía financiera, con principios liberales. Cada investigador trabajaba en un tema especializado. El laboratorio era conocido como un lugar donde había muchas luchas entre investigadores, compitiendo por los contratos con los industriales, descuidando la investigación fundamental. Ambos laboratorios representan dos modelos extremadamente diferentes. Su fusión no se daba por sentado aunque ambos empezaron a identificar algunos intereses comunes para fortalecer la actividad científica. Ya había algunos intercambios informales y colaboraciones ocasionales entre investigadores de los dos laboratorios. Cuando se produjo la fusión se vieron en la obligación de encontrar temas comunes e instrumentos que servirían para ambos, pero encontraron una intersección casi vacía: "*Pensamos que el común era de 5 % o tal vez 10 %*". Trataron de iniciar la cooperación al menos sobre un tema pero no funcionaba bien. Crearon un puesto de profesor que fuera común, cuya investigación sería transversal, pero rápidamente se acercó más a un grupo que al otro. Trataron de lograr la fusión, más allá de la institucionalización de un nuevo laboratorio agrupando los dos antiguos, buscando elementos de convergencia temática, de convergencia social (intercambios informales preexistentes y creación de recursos humanos adicionales transversales) y de convergencia instrumental (compartir y buscar complementariedades). También hicieron un replanteamiento de la organización y la gestión pero allí tampoco se logró porque sus lógicas de gestión anteriores eran muy diferentes. Fusionaron la contabilidad y

reclutaron un gerente externo, neutral con respecto a los dos laboratorios para facilitar el acercamiento. La situación fue tensa y para los administradores la adaptación fue muy difícil.

Tres años después de la fusión, el nuevo laboratorio incluye más de 130 personas, la mitad son estudiantes de doctorado, pero pocas cosas cambiaron. Se han mantenido en el mismo lugar y los investigadores han permanecido en los mismos puestos y temas. Dicen que: *"todavía estamos separados en la cabeza"*; *"El nivel de agregación aún no es muy grande"*. Otros, más radicales, dicen que no entienden por qué los laboratorios se han fusionado; no observaron ninguna diferencia. Los más positivos dicen que la fusión todavía es un proceso que no se ha acabado. Sin embargo, la gestión de los servicios es ahora común, también los servicios informáticos, las salas de caracterización, la comunicación y los seminarios de investigación. La fusión pasó primero por la convergencia administrativa (un polo de secretarías y personal administrativo, pero muchos todavía no aceptan el nuevo modelo de gestión y se refieren con nostalgia a su modelo anterior), la convergencia gerencial (un Comité Directivo y un Consejo de Laboratorio), una convergencia en la parte instrumental (red, computadores y algunos equipos), una convergencia a nivel de la imagen y de la comunicación externa y una convergencia social (talleres doctorales y fiestas como la cena de Navidad y dos días por año en la montaña). Pero, a nivel científico, casi no hay ninguna convergencia. Las actividades científicas siguen siendo diferentes. La ausencia de interacción no se explica por diferencias personales entre los investigadores, pero no se mezclan. Cada laboratorio sigue trabajando en un piso diferente con su propio espacio de descanso y su máquina de café. Se estructuraron en seis temas pero cinco de los seis son temas anteriores de los antiguos laboratorios y el sexto, que es transversal, es marginal y recibe poco apoyo. Cada tema corresponde a un grupo de investigadores, de estudiantes de doctorado, de técnicos, de proyectos y, a veces, tienen su propia tecnología. Los seminarios podrían ser mediadores de la convergencia; investigadores, doctorandos y técnicos están invitados a reunirse en esos seminarios de investigación que son interesantes para la animación científica. En realidad, la participación es muy baja (7 a 15 personas de los 130 miembros) y asisten solamente los que tienen un interés directo con el tema programado. Los instrumentos podrían también jugar un papel mediador. La integración de los recursos técnicos,

en realidad, es marginal: el primer laboratorio que comparte sus equipos con otros en la plataforma se enfrenta a grandes dificultades de acceso a sus equipos. Por otra parte, la organización anterior de la gestión de los equipos no se ha reestructurado. La responsabilidad de los instrumentos se encuentra a cargo de técnicos especializados que no producen ninguna transversalidad en parte por razones limitantes asociadas a los materiales trabajados (ejemplo: no mezclar el vidrio y el silicio porque hay incompatibilidades o riesgos de contaminación). Las técnicas son diferentes; los investigadores continúan trabajando en los instrumentos de sus antiguos laboratorios, ya que por lo general no necesitan de otros instrumentos. Sin embargo, los técnicos dicen que tienen más intercambios entre ellos que los que han logrado los investigadores.

Para la gestión de conocimiento inter-organizacional, ello nos muestra que las condiciones sociomateriales pueden ser mediadoras para facilitar los intercambios, pero también para obstaculizarlos. La incompatibilidad de materiales, es un punto de divergencia. Generar relaciones en este escenario puede exigir armonizar las prácticas y hacer un esfuerzo adicional de equipamiento cuyos beneficios no son claros para los posibles colaboradores. Ello nos permite resaltar un punto: el balance que hacen los actores entre los beneficios de la colaboración y los recursos o esfuerzos que deben desplegar para lograrla. Cuando la balanza tiene mas peso en el lado del esfuerzo requerido para integrarse, el resultado puede ser no hacerlo. De igual manera que en el caso del CENM, vemos que las políticas impulsan la lógica de la colaboración: “todos juntos logramos más”, pero la manera como se dan las prácticas de intercambios puede contradecir esa lógica. Los actores pueden adoptar la estrategia de pertenecer a algo más grande, más visible, pero internamente no integrarse.

Vemos también aquí que los intercambios que se producen en la “zona fronteriza” de la colaboración no son iguales para todos los actores. En estos casos, por ejemplo, los técnicos han logrado un nivel de interacciones, pero los investigadores no.

Sin embargo, los miembros tienen la expectativa que un día la fusión va a ser un éxito. Están planeando un cambio de edificio en el cual, por fin, podrían mezclarse, un acercamiento de las plataformas tecnológicas y la compra de equipos de gran tamaño que tendrá sentido para varios

temas de investigación. Piensan aprovechar esos cambios para construir una mejor convergencia científica.

La observación del traslado físico (su preparación, su realización y después la acomodación en la nueva instalación) desafortunadamente muestra que todavía esta convergencia no se hizo (cinco años después de la fusión) (Zarama y Vinck, 2011): de hecho, se preocuparon más de la repartición de los metros cuadrados y del trasteo de los instrumentos, que de armar una nueva estructuración científica. Cada uno se preocupó de sus espacios hasta tal punto que nadie se ocupó de la sala de café y descubren después de la mudanza que era demasiado pequeña y que no servía para la convergencia social. Además, la mezcla entre ellos no se dio; en lugar de distribuirse entre dos pisos (cada antiguo laboratorio en su piso), después del trasteo se distribuyen en cuatro pisos con afinidades similares a las de antes. Seguro, dicen, que con el tiempo, la convergencia se hará. Mientras tanto se ve que la gestión (producción, circulación y uso) de conocimiento compartido, no se ha logrado, aún entre entidades que contaban con la misma institución de tutela.

7.2.2 La federación como modalidad de integración organizacional

En el caso del laboratorio de ciencias de los materiales, la fusión anterior, ya muy antigua, no es el tema de discusión. Tienen una identidad común, una gestión común, una política científica común. En el momento de la investigación, en 2007-2009, se trata más de la federación de laboratorios para contar con salas blancas, comprar equipos y gestionar la plataforma; no es para armar ni financiar proyectos. El polo en micro y nanotecnologías existe y reúne a varios laboratorios, plataformas, empresas y escuelas de ingeniería. Pero, con respecto a las plataformas compartidas, los investigadores ponen en evidencia una diferencia grande entre colaboración y servicios. La federación funciona más como un servicio. Además, no opera tan bien como lo esperaban; la plataforma, situada y gestionada por uno de los organismos, el CEA, no se ha vuelto tan accesible como se esperaba. Un doctorante que trabaja la parte óptica y no tuvo que trasladarse desde el campus hasta el nuevo polo dice:

“Sobre todo, nosotros que venimos desde el exterior... yo, por ejemplo, buscaba una sala para mi sustentación de tesis; ellos nos facturan cada cosa muy costosa. El CEA sigue siendo muy cerrado”.

Los bordes organizacionales siguen siendo fuertes. El acercamiento físico no fue suficiente para que las barreras desaparecieran. Entonces, para avanzar en la gestión científica compartida, los investigadores siguen imaginando nuevos dispositivos institucionales y organizacionales para crear una base común de trabajo y una plataforma compartida (CMTC - Consortium des Moyens Technologiques Communs) en su campo de ciencia de los materiales.

7.2.3 Las fronteras científicas: la interdisciplinariedad

Los investigadores del laboratorio de ciencias de los materiales reconocen que la complementariedad entre las disciplinas es importante. Dicen que los materiales demandan varias competencias y materiales de mayor rendimiento:

“eso va de la química a la biología, pasando por la física.”

En otro laboratorio de ciencias de los materiales que trabaja en el mismo campus pero que no pertenece al polo Minatec, también hablan de que se necesitan los unos a los otros, químicos y físicos, al menos para funcionalizar y modificar las características de los nano-objetos. En este grupo de física se revitaliza el rol de la química. En la interfaz entre esas disciplinas, entre grupos de investigación o al interior de un mismo grupo de investigación, se trata de ver cómo cooperar para lograr algunos resultados. Por ejemplo, se produce así un conocimiento original a partir de la funcionalización de los nano-objetos:

“Ahora, tenemos una síntesis original de nanopartículas, que hemos patentado, que desarrollamos. Yo estoy aportando sobre todo el conocimiento en la funcionalización. Entonces, cambio la superficie de los nano-objetos y las propiedades de las superficies”.

La necesidad de una complementariedad interdisciplinaria no implica aprender a hacer la ciencia de los otros. La articulación entre disciplinas en sus fronteras puede involucrar un conocimiento mutuo pasivo:

“Interdisciplinar, pero cada uno puede quedarse en su conocimiento a partir del momento en que logra entender suficientemente el problema del otro.”

También, las colaboraciones se necesitan cuando se acercan a las aplicaciones o puntos de utilidad, o cuando están buscando temas originales.

“Me parece muy importante ser interdisciplinar. Hacer la química por la química no es muy útil. Puede ser bonito, pero no útil... Entonces, toca ser interdisciplinar.”

Es un laboratorio que tradicionalmente trabajaba con los físicos para los cuales la química ofrece nuevas posibilidades. Las fronteras se redefinen y pasan de la síntesis con la química a la caracterización con la física.

“es a menudo un problema cuando uno debe elegir entre la física o la química. ¿Que hacemos? Cuando hacemos la síntesis, hacemos la química; cuando hacemos caracterizaciones, hacemos física...”

Para los químicos la aplicación les acerca también a la biología. Para el laboratorio de ciencias de los materiales que estudiamos, hay una aproximación a la biología por las aplicaciones que llegan de las nuevas áreas de investigación. Del trabajo en esta frontera surgió un nuevo eje de investigación en este laboratorio: los biomateriales.

“Eso, se debe a que recientemente el laboratorio decidió desarrollar su problemática biológica, con los biomateriales.”

“la biología, por ejemplo, es una problemática nueva en el laboratorio.”

Es una interdisciplinariedad que revitaliza las áreas que se tienen en el laboratorio. Un laboratorio de materiales al que llega la biología.

A veces, la frontera entre los investigadores, tiene que ver con el contenido del trabajo, por ejemplo, entre el material y el dispositivo.

No trabajo sobre el dispositivo, sino sobre el material de base. El dispositivo se debe hacer sobre el sustrato. Nosotros trabajamos sobre el sustrato. No hago realmente

*nanotecnologías. Hago lo que servirá para hacerlas. **Trabajo sobre lo que va a servir después.***

*No tengo mucha relación con la gente que hace la nanotecnología porque mi tesis es la primera aquí con este material. Tal vez los otros piensan que hay mucha relación con quienes hacen los dispositivos, pero yo **no tengo mucha relación porque los resultados no son lo suficientemente buenos para hacer dispositivos.** No tengo mucha relación con la gente de nanotecnología y microtecnología. Hay otro tesista que hace los dispositivos, por ejemplo un LED. El objetivo es utilizar mi material para hacer un diodo, pero en este momento intento hacer el material y él intenta hacer el diodo sobre otros materiales. El material todavía no es suficientemente bueno para hacer un dispositivo.*

Vemos que las articulaciones dependen del horizonte temporal de los resultados. El investigador que sabe que su material servirá para un dispositivo, pero cuando se logren unas condiciones de calidad adecuadas. El conocimiento de lo que hacen los otros se da también en términos de unas posibles interacciones a futuro. En el caso descrito, los objetos epistémicos son divergentes por el momento, pero podrán encontrar puntos de convergencia más adelante. El investigador sabe que trabaja un material que se incorporará en el futuro en un dispositivo que, mientras tanto, otro investigador trabaja con materiales alternos. Esta interdependencia genera unas temporalidades de los intercambios. Esa distinción que hacen los actores entre los que trabajan la nanotecnología (los dispositivos) y los que producen los materiales permite establecer una diferencia de identidades, pero también genera posibles puntos de encuentro: “cuando el material cuente con la calidad necesaria se podrá incorporar al dispositivo”. Esos puntos de convergencia son proyecciones de posibles colaboraciones a futuro.

7.2.4 Mediaciones entre laboratorios (objetos/agentes)

Las relaciones entre laboratorios no son solamente un asunto de acuerdos institucionales, de arreglos de procedimientos o de instrumentos compartidos. Es también algo que pasa por los individuos y por varios objetos que permiten que circule o no el conocimiento, que se comparta, que se capitalice y se transmita, etc. A este nivel, las prácticas cuentan mucho.

Así, podemos observar, por ejemplo, a un tesista trabajando en dos laboratorios, circulando del uno al otro y desarrollando sus relaciones también por correo electrónico y por teléfono. Se llevan las muestras de un laboratorio al otro con respecto a las etapas del trabajo y a los instrumentos que necesita, pero también va el investigador para intercambiar los resultados y discutir sobre su interpretación, poner en común temas sobre las muestras o el arreglo de los instrumentos. El laboratorio de ciencias de los materiales tiene la fortaleza de contar con instrumentos y conocimiento para la elaboración y para la caracterización, mientras el otro ha desarrollado competencias en simulación y modelamiento.

Observando esta circulación del tesista, de sus muestras, resultados y correos, se evidencia que el conocimiento que circula no está solamente en el conocimiento formal y explícito, sino también en un conocimiento distribuido (entre el individuo, sus documentos y varios objetos entre los cuales se encuentran las muestras) y un conocimiento tácito (con una mediación de los objetos). De la misma forma, las bitácoras o cuadernos que son llevados por el tesista para cada experimento con varias técnicas. El objeto circula, pero su lectura depende del conocimiento tácito de quien lo elabora. La información en las bitácoras no está completamente codificada o documentada, de tal forma que su significado todavía depende de un contexto de producción y de un conocimiento tácito que ha desarrollado la persona. Estas bitácoras no están suficientemente equipadas para la cooperación.

Además, mirando las relaciones de los tesistas, se ve que una parte de las interacciones se da con otros investigadores que no son de planta. Las actividades de compartir el conocimiento se dan entre personas no permanentes. Es un conocimiento asociado a un proyecto más que a las técnicas. Por consecuencia, inclusive si las bitácoras y los resultados se quedan, hay un riesgo de perder mucho conocimiento cuando las personas se van, por ejemplo cuando el tesista termina su tesis y se va para otro empleo.

*No hay bitácoras, entonces no sé, son los investigadores... En general, uno conoce bien sus trucos. Por ejemplo, mi manipulación, ahora ya no manipulo, sobre todo ahora que hay otro tesista que trabaja con el equipo. Entonces, yo le mostré la máquina, cómo yo trabajaba, las cosas sobre las cuales hay que poner atención... **Siempre hay pequeños***

trucos que uno no logra escribir, que hay que mostrar, lo que hay que hacer, porque es un saber-hacer, no es... igual si tenemos bitácoras... Sí, hemos introducido las bitácoras de las manipulaciones, es algo que existe a nivel nacional... entonces, bitácoras de laboratorio que permiten más o menos seguir la máquina, pero en este momento, son sobre todo seguidas individualmente por tesistas, por temáticas de investigación diríamos, porque por ejemplo, si hay varios estudiantes, tienen una bitácora que sigue el proyecto. No es una bitácora de laboratorio por cada manipulación. Hubiera podido ser así, pero no fue la elección. Porque, en realidad, en nuestras bitácoras de laboratorio, ponemos nuestras manipulaciones, la experimentación, pero también nuestros análisis, nuestras caracterizaciones... Entonces, eso quiere decir que deberíamos cambiar de bitácora de laboratorio cada vez que cambiamos de máquina. Se puede hacer pero...

En el fragmento anterior vemos que la forma como el objeto “bitácora” es llevado en el laboratorio permite seguir el proyecto y refuerza los intercambios de conocimiento tácito que se dan entre los tesistas. Ello evidencia elementos de la organización del trabajo alrededor de los proyectos. El conocimiento sobre un experimento específico se comparte en torno a ellos.

Los estudiantes de doctorado así se van convirtiendo en agentes mediadores de conocimiento en la colaboración entre los laboratorios, en particular cuando son tesis codirigidas entre ellos y hay convenios o acuerdos que les permiten circular.

Son también mediadores entre ellos. Así, con respecto a las bitácoras se comparte el conocimiento sobre cómo llevarlas.

Como no había estudiantes antes de mi, mi jefe me mostró, pero yo lo hice un poco como pensaba que estaba bien, pero se demostró que no era la mejor forma de hacerlo. Me di cuenta de mis errores, hice correcciones y al estudiante siguiente se lo expliqué, le dije: “estos son los problemas que yo encontré. Te aconsejo mejor hacer esto, será mejor que de otra forma”.

El tesista es un actor de la capitalización del conocimiento. Aprende de sus errores y construye un conocimiento a partir de esta experiencia. A veces lo formaliza y/o lo transmite a otros tesistas, como fue el caso aquí con la forma de hacer una bitácora.

Si, había hecho una, pero no estaba completa. Faltaban informaciones. Me di cuenta después... cuando necesitaba esas informaciones [risas]. Tenía lo esencial, pero, yo pensaba que era lo esencial pero hay etapas en mi protocolo que no cuidé bastante...

Pero con los cuadernos de laboratorio realmente puestos en marcha, con firmas, en fin, verdaderos sistemas de bitácoras, entonces, desde hace dos años hay un mejor seguimiento. Es decir, que detrás de las manipulaciones que he realizado después del trasteo, sé exactamente todo lo que hice porque además conozco bien mi protocolo... Anotamos bien todo, en todo caso de manera más limpia y más legible para los que nos siguen: la transmisión podrá hacerse más fácilmente.

De la misma forma, son mediadores en las relaciones entre los grupos de investigación y las empresas en particular en el caso de los convenios CIFRE. Ellos pasan de la industria a los grupos de investigación y viceversa.

7.2.5 Las facilidades instrumentales como punto de encuentro

Las facilidades instrumentales son un punto de encuentro importante entre los investigadores, pero a veces muy conflictivo. Alrededor de las plataformas se produce un conocimiento, que para el laboratorio de materiales que estudiamos podría afectarse en la integración en los esquemas de colaboración. Se generan prácticas de estandarización y puesta en común, pero siguen existiendo diferencias en las formas de operar. Es la distinción entre hacer una experimentación directamente o delegar en otros. En el último panorama se deja de producir el conocimiento ligado a la exploración. Las interacciones para el uso de los instrumentos tienen relación en algunas ocasiones, con los intercambios materiales. Por ejemplo, un investigador que trabaja un material original, pero no cuenta en el laboratorio con una técnica muy particular de rayos X. La producción de las muestras de ese material poco convencional le

otorga una capacidad de negociación con otro laboratorio que dispone de las técnicas de caracterización requeridas. Ocasionalmente, ello se derivará en una co-autoría de un artículo cuando se hacen análisis conjuntos. Son interacciones que pasan por unos objetos intermediarios circulantes (muestras) o fijos (técnicas de caracterización). En palabras de un investigador:

Yo soy citado como autor porque yo participé en el proyecto. Sin mí ellos no tienen las muestras para trabajar.

También se observa que las técnicas de caracterización son mediadores entre investigadores que trabajan materiales muy distintos. En la producción de las muestras pueden tener poca relación, pero en la caracterización podrían eventualmente generar un conocimiento colectivo a partir de discusiones sobre la interpretación de las medidas, como lo comenta un investigador:

Hay caracterizaciones que funcionan para diferentes materiales, observaciones que uno ha hecho sobre un material que son parecidas para otro material.

Hay también un conocimiento experimental, asociado a un bricolaje cuando se manejan las técnicas: “Yo no pensaba en hacer la plomería antes de llegar aquí al laboratorio” (tesista).

7.2.6 Asimetría en el acceso a los instrumentos

Bajo los arreglos inter-organizacionales se proponen esquemas de mutualización de infraestructuras que en las prácticas no se hacen siempre efectivos. El acceso a los equipos es una de las dimensiones en las cuales la proximidad geográfica y/o organizacional (pertenecer a un esquema común) no es suficiente. Ello puede observarse en el acceso que pueden llegar a tener los investigadores y tesistas del laboratorio de materiales que estudiamos a los recursos del laboratorio tecnológico del CEA. En éste último los equipos son más robustos y costosos y los materiales trabajados son más sofisticados. La inversión en las salas blancas es alta. Por tal razón, el acceso es estandarizado y limitado.

Los tesistas del laboratorio de materiales con su contrato tienen acceso a los instrumentos disponibles al interior, pero el uso de los equipos robustos del CEA está restringido. Solo

quienes están haciendo la tesis en esquema de cotutela laboratorio de materiales- CEA tienen garantizada la utilización de esas infraestructuras. Del lado del laboratorio de materiales el acceso se facilita. Para el uso por parte de los industriales firman un contrato y ello les permite enviar las muestras para su análisis o una persona para que los haga directamente.

Cuando se trata de uso interno, existe una coordinación entre quienes necesitan el equipo, sin necesidad de un responsable que centralice la asignación. Acuerdan horarios y tipo de recursos a utilizar, considerando que no todos requieren los mismos equipos. También la utilización de la plataforma CMTC se facilita para los integrantes del laboratorio de materiales. La única dificultad es a veces la distancia.

En cambio con el CEA, aún cuando se logre el acceso a través de convenios o esquemas de cotutela la manera en la que se “accede” es limitada. Acceder en el laboratorio de materiales significa experimentar, usar materiales diversos, modificar los equipos si es necesario. En el CEA y en medios “mas” industriales acceder es usar, pero sin hacer modificaciones en las máquinas.

Ello se relaciona en el tipo de máquinas que manejan. En el CEA son equipos robustos y en ocasiones robotizados dentro de salas blancas. En el laboratorio de materiales se acercan más a la investigación fundamental y por ello los laboratorios de investigación lo prefieren frente al CEA.

[En el laboratorio de materiales] se permite el uso de nuevos materiales, analizarlos y experimentar...Inclusive los laboratorios de las grandes empresas quizás prefieren utilizar los aparatos de los laboratorios de investigación.

Así, en el laboratorio de materiales los investigadores cuentan con más libertad que en el CEA y consideran que la investigación fundamental puede aumentar y mejorar. En el CEA, según los investigadores del laboratorio universitario de materiales, las investigaciones son focalizadas y está presente normalmente la inquietud de producción.

También en los laboratorios de CEA se tiene una investigación fundamental, conectada con la transferencia de tecnología y manejadas en paralelo.

Esta transferencia ocurre entre dos máquinas (máquina de laboratorio y máquina industrial). Modificar los procesos de fabricación en el ámbito de la investigación básica para adaptarlos a la tecnología de producción industrial. Varios parámetros son estudiados durante esta fase, como el tamaño de las máquinas, se comienza la investigación fundamental, y en paralelo, se trabaja sobre materiales tecnológicos. Esto progresa al mismo tiempo.

En síntesis, vemos que los esquemas inter-organizacionales de colaboración se ven afectados por las prácticas experimentales de cada entidad y las modalidades de producción de conocimiento.

7.3 Estrategias de exploración y explotación en las zonas fronterizas

El conocimiento frontera es el que se produce en las zonas de intercambio de los participantes en la colaboración y puede generar "puntos de convergencia" entre ellos. Las estrategias de exploración y explotación se articulan en esos espacios. En el caso del laboratorio de materiales, sin bien se observa una vocación de exploración, en los intercambios con sus socios se ve permeado por algunas estrategias de explotación. Los puntos de convergencia obedecen al conocimiento que se genera a partir de las interacciones, pero sigue existiendo una divergencia ligada a la división del trabajo. El pertenecer al polo Minatec, que cuenta con alta presencia industrial, hace que el laboratorio de materiales se conecte en ocasiones con esas estrategias de explotación, y si bien toma distancia de ellas, la mutualización de recursos hace que no sean completamente ajenas.

7.3.1 Márgenes de maniobra en las relaciones con los industriales

Para el laboratorio de materiales las relaciones con los industriales le permiten tener acceso a fuentes de financiación, pero en esos contextos tienen márgenes de maniobra para seguir trabajando con enfoque explorativo. En algunos casos el industrial da la carta de aval para la

realización del proyecto, pero no se involucra en el desarrollo, sino que está más a la expectativa del resultado. Sigue siendo un proyecto científico y en ese caso la empresa “está allí para aprender”, en una modalidad de recibir una transferencia de tecnología.

Pero hay otro tipo de proyectos que son manejados en mayor medida por la industria y eso se asocia a las fuentes de financiación. Ciertos fondos tienen el objetivo de apoyar a la industria y en ese caso el laboratorio es más un soporte. Por ejemplo, proyectos para crear una planta piloto. Dependiendo del tipo de proyecto el laboratorio se mueve entre cumplir sus propósitos de investigación más fundamental o apoyar a la industria. Los roles cambian según el tipo de proyecto y esto se facilita con empresas con las cuales ya tiene una trayectoria de colaboración. Ello muestra que los actores del laboratorio aprenden a manejar un portafolio de tipos de perfiles de proyectos según esquemas y fuentes de financiación. Por ejemplo, proyectos que identifican como “científicos-académicos” donde el industrial actúa más como un aval, otros de aplicación con un entregable concreto para la empresa. Se crean distintas asociaciones temporales a partir de las colaboraciones. Hacen una clara distinción entre las fuentes de financiación y el tipo de intercambio y de conocimiento producido. Se involucran en algunas redes que tienen un objetivo de intercambio de personal y otras en las que se persigue un propósito más específico.

También hay colaboraciones que inician con los industriales pero por no reportar resultados en los tiempos esperados por las empresas, continúan como proyectos independientes. Eso sucede cuando el tema tiene un componente científico interesante para el laboratorio. Son colaboraciones que se mantienen por un tiempo y luego alguno de los socios lo sigue desarrollando. Es un conocimiento que tiene lugar en esa zona fronteriza de la colaboración.

Por otra parte, los intercambios se facilitan porque hay un intercambio de personal. Se da el caso de investigadores que trabajaban en la industria y luego fueron reclutados por el laboratorio, o personas formadas en el laboratorio que luego van al medio industrial. Ello fortalece también sus márgenes de maniobra en las relaciones con las empresas. Esa movilidad se da además con las tesis tipo CIFRE. Tesistas contratados por las empresas que trabajan en el laboratorio, son mediadores de conocimiento entre los dos ámbitos.

Con las empresas start-up las relaciones son más cercanas:

Hay personal de la empresa que trabaja casi la totalidad del tiempo en el laboratorio... como es una start-up que viene del laboratorio, somos muy próximos, hay muchos intercambios entre la empresa y el laboratorio.

7.3.2 Propiedad intelectual en las relaciones con la industria

El tema de la propiedad intelectual está presente en los intercambios y el interés en el tópico se acentúa con la participación de las empresas. Cuando se realizan los contratos se discute desde el principio. Del lado del laboratorio es el CNRS quien hace las gestiones de patentamiento cuando hay lugar a ello.

*“Inicialmente se considera que todo mundo esta al 50%, salvo en estas situaciones en que claramente se tenga un antecedente, se diga que no, **que ellos ya tenían ese conocimiento antes**. Por eso siempre hay que firmarlo y que aparezca. **Antes de empezar un proyecto hay que justamente dar toda la información de lo que ya existe, de lo que llaman Know How, antes de empezar el proyecto**”.*

Esas relaciones han ido fortaleciendo en el laboratorio la cultura de la valorización del conocimiento que han desarrollado y que interviene en las colaboraciones. Tal como en NanoAlpha, aquí vemos que el laboratorio universitario se enfrenta a la dinámica entre patentamiento y publicación científica. Relacionarse con industriales les ha hecho involucrarse con esa cultura de propiedad intelectual.

*En efecto yo obtuve un resultado que interesa más o menos a la empresa... en los materiales, uno no les puede patentar... en fin hay toda una legislación a nivel de los materiales, uno patenta el método de elaboración, uno patenta la aplicación en la que uno lo quiere utilizar...en general, las empresas...ellos tienen todo un servicio de patentes, ellos saben todo lo que tienen el derecho de escribir o no. ...nosotros, **lo que sabemos es que si uno quiere patentar es necesario no publicar algunas cosas**.*

Esa relación con la industria les ha permitido acercarse a las dinámicas de patentamiento, pero vemos, tal como se presentaba en NanoAlpha, que el tema se posiciona frente a cómo se vincula con la posibilidad de seguir publicando o no. Esas articulaciones entre patentamiento y publicaciones científicas también se facilitan cuando las patentes no corresponden al tema central del laboratorio, como se observa en el fragmento siguiente:

*la patente que estoy por registrar es algo que es parte de un descubrimiento accidental, es decir, **no hace parte de mi tema**. Entonces, por el instante, no hay problema, es completamente confidencial, no publicamos sobre el tema. Esto no me impide avanzar en el trabajo, y especialmente a los tesisistas. Allí no hay problema, sino, sería difícil, especialmente porque los doctorantes tienen necesidad de publicar.*

Se observa que se van creando unos portafolios de temas o enfoques a abordar con los industriales, y otros que permiten seguir desarrollando una investigación fundamental. En ese portafolio armonizan las tensiones entre publicaciones y patentamiento. Eso lo ha dado la experiencia de trabajo con la industria, con una vocación que no deja de ser la de laboratorio universitario.

7.4 Conclusiones: Generación de conocimiento y conservación de la identidad en las zonas fronterizas

En este caso las relaciones inter-organizacionales se generaban en un contexto de dinámicas múltiples de agrupamiento entre organizaciones, ligado a la construcción de un polo en micro y nanotecnologías. Abordamos el estudio desde un laboratorio en ciencias de los materiales con tutela institucional universitaria.

Frente a nuestra pregunta central sobre las prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional, en este caso encontramos varios puntos. En lo referente a las formas de articulación con los centros de investigación con enfoque industrial, el laboratorio se relaciona en un proceso de diferenciación para mantener su identidad de organismo universitario con vocación de exploración. Las relaciones sostenidas se han realizado generando estrategias para

poder seguir trabajando las líneas de interés. Y en ello el conocimiento sobre las modalidades de fuentes de financiación y el foco de cada uno de ellas les ha permitido construir un portafolio de actividades en las cuales a veces juegan un papel central frente a la industria y en otros tienen un rol de apoyo. Vemos aquí que las dimensiones de proximidad entre los socios se construyen en términos de unos objetivos, a veces divergentes, pero que encuentran formas de articulación temporal en las zonas fronterizas.

Otro elemento que nos aporta este caso a las dinámicas inter-organizacionales de gestión de conocimiento es la manera como los actores establecen vínculos con los otros en horizontes de tiempo variados y con una mediación material. Al estar ubicados en un polo de micro y nanotecnología generan al mismo tiempo una diferenciación y conexión con el campo de “las nanotecnologías”. La proyección de que lo que se hace algún día se podrá incorporar a un dispositivo nanotecnológico es una forma de tomar distancia, pero también de posicionar una relación a futuro. Ello muestra la dimensión de temporalidad sobre la que hemos llamado la atención en las relaciones inter-organizacionales.

También este caso contribuye a observar las prácticas de cada organización y la influencia que ellas tienen en las relaciones inter-organizacionales. Vemos que las modalidades de uso de equipos, de costos de administración, división del trabajo, mantenimiento, entre otras pueden generar incompatibilidades entre las entidades que participan en la colaboración. Pero la zona fronteriza puede ser un espacio de varios niveles, pueden generarse por ejemplo, interacciones entre estudiantes doctorales o técnicos de los laboratorios, pero no entre los investigadores.

En cuanto a la relación entre las prácticas de intercambio inter-organizacional y las políticas de ciencia, tecnología e innovación, vemos en este caso, como en el CENM, algunas divergencias. Los actores han apropiado el discurso de integración y convergencia y vemos que resaltan el hecho de ser parte de algo que es muy visible internacionalmente. En ese sentido Minattec funciona como un portavoz frente a actores de otros ámbitos que le permite capitalizar una visibilidad. Pero en las prácticas de intercambio ese portavoz es una red inestable. Para el laboratorio estudiado la política se concretó en un desplazamiento de instalaciones para estar cerca del centro tecnológico. Ese fuerte mensaje de que la proximidad geográfica con un socio

tipo industrial importa, y que redundará en una integración, se ha visto confrontado con las prácticas. El hecho de ser vecinos, pero requerir múltiples autorizaciones para la entrada, o no poder tener acceso libre a las plataformas tecnológicas del CEA genera contradicciones entre el discurso de proximidad de la política y los beneficios que capitalizan de él. Por ello, perciben que se alejaron físicamente de los colaboradores con los que interactuaban en sus anteriores instalaciones para no tener del todo relaciones fluidas con su nuevo vecino con vocación industrial. En ese sentido, las proximidades sociales se ven afectadas por una asimetría en el acceso a los instrumentos. Una cultura de libre acceso del laboratorio de materiales frente a la cultura de restricción de su socio hace que las relaciones inter-organizacionales no fluyan adecuadamente.

Los intercambios en las zonas fronterizas generan unos roles de mediación como los tesistas CIFRE o directores que tienen participación tanto en la empresa como en el laboratorio. Esos agentes mediadores facilitan la capitalización del conocimiento en los distintos ámbitos. Sin embargo, especialmente los tesistas CIFRE, a veces se ven confrontados a la tensión patentamiento/publicación científica. El laboratorio procura disolver esas tensiones tratando de buscar alternativas para que el tesista pueda publicar.

Los roles de mediación de conocimiento no son exclusivos de los doctorantes CIFRE. En general los tesistas del laboratorio generan mediaciones, con otros laboratorios o entre equipos del laboratorio. Esta es una mediación sociotécnica, el tesista es el articulador de unas relaciones asociadas a unos objetos que circulan. Es el caso de las bitácoras, que materializan un trabajo de equipamiento que hace el tesista para interactuar con otros. Pero lo que media es un arreglo sociotécnico configurado por el doctorando y un repertorio material. Ello nos muestra que el trabajo de equipamiento es también una tarea de los agentes mediadores de conocimiento.

Otros mediadores que identificamos son las técnicas de caracterización de materiales. Son un espacio de creación de conocimiento frontera, aquel que pertenece y se contextualiza en distintos dominios. Las competencias que permiten evaluar un material pueden aportar a la caracterización de otro.

Finalmente, vemos que la vocación universitaria del laboratorio de materiales que estudiamos se ve confrontada en el entorno del polo de micro y nanotecnologías a la dinámica y tensión entre la exploración y explotación de conocimiento. Esa tensión, que incluye temas de propiedad intelectual, se maneja con unos portafolios de proyectos en los cuales en ocasiones se da mas presencia a la industria y en otros no, y eso se gestiona desde la aplicación a fuentes de financiación diversas. El acceso a esas fuentes heterogéneas es estructurante de las trayectorias de colaboración. Es allí en donde vemos la incidencia de las políticas en los márgenes de maniobra que pueden tener laboratorios como éste para articular esfuerzos de corto y largo plazo.

8 CONCLUSIÓN DE LA TESIS

En esta tesis nos propusimos indagar ¿Cómo son los procesos de gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales? ¿Cuáles son las prácticas asociadas a esos intercambios? En el estudio de los casos y su discusión hemos mostrado varios aspectos que aportan a tratar con esas preguntas. En esta sección presentaremos las contribuciones teóricas, metodológicas y para la gestión, así como las limitaciones y futuros ámbitos de investigación.

8.1 Contribuciones teóricas

Los aportes teóricos de la tesis se centran en 1) Relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales, 2) Proximidad como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas, 3) Temporalidad y puntos de anclaje de las relaciones inter-organizacionales, 4) De objetos y sujetos mediadores de conocimiento a mediación de colectivos sociotécnicos.

8.1.1 Relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales

Una de las contribuciones de esta tesis es la identificación de procesos a través de los cuales se relacionan prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional con las políticas de ciencia, tecnología e innovación que fomentan arreglos inter-institucionales. El terreno que estudiamos de las nanociencias y las nanotecnologías nos permitió interrogar esas relaciones, dado que los casos analizados estaban permeados por políticas que tenían detrás un discurso de convergencia. Desde la literatura que discutimos, Rip y Nederhof (1986) muestran la co-construcción entre la política y las estrategias de los actores implicados y Bozanic, Dirsmith y Huddart (2012) dan cuenta del proceso de endogenización a partir del cual los regulados influyen las regulaciones. Nuestro estudio aporta elementos para comprender este fenómeno desde la gestión de conocimiento. Planteamos que el proceso de endogenización

permite introducir elementos de la política incluyendo los mediadores de la introducción, la selección de lo que entra, su traducción y articulación con cosas ya existentes adentro, y la reconstrucción interna de lo que fue introducido. Los arreglos de colaboración impulsados por las políticas tienen la particularidad de tener un panorama de acción definido, que no siempre coincide con la lógica de las prácticas de intercambio inter-organizacional. Encontramos que esa endogenización puede ser por convergencia, cuando la lógica de la política es coherente con las prácticas, o por diferenciación o divergencia cuando se buscan arreglos inter-organizacionales alternos que den cuenta de las prácticas de trabajo. Las prácticas, argumentamos, nos permiten evaluar la dimensión performativa de los arreglos de colaboración fomentados y observar qué organizaciones emergen más allá de la estructura formal de la iniciativa.

Por otra parte, alrededor del mecanismo impulsado por la política pueden coexistir esquemas diferenciados de colaboración que se transforman con el tiempo y desde las prácticas puede ser distinto para cada actor que se vincula. Ello dirige a repensar la evaluación de las políticas desde las prácticas que se generan de manera diferenciada entre los actores que participan, y no solamente con la visión de caja negra. Hay tanta gestión por parte de los actores para pertenecer, como para disociarse del mecanismo de colaboración. Esas estrategias de disociación o desarticulación también permiten contextualizar el conocimiento que se produce en formas de organización alternas.

Estas contribuciones aportan elementos para comprender la articulación de las prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y las políticas que fomentan los arreglos inter-institucionales, un punto poco explorado en la literatura de gestión de conocimiento. Presentamos varias contribuciones a la discusión: el proceso de endogenización por convergencia o diferenciación (divergencia) y la identificación de las modalidades de organización que surgen a partir de las prácticas alrededor de la estructura formal de la colaboración impulsada por la política. Este puente entre los dos ámbitos permite aportar nuevos elementos a la manera como se evalúan los resultados de las políticas y también permite enriquecerlas desde las prácticas de los actores.

8.1.2 Proximidad como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas

La literatura nos muestra que son variadas las dimensiones de proximidad (geográfica, organizacional, tecnológica, entre otras) que operan en las relaciones inter-organizacionales y que las no-geográficas tienen cada vez más peso (Autant-Bernard et al., 2007; Balas y Palpacuer, 2008; Kang y Kang, 2010; Knoblen & Oerlemans, 2006, 2011; Messeni Petruzzelli, Albino, Carbonara, 2009). Con nuestra investigación aportamos una visión dinámica de la proximidad, en la que los actores pueden acercarse y alejarse en términos de las prácticas de gestión de conocimiento y los objetos y agentes mediadores que están presentes. La proximidad, argumentamos, no puede naturalizarse en términos de unas condiciones o identidades predefinidas (ejemplo: disciplina, tipo de organización, base cognitiva) cuando en las zonas fronterizas permanentemente se están reconstruyendo las relaciones. En esas fronteras organizacionales en función de las prácticas de gestión de conocimiento los actores pueden por ejemplo, construir un objeto epistémico que los haga converger o generar una proximidad a partir de unas traducciones de sus objetos particulares en términos del colectivo. Y las dimensiones de proximidad son interdependientes, no solamente porque unas influyan en otras como lo ha mostrado la literatura (Messeni Petruzzelli, Albino y Carbonara, 2007), sino porque también unas se transforman en otras.

La proximidad, planteamos, lleva a considerar las infraestructuras sociomateriales cuyo contexto es en ocasiones invisible (Star & Griesemer, 1989). Los autores que han evaluado la proximidad con frecuencia observan los actores en términos absolutos y separados de un contexto de interacción o realizan la observación desde redes sociales, olvidando la presencia de los objetos en las prácticas. A nuestra pregunta central sobre los procesos y prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional encontramos en esta dimensión que los intercambios tienen mucho que ver con la construcción de proximidades en la zona fronteriza de la relación. Para el campo particular que abordamos de nanociencias y nanotecnologías, en la discusión que se da en la literatura las conversaciones se asocian mucho a las disciplinas o a perfiles teóricos o experimentales. Ello se ve reflejado por ejemplo en preguntas sobre si las

disciplinas o la ciencia y la tecnología están llegando a la anunciada convergencia. En el contexto de las prácticas estas preguntas pierden su dimensión. Ello lo vemos, por ejemplo, cuando identificamos que hay variadas formas de ser teórico (atomista, funcional, etc) y es en las prácticas y su infraestructura sociomaterial donde podemos evaluar la construcción de proximidades.

Otro punto que aportamos es a comprender esas proximidades cuando la convergencia no es necesariamente el objetivo. Estudiar de manera dinámica la proximidad (cambiante en el tiempo) permite dar cuenta de esos contextos de divergencia.

Finalmente, vemos en la literatura un interés por un lado por comprender lo que pasa en las zonas de la colaboración y por otro en caracterizar a los actores para establecer tipos de proximidad entre ellos, pero esos ámbitos poco se vinculan. La conexión entre dimensiones de proximidad y construcción de fronteras es un aporte de nuestro trabajo. En ese sentido, argumentamos que las mediaciones que se construyen en las zonas de colaboración permiten transformar las proximidades entre los actores y que la gestión de conocimiento en esos ámbitos frontera depende de tratar con las múltiples dimensiones de proximidad.

8.1.3 Temporalidad y puntos de anclaje de las relaciones inter-organizacionales

Construyendo sobre la noción de protoinstituciones de Lawrence, Hardy & Phillips (2002) como aquel fenómeno de aprendizaje que trasciende la duración de las colaboraciones, otro aporte de nuestro trabajo es la manera como las experiencias en arreglos inter-organizacionales se convierten en punto de anclaje para nuevas colaboraciones. Argumentamos que en los intercambios entre entidades se va creando un conocimiento colectivo, un aprendizaje relacional sobre cómo colaborar y con quién y esas protoinstituciones son infraestructuras invisibles que se sostienen en las prácticas de interacción. Observar esos puntos de anclaje, planteamos, permite dar cuenta de las reconfiguraciones organizacionales que se presentan en las colaboraciones y los arreglos informales que sostienen la articulación formal. Los puntos de

anclaje son mediadores espacio-temporales entre un arreglo inter-organizacional y otro, y se constituyen en un sitio de generación de conocimiento.

Otro aporte a la mirada de la temporalidad de la gestión de conocimiento inter-organizacional la hacemos desde la manera como se articulan distintos horizontes de tiempo de los participantes, en ocasiones divergentes. Identificamos que ese proceso se aborda a través de una traducción de los objetos epistémicos particulares en otros objetos que encuentran un lugar común en la zona fronteriza (objetos frontera). En ese sentido, argumentamos, en estas ocasiones, los objetos frontera son el punto de articulación de las temporalidades.

Los horizontes de tiempo de los actores también tienen vinculación en el ámbito de la gestión de conocimiento con la propiedad intelectual. Las coordinaciones sobre los distintos tipos de protección y sus implicaciones para los socios puede ser un punto de convergencia o divergencia entre los participantes del esquema inter-organizacional. Ello se maneja con la definición de portafolios diferenciados de resultados que permitan resolver la tensión entre divulgación y confidencialidad.

Esta dimensión de temporalidad también permite repensar las maneras en las que observamos los resultados de las políticas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación que promueven la colaboración inter-organizacional, al considerar resultados de segundo orden asociados al aprendizaje colectivo que se genera a partir de los intercambios. Ello contribuye a plantear caminos alternos a la evaluación tipo “caja negra” de las políticas, que ha demostrado sus falencias, tal como lo han planteado autores como Villaveces et al. (2005).

8.1.4 De objetos y sujetos mediadores de conocimiento a la mediación de colectivos sociotécnicos

La literatura de gestión de conocimiento y CTS ha mostrado el rol que pueden tomar los mediadores humanos (Burt, 2004; Gould & Fernández, 1989; Hargadon & Sutton, 1997; Herrera, Jaime & Vinck, 2006; Messeni Petruzzelli, 2008) y no humanos (Callon, 1991; Knorr Cetina, 1997; Latour, 2008; Nicolini, Mengis & Swan, 2012; Star, 2010; Vinck, 1999, 2011) en las

organizaciones o entre ellas. Si bien Callon (1991) sugiere que los mediadores son en la práctica híbridos, esta dimensión se ha explorado poco. Nuestro trabajo aporta a mirar las mediaciones de colectivos sociotécnicos y no de objetos o sujetos individuales. Ello se sustenta en la identificación de que no solo los objetos se equipan de manera colectiva como parte de la colaboración, sino que los agentes mediadores de conocimiento (sujetos) también se equipan con un repertorio material para interactuar y favorecer la construcción de conocimiento entre diversos ámbitos. Reconocer que las prácticas de gestión de conocimiento están articuladas materialmente nos lleva a plantear que las mediaciones de conocimiento son también sociomateriales. Ejemplos de nuestro terreno sustentan ese argumento. En el caso del CENM los “colectivos sociotécnicos confiables” lo son en términos de unos intercambios que se han generado y que verifican unas condiciones que se cumplen (investigadores confiables, equipo fiable, prácticas de medición adecuadas, operador capacitado, etc). Esta “confiabilidad” se deriva de un conocimiento tácito que se da a partir de los intercambios y es mediado materialmente y se comporta como una infraestructura invisible superpuesta con la visible. La mediación no es solo del investigador como agente mediador de conocimiento o un equipo como intermediador, sino de un arreglo sociotécnico. En el caso de NanoAlpha y en el laboratorio de materiales de Minatec, la mediación que se logra con la industria no depende sólo de unas competencias de un personal, sino de equipos compatibles con el medio industrial. De nuevo la mediación es sociotécnica.

8.2 Contribuciones metodológicas

El enfoque de “artesanía intelectual” que tomamos en la investigación nos permitió transitar entre el terreno, la literatura y los aspectos metodológicos. Encontramos un ámbito fructífero de indagación al tomar los enfoques de análisis de redes sociales como entrada para hacernos preguntas para el terreno. Consideramos que esta combinación de métodos puede aportar diferentes perspectivas de un fenómeno. Desde esa aproximación, aportamos varios elementos. La construcción poco a poco de la pregunta de investigación, generando puntos de conexión entre el terreno y la literatura. El trabajo con preguntas intermedias, que llevamos

entre el contexto de un caso a otro, pero también a otros terrenos y a la literatura. Con el enfoque de “seguir a los actores” aportamos una visión que permite identificar las preguntas que ellos se hacen y considerarlas parte de la indagación. Esta artesanía incluye una ida y vuelta permanente entre distintos ámbitos de la investigación.

Planteamos además aportes a la manera como se puede operacionalizar una de las dimensiones de la etnografía multisituada. “Seguir los discursos” en los textos oficiales y en los relatos de los actores nos permitió identificar el fenómeno de endogenización en el CENM y las dinámicas de intercambio a partir de las actas de las reuniones de NanoAlpha.

Otro aporte metodológico es poner en contexto las fuentes para recopilación bibliográfica. El cruce entre una revisión sistemática de la literatura y el rastreo de redes sociotécnicas de los textos puede permitir identificar puntos relevantes a tratar, y contribuir a evaluar qué conversaciones están presentes en la literatura y asociadas a qué comunidades.

8.3 Implicaciones: La práctica como espacio de gestión

Nuestra investigación tiene varias implicaciones para la gestión de conocimiento. Identificamos que los enfoques de prácticas toman distancia de la noción de gestión por asociarla a una perspectiva de conocimiento como activo o como objeto. A partir del desarrollo de la tesis planteamos que esa tensión práctica/gestión se deriva de un enfoque cuya única vía de generar acciones para gestionar el conocimiento es con una dirección de arriba hacia abajo y totalmente externa a los actores involucrados. Proponemos tomar la práctica como un espacio de gestión, entendida ésta última como una forma de capitalización colectiva de conocimiento. En esa dirección proponemos varios caminos. Uno es analizar los espacios de mediación de conocimiento para dar cuenta de las temporalidades diferenciadas de los actores que participan y no evaluar las iniciativas en términos de unos objetivos unificados.

La gestión de conocimiento con frecuencia genera soportes en tecnologías de información y comunicación con la premisa de que la existencia de la herramienta va a favorecer los procesos de creación de conocimiento. La entrada a través de la práctica como espacio de gestión

requiere evaluar la mediación efectiva de esos objetos que se disponen e identificar mediadores emergentes que se pueden capitalizar.

El reconocimiento de la divergencia en las zonas fronterizas de los intercambios inter-organizacionales permite abordar los procesos con simetría, teniendo presente que hay por ejemplo, tanta gestión para compartir como para preservar, para articularse como para desarticularse. El ámbito inter-organizacional no debe presuponer la existencia de un consenso o una convergencia. La no pertenencia también se gestiona a través de prácticas concretas de los actores. Ello abre vías para observar los procesos y establecer acciones.

En este contexto, podemos aportar un elemento para enriquecer enfoques ampliamente difundidos como la espiral de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995) o los mercados de conocimiento de Davenport y Prusak (2000): La dimensión de práctica que presentamos aquí permite comprender las mediaciones sociotécnicas que se dan en las zonas fronterizas de las colaboraciones y considerar la materialidad de los intercambios como un soporte que los refuerza o los debilita. El conocimiento puede pensarse como una red sociotécnica y ello puede dar una nueva mirada a los procesos que plantean esos autores.

Desde el foco que pusimos sobre las “zonas fronterizas” de los intercambios identificamos que para aquellas organizaciones que participan en arreglos de colaboración con otras entidades las prácticas internas no permanecen inalteradas. Ello nos lleva a sostener que la gestión de conocimiento inter-organizacional no es simplemente una extensión del ámbito organizacional, sino que las dos dimensiones son interdependientes, con una armonización y/o tensión de prácticas entre lo interno y externo. En la “zona fronteriza” los colaboradores se acercan y se alejan de manera permanente. El tomar la práctica como espacio de gestión permite dar cuenta de esos procesos de ajuste entre los ámbitos organizacionales e inter-organizacionales.

8.4 Límites y aspectos a profundizar en la investigación

En esta tesis hemos trabajado el tema de gestión de conocimiento inter-organizacional aportando varios elementos para comprender las relaciones entre arreglos inter-institucionales y políticas, la proximidad de manera dinámica, la temporalidad de los intercambios y las mediaciones de conocimiento como sociotécnicas. Sugerimos que entendiendo el problema tratado de manera general como “gestión en las zonas fronterizas” puede llevarse a ámbitos en los que participen diversos grupos dentro de una organización. Sin embargo, ese es un punto a explorar.

Varios de los estudios discutidos en esta investigación han identificado que en los campos de “nanociencias” y “nanotecnologías” se presentan formas distintas de articulación de disciplinas, pero sin llegar a la total convergencia que plantea el discurso de las políticas científicas. Una de las contribuciones de nuestro trabajo es la visión dinámica de la proximidad como espacio de convergencia y divergencia, y la consideración de la simetría del fenómeno de construcción de distancias entre actores. ¿Cuál sería el rol de las disciplinas en este conocimiento inter-organizacional que se genera desde distintas áreas?⁹⁴ Nuestros resultados han mostrado que las disciplinas en las zonas fronterizas de los intercambios se plantean nuevos problemas que las llevan a una especialización, pero que las categorías disciplinares generales no son suficientes para dar cuenta de las prácticas. Es necesario detallar más las distinciones. Para un físico, por ejemplo, debemos aún precisar si es teórico y/o experimental o un híbrido que se mueve entre los experimentos y la simulación. En el caso de los teóricos que trabajan modelamiento, debemos plantearnos cuál es la aproximación (por ejemplo: atomista o funcionalista). Para los experimentales, nos encontraremos ante varios escenarios, como laboratorio de pruebas o tipo industrial. Las disciplinas en esas zonas fronterizas de intercambio tienden a la especialización (por ejemplo: físico teórico con aproximación atomista), planteando problemas que atañen a varias de ellas, pero después cada una reconstruye sus objetos epistémicos al interior. Es el

⁹⁴ Agradecemos a la Doctora Rebeca de Gortari por plantearnos esta pregunta, que nos ha permitido pensar en nuevos ámbitos de investigación.

trabajo de cada disciplina lo que permite generar puntos de convergencia en esas zonas. Pero esa convergencia no es un escenario en el que las disciplinas involucradas se fusionan, sino un encuentro temporal de construcción de problemáticas. El conocimiento inter-organizacional se genera entre unas disciplinas que van de las zonas fronterizas de planteamiento de problemas a la zona de sus objetos epistémicos particulares, a través de procesos de traducción. Las disciplinas se revitalizan o se plantean nuevas indagaciones con las interacciones. Estos resultados abren caminos de investigación a futuro. Hasta el momento los estudios han estado centrados en cómo se desarrollan los campos llamados “convergentes”, pero poco se ha profundizado en la manera como las disciplinas se transforman a partir del trabajo en dichas áreas. Ello se ha dado principalmente porque se parte del supuesto de una fusión o convergencia total hacia la cual deberían estar dirigiéndose las disciplinas, pero pocos casos evidencian esa situación. Nuevas vías para comprender estos fenómenos de acercamiento entre campos pueden partir de volver a poner el foco sobre las disciplinas y analizar qué procesos de reconfiguración, especialización o transformación se están generando en ellas a partir de las interacciones con otros dominios. Planteamientos como los de Anne Marcovich y Terry Shinn (2011), sobre la elasticidad de las disciplinas para combinarse con otras alrededor de problemas y el refuerzo de ellas a partir de los intercambios, son posibles caminos a seguir.

Por otra parte, si las categorías generales de las disciplinas no son suficientes para describir las prácticas, ¿qué queda para las miradas bibliométricas de la evolución del trabajo “entre” ellas? En campos como las nanociencias y las nanotecnologías los métodos bibliométricos pueden ser ciegos a las dinámicas de construcción de problemas que se dan en las zonas fronterizas de los intercambios, porque las fuentes comúnmente usadas siguen utilizando grandes categorías disciplinares. Estudios que toman esas categorías nos ilustrarán, por ejemplo, que las publicaciones de nanociencias y nanotecnologías están concentradas en la física y materia condensada, química o ciencia de los materiales. Pero estas distinciones son muy amplias y es necesario especificar qué colectivos sociotécnicos permiten los intercambios entre las disciplinas y qué prácticas se construyen. En ese sentido, futuras investigaciones pueden beneficiarse de una combinación de métodos bibliométricos con aproximaciones etnográficas y

de estudios de caso para rastrear las prácticas de articulación entre disciplinas, los objetos epistémicos que se construyen, y los objetos frontera que se configuran.

En este trabajo analizamos las relaciones entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y las políticas de fomento a la creación de arreglos inter-institucionales. Encontramos que la evaluación de dichas políticas puede nutrirse con visiones que van más allá de la perspectiva de “caja negra”. En ese sentido, el fenómeno de emergencia de protoinstituciones deja aún espacio para futuras indagaciones⁹⁵. Una de las posibilidades es estudiar las protoinstituciones derivadas del programa de “Centros de Excelencia” en Colombia, analizando varios de los centros que apoyó Colciencias. En ese sentido, podrían identificarse distintos tipos de protoinstituciones asociados a la performatividad lograda en cada una de esas redes. Ello sería un aporte a la visión de efectos de segundo orden de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, y podría ser un terreno de interés para entidades como el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, y Colciencias, nutriendo las perspectivas de los indicadores en esas áreas. De esta forma se extenderían las líneas de trabajo sobre la evaluación de las políticas científicas que han abierto estudios como el de José Luis Villaveces y sus coautores (2005) para Colombia, así como Gabriela Dutrénit y sus coautores (1996), y Rebeca de Gortari (2001) para México.

Los resultados de nuestro trabajo mostraron en los tres casos que las iniciativas estudiadas se alimentaban de colaboraciones anteriores, las cuales constituían puntos de anclaje de la nueva propuesta. Para el caso colombiano, la artesanía intelectual que usamos entre los métodos de análisis de redes sociales y el trabajo de terreno, permitieron identificar relaciones que se evidenciaban como fuertes para el centro de investigación de excelencia CENM, y se soportaban en intercambios previos desarrollados en el seno del programa de colaboración ECOS-NORD entre Colombia y Francia. Siguiendo en el ámbito del estudio de las protoinstituciones y efectos de segundo orden de las políticas científicas, y tomando distancia de la perspectiva lineal de

⁹⁵ Agradecemos al Doctor Rigas Arvanitis por sus valiosas contribuciones para reflexionar sobre posibles ámbitos de indagación en esta dirección.

impacto, podría profundizarse en las dinámicas que generan programas como el de ECOS-NORD, y su relación con iniciativas nacionales. Partiendo de estudios que han desarrollado autores como Arellano, Arvanitis y Vinck (2012), Arvanitis y Vessuri (2001), Arvanitis et al. (1995), Kreimer (2006) y Losego y Arvanitis (2008) sobre colaboraciones norte-sur, podrían plantearse nuevas indagaciones sobre la relación políticas-prácticas y la interdependencia de unos programas de cooperación con otros.

Uno de los límites de nuestro trabajo es que al estudiar la endogenización de las políticas y su relación con las prácticas de gestión de conocimiento no tomamos la perspectiva de las entidades formuladoras y promotoras de dichas políticas. Partiendo de estudios como el de Beerkens (2009) que citamos en esta tesis, podría indagarse sobre la manera en la que se adoptó en Colombia esa figura organizacional de convergencia de “Centro de Excelencia”. Con un enfoque multisituado, se puede seguir desde su génesis el proceso de construcción del programa “Centros de Excelencia” y como se transformó posteriormente en otras iniciativas de “redes de conocimiento” promovidas por Colciencias⁹⁶.

Los resultados de esta investigación para los casos europeos muestran los márgenes de maniobra de los laboratorios de materiales en las colaboraciones industriales con portafolios de proyectos según fuentes de financiación. Un aspecto a profundizar es cómo operan estos márgenes en un ámbito en el que las relaciones con la industria son débiles y las políticas de fomento a redes son de reciente introducción, con poca experiencia sobre su manejo por parte de los actores involucrados. Para el caso de los Centros de Excelencia en Colombia e iniciativas similares en países de América Latina pueden tomarse como punto de partida estudios de otras

⁹⁶ En una conferencia a la que asistimos el 3 de octubre de 2011 en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, un funcionario de Colciencias comentó que con el programa de “Centros de Excelencia” no se había logrado fortalecer colaboraciones porque no se construyeron redes efectivas y que en ese momento se estaba trabajando en otra dirección con el apoyo a iniciativas de “Redes de Conocimiento”. Otro funcionario de Colciencias que participó en un conversatorio en una universidad de Bogotá durante el segundo semestre de 2013 comentó que los centros de excelencia en Colombia no funcionaron con la estructura que se manejó para centros de este tipo en otros países de América Latina, sino que fueron redes que como primera experiencia tuvieron algunas dificultades de integración y que el programa de “Redes de Conocimiento” promovido por Colciencias podía pensarse como una segunda etapa de esa iniciativa.

regiones que tienen trayectoria en las políticas de promoción de redes e indagar sobre las protoinstituciones que se generan⁹⁷.

Uno de los aportes de este trabajo sobre las zonas fronterizas de la colaboración se relaciona con los procesos de construcción de confiabilidad de colectivos sociotécnicos en la generación de condiciones propicias para los intercambios. Esta perspectiva puede nutrir los estudios sobre capacidades científicas y tecnológicas nacionales para el trabajo en áreas específicas. Desde el punto de vista de los formuladores de política, la construcción de las infraestructuras adecuadas puede ser una de las líneas de acción. Caroline Wagner (2008), en el enfoque que discutimos previamente, señala dos estrategias para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación: inversión (*sinking*) y comunicación (*linking*). La primera cuando se requiere una capacidad nacional y la segunda cuando dicha capacidad puede ser reemplazada por la conexión con otras regiones, sin necesidad de inversión local. El fenómeno de construcción de confiabilidad de colectivos sociotécnicos que encontramos desafía estas aproximaciones. Cuando se trata del tema de la construcción de capacidades nacionales de ciencia y tecnología, los formuladores de políticas pueden enriquecer sus enfoques al partir, no solo de un mapeo de infraestructuras disponibles en una región o país, sino de la cartografía de las relaciones que hace posible el acceso a ellas, para así facilitar los procesos de intercambio. En este ámbito identificamos un campo fructífero de indagación entre los procesos de formulación de políticas y las prácticas que hacen posible ejecutarlas.

Otro de los límites de esta investigación se asocia a la aproximación tomada. Desde la artesanía intelectual el objeto se fue construyendo poco a poco con una articulación entre literatura, métodos y terreno. De allí se deriva una construcción de los casos que resalta las especificidades de cada uno, con un menor énfasis en la transversalidad de los análisis. Por ello mientras para

⁹⁷ Agradecemos los aportes de los Doctores Alfonso Reyes y Rigas Arvanitis sobre nuevas posibilidades de investigación a partir del contraste de los contextos de los casos europeos y el colombiano. Desde las contribuciones del Dr Reyes visualizamos caminos a explorar sobre la experiencia en la valoración de activos intangibles como un punto a seguir en las protoinstituciones. Desde los aportes del Dr. Arvanitis identificamos campos de profundización sobre cómo los casos europeos que estudiamos contaban con un aprendizaje por parte de los actores a partir de años de promoción de redes por parte de la Comisión Europea, frente a las incipientes iniciativas en el caso colombiano por el “paisaje institucional fragmentado”.

uno de los casos las nociones de convergencia y divergencia son estructurantes, para otro lo es la de protoinstitución. Esta limitante abre nuevas posibilidades de indagación. El estudio de la evolución de protoinstituciones puede ser un ámbito para preguntarse por las dinámicas de construcción de distintas dimensiones de proximidad entre actores, con puntos de convergencia y divergencia. Ello puede aportar nuevos elementos a la relación entre lo permanente y lo transitorio en las zonas fronterizas de la colaboración.

Estudiamos el fenómeno inter-organizacional en un contexto promovido y/o influenciado por políticas, un punto a profundizar se asocia a relaciones de intercambio cuando no está presente esta condición. En ese sentido, el hilo conductor de la temporalidad también lo tomamos en parte desde las políticas. Podría además indagarse qué pasa cuando esas protoinstituciones no se derivan de mecanismos de política. Argumentamos que son las prácticas las que generan las protoinstituciones y su rol como punto de anclaje, pero es un elemento a considerar.

En la investigación usamos un diseño de estudios de caso. El ámbito inter-organizacional de la gestión de conocimiento podría explorarse desde otros enfoques complementarios. Pero antes de cambiar de enfoque, se podría retomar esta tesis para destacar algunas hipótesis a probar en una investigación sistemática con una población más amplia de casos. Para eso, se necesitaría identificar las variables sobresalientes de nuestra investigación y sus relaciones. Se podría así proponer un modelo analítico original y confrontarlo con la literatura.

En cuanto a la perspectiva de conocimiento como práctica que tomamos, uno de los argumentos para su adopción fue la posibilidad de diálogo entre las áreas en las que se inscribe esta tesis: la ingeniería y la sociología industrial. El esquema de doble titulación entre esas dos disciplinas también se dio en una “zona fronteriza” entre ellas⁹⁸. Valiéndonos de los argumentos que defendimos para las disciplinas asociadas al campo estudiado de las nanociencias y las nanotecnologías, en una postura reflexiva podemos analizar la relación entre la ingeniería y la sociología de la misma manera. En este trabajo evidenciamos que esas dos disciplinas al

⁹⁸ Agradecemos al Doctor Camilo Olaya por sus aportes sobre el contexto de la tesis entre la ingeniería y la sociología industrial. Sus contribuciones nos han permitido pensar en futuros terrenos de indagación.

visitarse mutuamente construyen nuevos problemas que tratan con nociones frontera comunes. La práctica fue una apuesta que nos permitió avanzar en nuestra “zona fronteriza”. En ese sentido, con una perspectiva sociotécnica del quehacer de la ingeniería, y en el contexto de discusiones que han planteado comunidades como la “*International Network for Engineering Studies (INES)*”⁹⁹ (Red Internacional para estudios de ingeniería), se abren campos de indagación sobre las reconfiguraciones de la ingeniería a partir de ámbitos de trabajo con ciencias sociales. Ello podría nutrirse con enfoques como los de Michel Serres (1998, 2002) de “caminar entre disciplinas”.

⁹⁹ Esta red publica la revista “Engineering Studies”. Para mayor información ver el sitio oficial de la INES: <http://www.inesweb.org/>

Bibliografía

- Arellano, A., Arvanitis, R., & Vinck, D. (2012). Circulación y vinculación mundial de conocimientos. Elementos de la antropología de los conocimientos en y sobre América Latina. *Redes*, 18(34), 15-23.
- Arvanitis, R. (2011). Que des réseaux ! Compte rendu de Caroline Wagner. The New Invisible College. Science for Development » Washington D.C., Brookings Institution Press. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 5(1).
- Arvanitis, R., & Vessuri, H. (2001). *La cooperación Francia Venezuela en el campo de la catálisis*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de <http://www.oei.es/salactsi/vessuri2.pdf>: <http://www.oei.es/salactsi/vessuri2.pdf>
- Arvanitis, R., Gaillard, J., Chatelin, Y., Meyer, J. B., Schlemmer, B., & Waast, R. (1995). El impacto de los fondos europeos de apoyo a la cooperación científica con países en desarrollo. *Interciencia*, 20(2), 76-82.
- Austin, J. L. (1962). *How to do things with words*. Londres: Oxford University Press.
- Autant-Bernard, C., Billand, P., Frachisse, D., & Massard, N. (2007). Social distance versus spatial distance in R&D cooperation: Empirical evidence from European collaboration choices in micro and nanotechnologies. *Papers in Regional Science*, 86(3).
- Baglieri, D., Cinici, M. C., & Mangematin, V. (2012). Rejuvenating clusters with 'sleeping anchors': The case of nanoclusters. 32(3), 245–256. *Technovation*, 32(3), 245–256.
- Balas, N., & Palpacuer, F. (2008). Les réseaux d'innovation sont-ils toujours ancrés dans les territoires? Le cas de l'alliance Crolles 2. *Entreprises et Histoire*(53), 12-33.
- Battard, N. (2012). Convergence and multidisciplinary in nanotechnology: Laboratories as technological hubs. *Technovation*, 32(2).
- Beerkens, E. (2009). Centres of Excellence and Relevance: The Contextualisation of Global Models. *Science Technology & Society*, 14(1), 153-175.

- Berente, N., Baxter, R., & Lyytinen, K. (2010). Dynamics of inter-organizational knowledge creation and information technology use across object worlds: the case of an innovative construction project. *Construction Management and Economics*, 28(6), 569-588.
- Bernard, H. (2006). *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches* (Cuarta ed.). Oxford: Altamira Press.
- Bernard, H. R., & Ryan, G. W. (2010). *Analyzing Qualitative Data: Systematic Approaches*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Blanchet, A., & Gotman, A. (2007). *L'entretien* (2e ed.). Paris: Armand Colin.
- Bontis, N., & Serenko, A. (2009). A follow-up ranking of academic journals. *Journal of Knowledge Management*, 13(1), 16-26.
- Bontis, N., Serenko, A., & Biktimirov, E. (2006). MBA knowledge management course: is there an impact after graduation? *International Journal of Knowledge and Learning*, 2(3/4), 216-237.
- Booker, L. D., Bontis, N., & Serenko, A. (2008). The Relevance of Knowledge Management and Intellectual Capital Research. *Knowledge and Process Management*, 15(4), 235–246.
- Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- Bourdieu, P. (1976). Le champ scientifique. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 2(2-3), 88-104.
- Bozanic, Z., Dirsmith, M. W., & Huddart, S. (2012). The social constitution of regulation: The endogenization of insider trading laws. *Accounting, Organizations and Society*, 37(7), 461–481.
- Bucheli, V., Díaz, A., Calderón, J. P., Lemoine, P., Valdivia, J. A., Villaveces, J. L., & Zarama, R. (2012). Growth of scientific production in Colombian universities: an intellectual capital-based approach. *Scientometrics*, 91(2), 369-382.

- Burt, R. (2004). Structural Holes and Good Ideas. *The American Journal of Sociology*, 110(2), 349-399.
- Cabrera, G., Aguilera, A., Cruz, P., García, M., Figueroa, M. C., Marín, L., . . . Zapata, A. (2009). *Materiales avanzados y nanotecnología: Direccionamiento estratégico para el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales-CENM, Santiago de Cali*. Recuperado el 20 de Febrero de 2011, de http://www.cenm.org/documents/DOC_DEFINITIVO.pdf
- Calamel, L., Defélix, C., Picq, T., & Retour, D. (2012). Inter-organisational projects in French innovation clusters: The construction of collaboration. *International Journal of Project Management*(30), 48–59.
- Callon, M. (1991). Techno-economic Networks and Irreversibility. En J. Law (Ed.), *Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology, and Domination* (págs. 132-164). London: Routledge.
- Callon, M. (1995). Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuc. En J. M. Iranzo, J. R. Blanco, T. Gonzalez De la Fe, C. Torres, & A. Cotillo (Edits.), *Sociología de la ciencia y la tecnología* (págs. 259-282). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Callon, M., & Law, J. (1998). De los intereses y su transformación. Enrolamiento y contraenrolamiento. En M. Domènech, & F. J. Tirado (Edits.), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad* (págs. 51-61). Barcelona: Gedisa.
- Callon, M., Courtial, J.-P., & Penan, H. (1995). *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Ediciones Trea, S.L.
- Carlile, P. (2002). A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development. *Organization Science*, 13(4), 442-455.
- Carlile, P. (2004). Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries. *Organization Science*, 15(5), 555-568.

- CENM. (2004a). *Contrato de Unión Temporal*. Recuperado el 25 de Abril de 2008, de http://www.cenm.org/documents/Contrato_de_Union_Temporal_%20CENM.pdf
- CENM. (2004b). *Creación de un Centro de Excelencia en Nuevos Materiales – CENM*. Recuperado el 25 de Abril de 2008, de http://www.cenm.org/documents/CENM_PROPUESTA_FINAL.pdf
- CENM. (2007a). *Informe semestral - II año de actividades. Periodo Agosto 2006-Enero 2007*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2007b). *Informe Final Segundo Año de Actividades. Periodo Febrero - Mayo 2007*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2008a). *Informe semestral III año de actividades. Periodo Agosto 2007 – Enero 2008*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2008b). *Informe final III año de actividades. Periodo Julio 2007 – Mayo 2008*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2010a). *Informe de actividades. Periodo Junio 2009 - Enero de 2010*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2010b). *Informe de actividades. Periodo Julio de 2005 – Noviembre de 2010*. Cali: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.
- CENM. (2012). *Informe técnico final consolidado 2005-2012*. Recuperado el 10 de Febrero de 2013, de <http://www.cenm.org/documents/InfTecFinal.pdf>
- CENM. (s.f.). *Physical Property Measurement System - PPMS*. Recuperado el 25 de Abril de 2008, de <http://calima.univalle.edu.co/cenm/>
- Chemical Industry Vision2020 Technology Partnership Energetics. (2003). *Chemical Industry R&D Roadmap for Nanomaterials By Design: From Fundamentals to Function*.
- Chetty, S., & Agndal, H. (2008). Role of Inter-organizational Networks and Interpersonal Networks in an Industrial District. *Regional Studies*, 42(2), 175–187.

- Chollet, B. (2004). Le rôle du capital social de l'ingénieur R&D, une étude exploratoire dans le secteur de la microélectronique. *13e conférence de l'AIMS*.
- Colciencias & DNP. (2006). Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007-2019. Informe de Avance. Propuesta de trabajo para divulgación y concertación.
- Colciencias. (Agosto de 2004). *Convocatoria nacional para la creación de centros de investigación de excelencia de Colciencias - 2004*. Recuperado el 20 de Enero de 2011, de http://www.cenm.org/documents/convocatoria_Centros_de_Excelencia.pdf
- Colciencias. (2010). *Colciencias mantendrá su apoyo a los Centros de Investigación de Excelencia*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de <http://www.colciencias.gov.co/noticias/colciencias-mantendr-su-apoyo-los-centros-de-investigaci-n-de-excelencia>
- Colciencias, & CENM. (2007). *Colciencias y el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales CENM invitan al taller de prospectiva en nanomateriales*. Recuperado el 30 de Julio de 2008, de <http://www.cenm.org>
- Collins, H. (1985). *Changing order. Replication and Induction in Scientific Practice*. London: Sage Publ.
- Cricelli, L., & Grimaldi, M. (2010). Knowledge-based inter-organizational collaborations. *Journal of Knowledge Management*, 14(3), 348-358.
- Dalkir, K. (2005). *Knowledge Management in Theory and Practice*. Oxford: Elsevier.
- Davenport, T., & Prusak, L. (2000). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Boston: Harvard Business School Press.
- De Gortari, R. (2001). Complementariedad y conocimiento compartido en el campo de los materiales en México. En R. Casas, *La formación de redes de conocimiento: Una perspectiva regional desde México* (págs. 298-353). Barcelona: UNAM, Anthropos Editorial.

- Deleamarle, A., Kahane, B., Willard, L., & Larédo, P. (2009). Geography of Knowledge Production in Nanotechnologies: A Flat World with Many Hills and Mountains. *Nanotechnology Law & Business*, 6, 103-123.
- Demera, J. D. (2006). "Dios es amor" en guambiano o la forma de crear una nueva religión: la circulación de las prácticas rituales y las pertenencias étnicas. *Antípoda: Revista de Antropología y Arqueología*(2), 253-273.
- DNP. (2005). *Visión Colombia II Centenario: 2019. Propuesta para Discusión* (Tercera ed.). Bogotá: Editorial Planeta. Recuperado el 10 de Julio de 2013, de <https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=G5qKFALu6Zw%3d&tabid=775>
- DNP. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- DNP. (2009). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Documento CONPES 3582*. Bogotá: DNP.
- Drucker, P. (1994). The Age of Social Transformation. *The Atlantic Monthly*, 274(5), 53-80, Recuperado el 10 de marzo de 2013 de <http://www.theatlantic.com/past/docs/issues/95dec/chilearn/drucker.htm>.
- Dutrénit, G., Arvanitis, R., Capdevielle, M., Cruz, M. A., Del Valle, S., Rios, L., . . . Villavicencio, D. (1996). La vinculación universidad-empresa en un macroproyecto de polímeros. *Comercio exterior*, 46(10), 808-816.
- Echeverría, R. (2002). *Ontología del lenguaje* (Sexta ed.). Santiago: Dolmen Ediciones.
- Eisenhardt, K. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- Eisenhardt, K., & Graebner, M. (2007). Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32.
- Elmacioglu, E., & Lee, D. (2009). Modeling idiosyncratic properties of collaboration networks revisited. *Scientometrics*, 80(1), 195-216.

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29, 109–123.
- Feynman, R. (11 de Diciembre de 1965). *The development of the space-time view of quantum electrodynamics*, California Institute of Technology, Pasadena, Nobel Lecture. Recuperado el 28 de Agosto de 2011, de http://qss.stanford.edu/~godfrey/physics/Feynmans_Nobel_Lecture_1965.pdf
- Foladori, G. (2013). Nanotechnology Policies in Latin America: Risks to Health and Environment. *Nanoethics*, 1–13.
- Foladori, G., & Invernizzi, N. (2013). Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America. *Journal of Arts and Humanities*, 2(3), 35-45.
- García Márquez, G. (2007 [1967]). *Cien años de soledad. Edición Conmemorativa*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma, Alfaguara.
- Gherardi, S. (2001). From organizational learning to practice - based knowing. *Human Relations*, 54(1), 131-139.
- Gherardi, S. (2006). *Organizational Knowledge: The Texture of Workplace Learning*. Oxford: Blackwell.
- Gherardi, S. (2009). Knowing and learning in practice-based studies: an introduction. *The Learning Organization*, 16(5), 352-359.
- Gherardi, S., & Nicolini, D. (2000). To Transfer is to Transform: The Circulation of Safety Knowledge. *Organization*, 7(2), 329–348.
- Glänzel, W. e. (2003). *Nanotechnology: Analysis of an Emerging Domain of Scientific and Technological Endeavour*. Leuven: Steunpunt O&O Statistieken, Report. K.U. Leuven.
- Goktepe, D. (2003). The Triple Helix as a model to analyze Israeli Magnet Program and lessons for late-developing countries like Turkey. *Scientometrics*, 58(2), 219-239.

- Gould, R., & Fernandez, R. (1989). Structures of Mediation: A Formal Approach to Brokerage in Transaction Networks. *Sociological Methodology*, 19, 89-126.
- Goulet, F., & Vinck, D. (2012). L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement. *Revue française de sociologie*, 53(2), 195-224.
- Guber, R. (2001). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Guzmán, C. (2010). Homogeneidad y multiplicidad en la investigación social. *Nómadas*(32), 255-265.
- Hanafi, S. (2011). University systems in the Arab East: Publish globally and perish locally vs publish locally and perish globally. *Current Sociology*, 59(3), 291–309.
- Hargadon, A., & Sutton, R. (1997). Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative Science Quarterly*, 42(4), 716-749.
- Harzing, A.-W. (2011). *The Publish or Perish Book: Your Guide to Effective and Responsible Citation Analysis*. Melbourne, Australia: Tarma Software Research Pty Ltd.
- Hautala, J. (2011). Cognitive proximity in international research groups. *Journal of Knowledge Management*, 15(4), 601-624.
- He, Z.-L., Geng, X.-S., & Campbell-Hunt, C. (2009). Research collaboration and research output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university. *Research Policy*, 38(2), 306–317.
- Heinze, T., & Bauer, G. (2007). Characterizing creative scientists in nano-S&T: Productivity, multidisciplinaryity, and network brokerage in a longitudinal perspective. *Scientometrics*, 70(3), 811–830.
- Henderson, K. (1995). The Political Career of a Prototype: Visual Representation in Design Engineering. *Social Problems*, 42(2), 274-299.

- Hennion, A. (25 de Junio de 2013). *D'une sociologie de la médiation à une pragmatique des attachements*. Recuperado el 8 de Agosto de 2013, de Sociologies [En ligne], Théories et recherches: <http://sociologies.revues.org/4353>
- Herrera, B., Jaime, A., & Vinck, D. (2006). Mediator Agents of Knowledge in Glo/Cal Networks: What role play the research groups of Los Andes University in Bogotá? *53rd Annual North American Meetings of the Regional Science Association International*. Toronto, Canadá.
- Homenaje a Susan Leigh Star. (2010). *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(1), I-IX DOI : 10.3917/rac.009.000i.
- Huang, C., Notten, A., & Rasters, N. (2011). Nanoscience and technology publications and patents: a review of social science studies and search strategies. *The Journal of Technology Transfer*, 36(2), 145-172.
- Hubert, M., & Spivak, A. (2009). Integrarse en redes de cooperación en nanociencias y nanotecnologías: El rol de los dispositivos instrumentales. *Redes*, 15(29), 69-91.
- Hullmann, A. (2007). Measuring and assessing the development of nanotechnology. *Scientometrics*, 70(3), 739–758.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Ibert, O. (2007). Towards a Geography of Knowledge Creation: The Ambivalences between 'Knowledge as an Object' and 'Knowing in Practice'. *Regional Studies*, 41(1), 103–114.
- Invernizzi, N., Foladori, G., & Maclurcan, D. (2008). Nanotechnology's controversial role for the South. *Science Technology & Society*, 13(1), 123–148.
- Invernizzi, N., Körbes, C., & Fuck, M. P. (2012). Política de nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. En G. Foladori, N. Invernizzi, & E. Záyago Lau (Edits.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (págs. 55-84). Miguel Ángel Porrúa.

- Jaime, A., Gardoni, M., Mosca, J., & Vinck, D. (2005). BASIC Lab: a software tool for supporting the production of knowledge in research organizations through the management of scientific concepts. *Journal of Knowledge Management*, 9(6), 53-66.
- Janowicz-Panjaitan, M., & Noorderhaven, N. G. (2009). Trust, calculation and interorganizational learning of tacit knowledge: an organizational roles perspective. *Organization Studies*, 30(10), 1021–1044.
- Kang, K., & Kang, J. (2010). Does partner type matter in R&D collaboration for product innovation? *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(8), 945-959.
- Kaufmann, J. (2008). *L'entretien compréhensif* (2e ed.). Paris: Armand Colin.
- Kay, L., & Shapira, P. (2009). Developing nanotechnology in Latin America. *J Nanopart Res*, 11(2), 259–278.
- Kim, D. (1993). The Link between Individual and Organizational Learning. *Sloan Management Review*, 35(1), 37-50.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. (2006). Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, 8(2), 71–89.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. (2011). Configurations of Inter-organizational Knowledge Links: Does Spatial Embeddedness Still Matter? *Regional Studies*, 1–17, DOI:10.1080/00343404.2011.600302.
- Knorr Cetina, K. (1997). Sociality with Objects: Social Relations in Postsocial Knowledge Societies. *Theory, Culture & Society*, 14(4), 1-30.
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*. Cambridge: Harvard University Press.
- Kreimer, P. (2006). ¿Dependientes o Integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Nómadas*(24), 199-212.

- Kreimer, P., & Zabala, J. P. (2006). ¿Qué conocimiento y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina. *Redes*, 12(23), 49-78.
- Kreimer, P., & Zabala, J. P. (2007). Chagas Disease in Argentina: Reciprocal Construction of Social and Scientific Problems. *Science Technology & Society*, 12(1), 49-72.
- Labatut, J., Aggeri, F., Astruc, J.-M., Bibé, B., & Girard, N. (2009). The active role of instruments in articulating knowing and knowledge: The case of animal qualification practices in breeding organisations. *The Learning Organization*, 16(5), 371-385.
- Lakitan, B., Hidayat, D., & Herlinda, S. (2012). Scientific productivity and the collaboration intensity of Indonesian universities and public R&D institutions: Are there dependencies on collaborative R&D with foreign institutions? *Technology in Society* 227–238, 34, 227–238.
- Latour, B. (2006). *Changer de société. Refaire de la sociologie*. Paris: La Découverte.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: Una introducción a la teoría del actor - red*. Buenos Aires: Ediciones Manantial.
- Latour, B., & Lépinay, V. A. (2009). *La economía, ciencia de los intereses apasionados: introducción a la antropología económica de Gabriel Tarde*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Manantial.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1996). *La vie de laboratoire: La production des faits scientifiques*. Paris: Éditions La Découverte.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lavie, D., & Drori, I. (2011). Collaborating for Knowledge Creation and Application: The Case of Nanotechnology Research Programs. *Organization Science, Articles in Advance*, 1–21.

- Law, J., & Callon, M. (1992). The life and death of an aircraft: A network analysis of technical change. En W. Bijker, & J. Law (Edits.), *Shaping Technology/building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Lawrence, T. B., Hardy, C., & Phillips, N. (2002). Institutional effects of interorganizational collaboration: the emergence of proto-institutions. *Academy of Management Journal*, 45(1), 281-290.
- Lind, F., Holmen, E., & Pedersen, A.-C. (2012). Moving resources across permeable project boundaries in open network contexts. *Journal of Business Research*, 65, 177–185.
- Losego, P., & Arvanitis, R. (2008). La science dans les pays non hégémoniques. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2(3), 334-342.
- Louvel, S. (2007). Le nerf de la guerre. Relations financières entre les équipes et organisation de la coopération dans un laboratoire. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(2), 297-322.
- Louvel, S. (2009). Organiser les incertitudes locales dans le contexte d'une nouvelle recherche-technologie: Le cas d'un laboratoire de protéomique. En Y. Chalas, C. Gilbert, & D. Vinck (Edits.), *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude* (págs. 41-57). Éditions des archives contemporaines.
- Ma, Z., & Yu, K.-H. (2010). Research paradigms of contemporary knowledge management studies: 1998-2007. *Journal of Knowledge Management*, 14(2), 175-189.
- Maaninen-Olsson, E., Wismén, M., & Carlsson, S. (2008). Permanent and temporary work practices: knowledge integration and the meaning of boundary activities. *Knowledge Management Research & Practice*, 6, 260–273.
- Mangematin, V., & Callon, M. (1995). Technological competition, strategies of the firms and the choice of the first users: the case of road guidance technologies. *Research Policy*, 24, 441-458.

- March, J. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- Marcovich, A., & Shinn, T. (2011). Where is disciplinary going? Meeting on the borderland. *Social Science Information*, 50(3-4), 582-606.
- Marcus, G. (1995). Ethnography in/of the World System: The Emergence of Multi-sited Ethnography. *Annual Review of Anthropology*, 24, 95-117.
- Mariotti, F. (2011). Knowledge mediation and overlapping in interfirm networks. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 875-889.
- Messeni Petruzzelli, A. (2008). Proximity and knowledge gatekeepers: the case of the Polytechnic University of Turin. *Journal of Knowledge Management*, 12(5), 34-51.
- Messeni Petruzzelli, A., Albino, V., & Carbonara, N. (2007). Technology districts: proximity and knowledge access. *Journal of knowledge management*, 11(5), 98-114.
- Messeni Petruzzelli, A., Albino, V., & Carbonara, N. (2009). External knowledge sources and proximity. *Journal of Knowledge Management*, 13(5), 301-318.
- Messeni Petruzzelli, A., Albino, V., Carbonara, N., & Rotolo, D. (2010). Leveraging learning behavior and network Structure to improve knowledge Gatekeepers' performance. *Journal of Knowledge Management*, 14(5), 635-658.
- Meyer, J.-B. (2008). La circulation des compétences, un enjeu pour le développement . *Annuaire suisse de politique de développement*, 27(2), 53-67.
- Meyer, M. (2007). What do we know about innovation in nanotechnology? Some propositions about an emerging field between hype and path-dependency. *Scientometrics*, 70(3), 779-810.
- Meyer, M. (2009). Objet-frontière ou Projet-frontière? Construction, (non-)utilisation et politique d'une banque de données. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1), 127-148.

- Miège, B., & Vinck, D. (2012). Questionner l'évidence des discours sur la convergence. En B. Miège, & D. Vinck (Edits.), *Les masques de la convergence: Enquêtes sur sciences, industries et aménagement* (págs. 1-22). Paris: Éditions des archives contemporaines.
- Mills, C. W. (1986 [1961]). *La imaginación sociológica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mogoutov, A., & Kahane, B. (2007). Data search strategy for science and technology emergence: A scalable and evolutionary query for nanotechnology tracking. *Research Policy*, 36(6), 893–903.
- Narula, R., & Santangelo, G. (2009). Location, collocation and R&D alliances in the European ICT industry. *Research Policy*, 38(2), 393-403.
- Nguyen-Vaillant, M.-F. (2010). Le carnet de surveillance dans le diabète. Entre usage médical et traces de vie. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(2), 380-408.
- Nicolini, D. (2009). Zooming In and Out: Studying Practices by Switching Theoretical Lenses and Trailing Connections. *Organization Studies*, 1391–1418.
- Nicolini, D. (2011). Practice as the Site of Knowing: Insights from the Field of Telemedicine. *Organization Science*, 22(3), 602–620.
- Nicolini, D., Mengis, J., & Swan, J. (2012). Understanding the Role of Objects in Cross-Disciplinary Collaboration. *Organization Science*, 23(3), 612–629.
- Nonaka, I. (1991). The Knowledge-Creating Company. *Harvard Business Review*, *Noviembre-Diciembre*, 96-104.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Toyama, R. (2003). The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process. *Knowledge Management Research & Practice*, 1, 2–10.
- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36, 1016–1034.

- Noyons, E., Buter, R., van Raan, A., Schmoch, U., Heinze, T., Hinze, S., & Rangnow, R. (2003). *Mapping excellence in science and technology across Europe Nanoscience and nanotechnology. Report of project ECPPN CT-2002-0001 to the European Commission.* Recuperado el 2 de Mayo de 2008, de studies.cwts.nl/projects/ec-coe/downloads/Final_r
- NRC. (2002). *Small Wonders, Endless Frontiers: A Review of the National Nanotechnology Initiative.* Washington DC: National Academy Press.
- OCDE. (2006). *Innovation and knowledge-intensive service activities.* OCDE. ISBN 92-64-02273-2.
- Olsen, D. (2009). Emerging interdisciplinary practice: making nanoreactors. *The Learning Organization, 16*(5), 398-408.
- Orlikowski, W. (2002). Knowing in practice: enacting a collective capability in distributed organizing. *Organization Science, 13*(3), 249–273.
- Orlikowski, W. (2006). Material knowing: the scaffolding of human knowledgeability. *European Journal of Information Systems, 15*, 460–466.
- Orozco, L. A., & Chavarro, D. A. (2006). *De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales. Análisis de la biotecnología para el estudio de comunidades científicas en el marco de los programas nacionales de ciencia y tecnología.* (J. L. Villaveces, & J. Charum, Edits.) Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Javegraf.
- Pandza, K., Wilkins, T. A., & Alfoldi, E. A. (2011). Collaborative diversity in a nanotechnology innovation system: Evidence from the EU Framework Programme. *Technovation, 31*(9), 476–489.
- Pérez Martelo, C. B. (2009). Dinámicas de Proximidad Espacial y Relacional en Redes de Colaboración Científica y Tecnológica: El Caso del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de Colombia. *Memorias XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica- ALTEC* (págs. 1-17). Cartagena: ALTEC.

- Pérez Martelo, C. B., & Vinck, D. (2008a). Nanotechnology in Colombia: Constructing Networks for the Development. *Prime- Europe - Latin America Conference on Science and Innovation Policy* (págs. 1-14). Mexico: Casa abierta al tiempo.
- Pérez Martelo, C. B., & Vinck, D. (2008b). El rol de la comunicación en la co-construcción de conocimiento y de redes de vinculación y transferencia en nanotecnología. En J. Baralt, N. Callaos, F. Malpica, & D. Fonseca (Ed.), *3er Simposium Internacional en Comunicación del Conocimiento y Conferencias. III*, págs. 250-255. Orlando, Florida, Estados Unidos: International Institute of Informatics and Systemics.
- Pérez Martelo, C. B., & Vinck, D. (2009). Redes sociotécnicas de co-gestión en nanotecnologías en Colombia: ¿Entre la visibilidad internacional y la apropiación local? *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 15(29), 113-137.
- Pérez Martelo, C. B., & Vinck, D. (2012). Las nanociencias y nanotecnologías en Colombia: desarrollos con colaboración intranacional e internacional. En G. Foladori, N. Invernizzi, & E. Záyago Lau, *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (págs. 101-126). México: Miguel Ángel Porrúa.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension*. Gloucester, MA: Peter Smith.
- Porter, A., & Youtie, J. (2009). How interdisciplinary is nanotechnology? *Journal of Nanoparticle Research*, 11(5), 1023-1041.
- Porter, A., Youtie, J., Shapira, P., & Schoeneck, D. (2008). Refining search terms for nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(715–728).
- Powell, W., White, D. R., Koput, K. W., & Owen-Smith, J. (2005). Network Dynamics and Field Evolution: The Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Sciences. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132-1205.
- Pratt, M. G. (2009). From The Editors: For the lack of a boilerplate: Tips on writing up (and reviewing) qualitative research. *Academy of Management Journal*, 52(5), 856-862.

- Prieto, P. (2011). *Proyecto Estructuración Centro Nacional de Nanotecnología en Energía – CNNe*. Cali: CENM, EPM, Purdue University, CIIEN.
- Rafols, I. (2007). Strategies for knowledge acquisition in bionanotechnology. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20(4), 395-412.
- Rafols, I., & Meyer, M. (2007). How cross-disciplinary is bionanotechnology? Explorations in the specialty of molecular motors. *Scientometrics*, 70(3), 633-650.
- Rafols, I., & Meyer, M. (2010). Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. *Scientometrics*, 82(2), 263–287.
- Reyes Alvarado, A., Pedraza Camargo, G., & Prieto, P. (2008). Nanomateriales: ¿quo vadis? una agenda prospectiva para el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales –CENM–. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32(123), 213-233.
- Rip, A., & Nederhof, A. (1986). Between Dirigism and Laisser-Faire: Effects of Implementing the Science Policy Priority for Biotechnology in the Netherlands. *Research Policy*, 15(5), 253-268.
- Robinson, D. K., Rip, A., & Mangematin, V. (2007). Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology. *Research Policy*, 36(6), 871-879.
- Robles, E. (2011). *Les Fondations, acteurs de l'émergence des nouvelles technologies dans les pays non hégémoniques: le cas des micro et nanotechnologies au Mexique*. Grenoble, Francia, Tesis de doctorado en sociología Industrial, Universidad de Grenoble.
- Roco, M., & Bainbridge, W. (Edits.). (2001). *Societal implications of nanoscience and nanotechnology*. Dordrecht: Kluwer.
- Roco, M., & Bainbridge, W. (Edits.). (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*. Arlington, VA: National Science Foundation and Department of Commerce.
- Rodríguez Cuberos, E. G. (2008). Ciencia social performativa: alcances de una alternativa metodológica. *Nómadas*(29), 142-154.

- Salazar, M. (2008). Canada & Colombia: Two approaches to the role of regions and networks in research and innovation policy. *Prime- Europe - Latin America Conference on Science and Innovation Policy* (págs. 1-18). México: Casa abierta al tiempo.
- Sammarra, A., & Biggiero, L. (2008). Heterogeneity and specificity of inter-firm knowledge flows in innovation networks. *Journal of Management of Studies*, 45(4), 800-829.
- Schiffauerova, A., & Beaudry, C. (2012). Collaboration spaces in Canadian biotechnology: A search for gatekeepers. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29, 281–306.
- Schmidt, J. C. (2008). Tracing interdisciplinarity of converging technologies at the nanoscale: A critical analysis of recent nanotechnosciences. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(1), 45-63.
- Schummer, J. (2004a). Interdisciplinary Issues of Nanoscale Research. En D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer (Edits.), *Discovering the Nanoscale* (págs. 9-20). Amsterdam: IOS Press.
- Schummer, J. (2004b). Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Patterns of Research Collaboration in Nanoscience and Nanotechnology . *Scientometrics*, 59, 425-465.
- Schummer, J. (2007). The global institutionalization of nanotechnology research: A bibliometric approach to the assessment. *Scientometrics*, 70(3), 669–692.
- Selin, C. (2006). Time Matters: Temporal harmony and dissonance in nanotechnology networks. *Time & Society*, 15(1), 121-139.
- Serenko, A., & Bontis, N. (2013a). The intellectual core and impact of the knowledge management academic discipline. *Journal of Knowledge Management*, 17(1), 137-155.
- Serenko, A., & Bontis, N. (2013b). Global ranking of knowledge management and intellectual capital academic journals:2013 update. *Journal of Knowledge Management*, 17(2), 307-326.

- Serenko, A., Bontis, N., Booker, L., Sadeddin, K., & Hardie, T. (2010). A scientometric analysis of knowledge management and intellectual capital academic literature (1994-2008). *Journal of Knowledge Management, 14*(1), 3-23.
- Serres, M. (Ed.). (1998). *Historia de las Ciencias*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Serres, M. (2002). *Los cinco sentidos: Ciencia, poesía y filosofía del cuerpo*. Bogotá: Taurus.
- Shinn, T. (2000). Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle: La recherche technico-instrumentale. *Revue française de sociologie, 41*(3), 447-473.
- Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of Management Journal, 50*(1), 20-24.
- Soler, J., & Trompette, P. (2010). Une technologie pour la santé: traces et expertises. Chercheurs, familles et médecins autour de la définition des crises d'épilepsie. *Revue d'anthropologie des connaissances, 4*(2), 323-357.
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, California: SAGE Publications Ltd.
- Stake, R. (2006). *Multiple case study analysis*. New York, EE.UU: The Guilford Press.
- Star, S. (1999). The Ethnography of Infrastructure. *American Behavioral Scientist, 43*(3), 377-391.
- Star, S. (2010). Ceci n'est pas un objet-frontière. Réflexions sur l'origine d'un concept. *Revue d'anthropologie des connaissances, 4*(1), 18-35.
- Star, S., & Griesemer, J. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science, 19*(3), 387-420.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

- Suddaby, R. (2006). From The Editors: What Grounded Theory is not. *Academy of Management Journal*, 49(4), 633–642.
- Svabo, C. (2009). Materiality in a practice-based approach. *The Learning Organization*, 16(5), 360-370.
- Teubal, M. (1997). A catalytic and evolutionary approach to horizontal technology policies (HTPs) . *Research Policy*, 25, 1161-1188.
- Trompette, P., & Vinck, D. (2009). Regreso sobre la noción de objeto frontera. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1), 4-26.
- Vessuri, H. (1998). La movilidad científica desde la perspectiva de América Latina. En J. B. Meyer, & J. Charum, *El nuevo nomadismo científico: La perspectiva latinoamericana* (págs. 99-113). Bogotá, Colombia: Escuela Superior de Administración Pública.
- Vessuri, H. (2002). De la transferencia a la creatividad. Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1(3), 1-28.
- Vessuri, H., Canino, M. V., & Sánchez, I. (2005). La base de conocimiento de la industria petrolera en Venezuela y la dinámica de lo público-privado. *Redes*, 11(22), 17-49.
- Veyrat, N., Blanco, E., & Trompette, P. (2007). L'objet incorporé et la logique des situations. Les lunettes au fil de l'histoire et au gré des usages. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), 59-83.
- Villaveces, J. L., Orozco, L. A., Olaya, D. L., Chavarro, D., & Suárez, E. (2005). ¿Cómo medir el impacto de las políticas de ciencia y tecnología? *Revista CTS*, 2(4), 125-146.
- Vinck, D. (1992). *Du laboratoire aux réseaux. Le travail scientifique en mutation*. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- Vinck, D. (1996). The dynamics of Scientific Intellectuals Within the Integrative Trend in Europe: The Case of Co-operation Networks. En A. Elzinga, & C. Landström, *Internationalism and Science* (págs. 162-198). London: Taylor Graham.

- Vinck, D. (1999). Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique: Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue Française de Sociologie*, 40(2), 385-414.
- Vinck, D. (2006a). *L'équipement du chercheur: comme si la technique était déterminante*. *ethnographiques.org*. Recuperado el 20 de Marzo de 2011, de <http://www.ethnographiques.org/2006/Vinck.html>
- Vinck, D. (2006b). La construcción de un modelo local de trabajo colectivo: el caso de un polo de investigación en micro y nanotecnología. *Memorias VI ESOCITE* (págs. 1-26). Bogotá, 9 a 21 de abril de 2006: Recuperado el 3 de mayo de 2007 de http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITEPDF/ISA010.pdf.
- Vinck, D. (2007a). Presentación. Ese oscuro objeto de conocimiento. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), a-g.
- Vinck, D. (2007b). *Sciences et société: Sociologie du travail scientifique*. Paris: Armand Colin.
- Vinck, D. (2007c). Présentation. Cet obscur objet de connaissances. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), 5-10.
- Vinck, D. (2009a). Le "passage au nano". Comment un laboratorio s'arrange avec des incertitudes majeures? En Y. Chalas, C. Gilbert, & D. Vinck (Edits.), *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude*. Éditions des archives contemporaines.
- Vinck, D. (2009b). De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière: Vers la prise en compte du travail d'équipement. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1), 51-72.
- Vinck, D. (2011). Taking intermediary objects and equipping work into account in the study of engineering practices. *Engineering Studies*, 3(1), 25-44.
- Vinck, D. (2012). Accessing Material Culture by Following Intermediary Objects. En L. Naidoo (Ed.), *An Ethnography of Global Landscapes and Corridors*. InTech, DOI: 10.5772/34719. Recuperado el 22 de agosto de 2013 de: <http://www.intechopen.com/books/an->

ethnography-of-global-landscapes-and-corridors/following-intermediary-objects-in-order-to-access-material-culture.

- Vinck, D. (2013). El ensamblaje agitado de una ciudad de saberes e innovaciones: el caso de las nanotecnologías en Grenoble. En O. Restrepo, *Ensamblando heteroglosias* (págs. 143-166). Bogotá: UNAL, Colciencias.
- Vinck, D., & Robles-Belmont, E. (2012). Convergence dans les nanosciences et nanotechnologies: Le cas des micro et nanosystèmes. En B. Miège, & D. Vinck, *Les masques de la convergence: Enquêtes sur sciences, industries et aménagement* (págs. 43-65). Paris: Éditions des archives contemporaines.
- Vinck, D., & Zarama, G. (2007). La fusion de laboratoires. Processus de gestion et constitution d'une entité pertinente de l'activité scientifique. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 1(2), 267-296.
- Wagner, C. (2008). *The New Invisible College: Science for Development*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Wagner, C., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, 34(10), 1608-1618.
- Wang, J., & Guan, J. (2005). The analysis and evaluation of knowledge efficiency in research groups. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(11), 1217-1226.
- Wang, J., Peters, H. P., & Guan, J. (2006). Factors influencing knowledge productivity in German research groups: lessons for developing countries. *Journal of Knowledge Management*, 10(4), 113-126.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1999). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.

- Yin, R. (1994). *Case Studie Research: Design and Methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.
- Zarama, G., & Vinck, D. (2011). Façonnage des espaces de travail d'un collectif de recherche en micro et nanotechnologies. *Terrains & Travaux*(18), 61-80.
- Záyago, E., & Foladori, G. (2012). La política de ciencia y tecnología en México y la incorporación de las nanotecnologías. En G. Foladori, N. Invernizzi, & E. Záyago Lau (Edits.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (págs. 135-161). México: Miguel Ángel Porrúa.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Furner, J., Liu, R. C., & Ma, H. (2007). Minerva unbound: Knowledge stocks, knowledge flows and new knowledge production. *Research Policy*, 36, 850–863.

Anexos

Anexo 1. Búsqueda sistemática de literatura sobre el tema de “gestión de conocimiento inter-organizacional”

Fecha de búsqueda: 22 de julio de 2013

Fuente: Web of Science. En la búsqueda se utilizan las colecciones “Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)”, “Social Sciences Citation Index (SSCI)” y “Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)”, las cuales tienen una cobertura para el periodo 1975-2013.

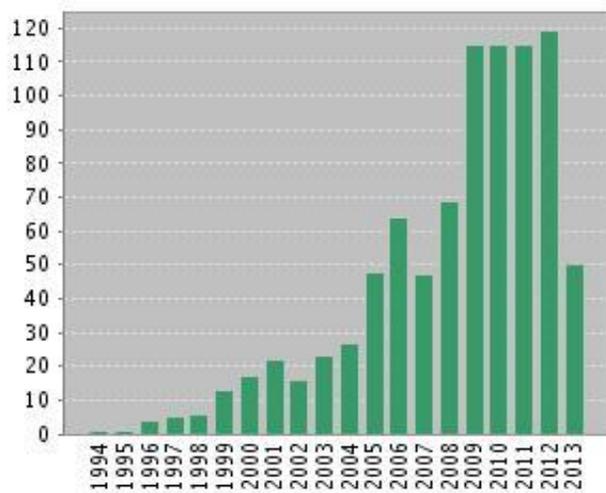
Limitantes: El campo de gestión de conocimiento y los artículos en idiomas diferentes al inglés no están bien representados en esta fuente. Este es un sesgo sistemático que en nuestra búsqueda bibliográfica lo tuvimos en cuenta consultando otras fuentes y los resultados tienen para nosotros un propósito referencial. Recomendamos ver el trabajo de Anne-Wil Harzing (2011) para una discusión sobre tipos de fuentes relevantes por áreas de conocimiento.

Ecuación de búsqueda

("interorganizational collaboration" AND "knowledge management") OR (interorganizational AND "knowledge management") OR ("inter-organizational collaboration" AND "knowledge management") OR (inter-organizational AND "knowledge management") OR ("interorganisational collaboration" AND "knowledge management") OR (interorganisational AND "knowledge management") OR ("inter-organisational collaboration" AND "knowledge management") OR (inter-organisational AND "knowledge management") OR (collaboration AND "knowledge management") OR (network and "knowledge management")

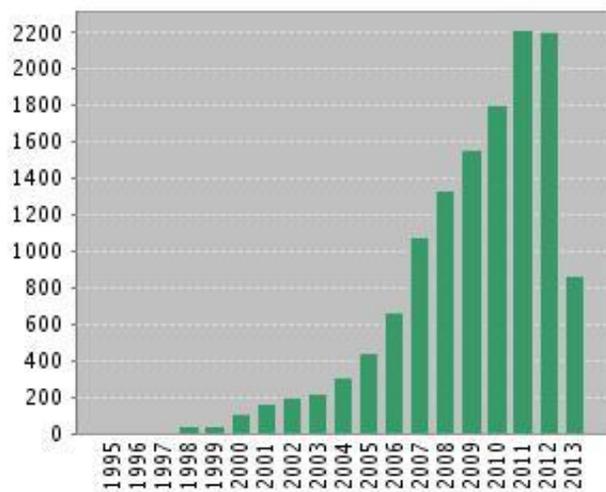
Resultados: 877

Gráfico de número de artículos por año



Fuente: Recuperado de *Web of Science* el 22 de julio de 2013

Gráfico de citaciones por año



Fuente: Recuperado de *Web of Science* el 22 de julio de 2013

Anexo 2. Búsqueda sistemática de literatura sobre el tema de “mediadores” (objetos y sujetos)

Fecha de búsqueda: 25 de julio de 2013

Fuente: Web of Science. En la búsqueda se utilizan las colecciones “Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)”, “Social Sciences Citation Index (SSCI)” y “Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)”, las cuales tienen una cobertura para el periodo 1975-2013.

Limitantes: Las áreas de ciencias sociales y gestión de conocimiento, así como los artículos en idiomas diferentes al inglés no están bien representados en esta fuente. Este es un sesgo sistemático que en nuestra búsqueda bibliográfica lo tuvimos en cuenta consultando otras fuentes y los resultados tienen para nosotros un propósito referencial. Recomendamos ver el trabajo de Anne-Wil Harzing (2011) para una discusión sobre tipos de fuentes relevantes por áreas de conocimiento.

Ecuaciones de búsqueda

En la búsqueda se combinaron términos sobre sujetos y objetos mediadores, tal como mostramos a continuación:

("knowledge management" AND gatekeeper) OR ("knowledge management" AND broker) OR ("knowledge management" AND “boundary spanning”) OR (collaboration AND gatekeeper) OR (collaboration AND broker) OR (collaboration AND “boundary spanning”) OR (innovation AND gatekeeper) OR (innovation AND broker) OR (innovation AND broker)

OR

("knowledge management" AND “boundary objects”) OR ("knowledge management" AND “intermediary objects”) OR (innovation AND “boundary objects”) OR (innovation AND “intermediary objects”) OR (“boundary objects”) OR (“intermediary objects”) OR (“mediator objects”) OR (“mediation objects”)

Resultados: 681

Observaciones

Es de esperarse que el artículo de Susan Leigh Star y James R. Griesemer (1989) tenga un alto nivel de citas ya que en ese texto propusieron la noción de objeto frontera (*boundary object*), que usamos aquí como criterio de búsqueda. Lo que es interesante es que tenga más citas que documentos que tocan nociones ampliamente trabajadas en gestión de conocimiento e innovación ligadas a mediadores como *gatekeeper*, *broker*, *boundary spanning*. En la tabla que está a continuación, después del artículo de Star y Griesemer, observamos autores de varias tradiciones. Wanda Orlikowski se ubica en los enfoques de conocimiento como práctica (*Knowing in practice*), Ronald Burt en la teoría de análisis de redes sociales, mientras Andrew Hargadon y Robert Sutton en estudios de innovación. Paul Carlile ha trabajado la gestión de conocimiento desde perspectivas de sistemas de información y enfoques de prácticas. Las contribuciones de estos autores se discuten en los capítulos 2 y 3.

Artículos más citados

	Título del documento	Autores	Título fuente	Año de publicación	N° de citas a julio de 2013
1	Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39	Star, SL; Griesemer, JR	SOCIAL STUDIES OF SCIENCE	1989	1283
2	Knowing in practice: Enacting a collective capability in distributed organizing	Orlikowski, WJ	ORGANIZATION SCIENCE	2002	530
3	Structural holes and good ideas	Burt, RS	AMERICAN JOURNAL OF SOCIOLOGY	2004	503
4	Technology brokering and innovation in a product development firm	Hargadon, A; Sutton, RI	ADMINISTRATIVE SCIENCE QUARTERLY	1997	479
5	A pragmatic view of knowledge and boundaries: Boundary objects in new product development	Carlile, PR	ORGANIZATION SCIENCE	2002	463

Fuente: Recuperado de *Web of Science* el 25 de julio de 2013

Anexo 3. Grupos integrantes del CENM con su TII, institución y localización

Nombre del grupo	Abreviación	Temas de Investigación Interdisciplinaria (TII)				Universidad	Localización (Ciudad,Departamento)
		MR	MN	NMA	DES		
Películas Delgadas	GPD	x		x		Universidad del Valle	Cali (Valle del Cauca)
Física Teórica del Estado Sólido	FTES				x		
Materiales Compuestos	GMC		x	x			
Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase	GMFTTF		x	x			
Síntesis y Mecanismos de Reacción en Química Orgánica	SMRQO		x				
Transiciones de Fase en Sistemas No-Metálicos	GTFNM				x		
Ciencia e Ingeniería de Materiales	GCIM	x	x			Universidad Autónoma de Occidente	
Corrosión y Protección	GCP	x	x			Universidad de Antioquia	Medellín (Antioquia)
Estado Sólido	GES			x	x		
Física Atómica y Molecular	FAM				x		
Física Computacional en Materia Condensada	FICOMACO				x	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga (Santander)
Óptica y Tratamiento de Señales	GOTS				x		
Materiales Fotónicos	GMF				x		
Física de Nuevos Materiales	GFNM			x	x	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	Bogotá D.C
		MR	MN	NMA	DES		
Optoelectrónica	GOE			x	x	Universidad del Quindío	Armenia (Quindío)
Ciencias de Materiales y Tecnología Plasma	GCMTP			x		Universidad del Tolima	Ibagué (Tolima)

Nombre del grupo	Abreviación	Temas de Investigación Interdisciplinaria (TII)				Universidad	Localización (Ciudad, Departamento)
Física de Bajas Temperaturas "Edgar Holguín"	FISBATEM			x	x	Universidad del Cauca	Popayán (Cauca)
Materiales, Procesos y Diseño	GMPD	x	x			Universidad del Norte	Barranquilla (Atlántico)
Plasma, Láser y Aplicaciones	GPLA	x				Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira (Risaralda)

Fuente: Elaborado a partir de información publicada en la página web institucional del CENM: <http://www.cenm.org/sp/investigacion.htm>. MR: Materiales de Recubrimientos, MN: Materiales Nanocompuestos, NMA: Nanomagnetismo y DES: Dispositivos de Estado Sólido, Sensores, y Sistemas Mesoscópicos.

Anexo 4. Participantes del proyecto NMP-DeLA

Name	External Advisory Board (EAB) Members	Country	Profile
Dr. Françoise D. Roure	High Council for Economy, Industry, Energy and Technologies	FR	Nanotechnology governance
Dr. Thomas Zadrozny	NANOfutures	BE	RTD Policy Expert
Dr. Alvaro Mombrú	Universidad de la República, Montevideo, Uruguay	UY	Identification of sectorial priorities for LAC
Dr. Pedro A. Prieto	Centre Of Excellence For Novel Materials-CENM	COL	Identification of sectorial priorities for LAC
Dr. Paulo C. Goncalves	Brazilian Institute of Information in Science and Technology (IBICT)	BR	Advisor for international cooperation

Consorcio NMP-DeLA

Participant no. *	Participant legal name	Entity short Name	Country	Organisation type**
1 (CO)	Fundació ASCAMM	ASCAMM	ES	RTD
2	REDINN	REDINN	IT	SME
3	Institute of Nanotechnology	IoN	UK	SME
4	Malsch Techno Valuation	MTV	NL	SME
5	Centre for Social Innovation	ZSI	AT	RTD
6	VTT Technical Research Centre of Finland	VTT	FI	RTD
7	Federal University of Parana	ReLANS	BR	RTD
8	Ministry of Science, Technology and productive Innovation	MINCYT	AR	GOV
9	Advanced Materials Research Center -National Council for science and Technology	CIMAV - CONACYT	MX	GOV
10	Ministry of Education and Culture	MEC	UY	GOV
11	Eurochile Business Foundation	EUROCHILE	CL	OTHER

Fuente: www.cenm.org

Abreviaturas y siglas

BBC: British Broadcasting Corporation.

CEA: Commissariat à l'énergie atomique (Comisariato de energía atómica de Francia).

CENM: Centro de Excelencia en Nuevos Materiales.

CIE: Centro de Investigación de Excelencia.

CIFRE - Conventions Industrielles de Formation par la Recherche (Convenios Industriales de Formación para la Investigación)

CIEN: Centro de Investigación e Innovación en Energía.

CMTC: Consortium des Moyens Technologiques Communs (Consortio de medios tecnológicos comunes).

CNNe: Centro Nacional de Nanotecnología en Energía (CNNe).

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique.

CNT: Carbon nanotubes (nanotubos de carbono).

CORDIS: Community Research and Development Information Service.

CTel: Ciencia, Tecnología e Innovación.

CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society (Tecnologías convergentes para la Sociedad Europea del Conocimiento).

DNP: Departamento Nacional de Planeación.

EGOS: European Group for Organizational Studies.

ESS: Exploitation Strategy Seminar (Seminario de Estrategia de Explotación).

FAN: Fundación Argentina de Nanotecnología.

FMNT: Fédération Micro Nano Technologies (Federación de Micro Nano Tecnologías).

HRTEM: High-resolution transmission electron microscopy (microscopio electrónico de transmisión a alta resolución).

I+D: Investigación y desarrollo.

INES: International Network for Engineering Studies (Red Internacional para estudios de ingeniería).

IBAME: International Board on the Applications of the Mössbauer Effect (Consejo Internacional sobre las aplicaciones del efecto Mössbauer).

NBIC: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science (Nanotecnología, biotecnología, tecnologías de información y ciencias cognitivas).

NCT: Nanociencias y Nanotecnologías.

NNI: National Nanotechnology Initiative (Iniciativa Nacional de Nanotecnología en los Estados Unidos).

NMP: Nanosciences, nanotechnologies, materials & new production technologies (Nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción).

NRC: National Research Council (Consejo Nacional de Investigación, Estados Unidos).

NSF: National Science Foundation (La Fundación Nacional para la Ciencia (Estados Unidos)).

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

PPMS: Physical Property Measurement System (Sistema de medición de propiedades físicas).

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje.

SNCTel: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

STREP: Specific Targeted Research Project (Proyecto de investigación específico focalizado).

TII: Tema de Investigación Interdisciplinaria.

WPN: Workpackage N (Paquete de Trabajo N).

RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS

THÈSE en COTUTELLE entre
- l'Université de Grenoble, France
Et
- Université de los Andes, Colombie

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR

Spécialité : **Sociologie industrielle** (Université de Grenoble)

Ingénierie (Université de los Andes)

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Constanza PÉREZ MARTELO

Thèse dirigée par « **Dominique VINCK** », et par « **Roberto ZARAMA**

préparée à l'Université de Grenoble au sein du
Laboratoire PACTE PO dans **l'École Doctorale Sciences de
l'Homme, du Politique et du Territoire**

préparée à l'Université de los Andes au sein du **Groupe de
Recherche TESO** dans **Le Doctorat en Ingénierie**

**Résumé Thèse - *Gestion inter-
organisationnelle des connaissances:
le cas des nanotechnologies***

Thèse soutenue publiquement le **20 décembre 2013**

devant le jury composé de :

Monsieur Camilo OLAYA

Professeur à l'Université de los Andes, Colombie, Présidente du jury

Monsieur Rigas ARVANITIS

Directeur de recherche IRD, Paris, France, Rapporteur

Madame Rebeca de GORTARI RABIELA

Professeure à l'Université Nacional Autónoma de México, Mexique,
Rapporteur

Monsieur Jean-Baptiste MEYER

Directeur de recherche IRD, Montpellier, France, Membre

Monsieur Alfonso REYES

Président de l'Université de Ibagué, Colombie, Membre

Monsieur Dominique VINCK

Professeur à l'Université de Lausanne, Suisse, Directeur de thèse

Monsieur Roberto ZARAMA

Professeur à l'Université de los Andes, Colombie, Directeur de thèse



RÉSUMÉ

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, cité dans Gherardi, 2006: 1)

Cette thèse porte sur les processus de gestion des connaissances et des pratiques associées, en situation de coopération inter-organisationnelle. En s'appuyant sur une démarche d'enquête relevant de l'artisanat intellectuel, nous étudions le cas du domaine des nanosciences et des nanotechnologies (NCT), caractérisé par la participation de diverses organisations relevant de plusieurs domaines d'expertise. A partir de l'étude des connaissances saisies à partir des pratiques dans trois cas (un réseau de groupes de recherche en Colombie, un projet européen et un laboratoire de sciences des matériaux au sein d'un grand pôle de recherche en micro et nanotechnologies à Grenoble (France)), la thèse apporte quatre contributions théoriques portant respectivement sur : 1) La relation entre les pratiques de gestion des connaissances entre organisations et des politiques favorisant les arrangements interinstitutionnels ; 2) La proximité comme espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches » ; 3) La temporalité et les points d'ancrage des relations inter-organisationnelles ; et 4) La médiation de collectifs sociotechniques.

Enfin, nous proposons une contribution portant sur la pratique vue comme constituant un espace de gestion, qui permet de rendre compte des différences dans les temporalités et d'évaluer la médiation des outils destinés à soutenir les processus de gestion des connaissances.

Mots-clés: gestion des connaissances, inter-organisationnel, frontière, pratique, zone franche, médiation, socio-matérialité, temporalité, politique scientifique, innovation, nanotechnologies.

ABSTRACT

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, quoted by Gherardi, 2006: 1)

The thesis deals with knowledge management processes and associated practices in interorganizational contexts. With an insight of intellectual craftsmanship, we focus on the case study of Nanoscience and Nanotechnology (NST) that involves a wide diversity of participant organizations and knowledge fields. By studying three specific contexts –a Colombian network of research groups, a European collaborative project, and a laboratory of materials belonging to a micro and nanotechnology cluster of Grenoble (France); we present four main theoretical contributions through a knowing in practice approach: 1) A description of relationships between interorganizational knowledge management practices and policies that foster cross-institutional agreements, 2) An insight of proximity as a point of convergence and divergence in boundary-related knowledge management, 3) An understanding of temporality and anchor points related to cross-organizational relationships, and 4) The dynamics of mediation of the socio-technical collectives.

On the other hand, we put forward an approach to the concept of practice as managerial space, which allows to account for differences in the temporary nature of relationships and assess effective mediation of available tools for supporting knowledge management processes.

Key words: inter-organization, knowledge management, boundary management, knowing in practice, borderland, socio-material mediation, temporality, nanotechnology, scientific, technological and innovation policy.

RESUMEN

Knowledge is not something that people possess in their heads, but rather, something that people do together

(Gergen, 1991: 270, citado en Gherardi, 2006: 1)

Esta tesis trata sobre procesos de gestión de conocimiento en ámbitos inter-organizacionales y las prácticas asociadas. Con un enfoque de artesanía intelectual, tomamos como estudio de caso el campo de las Nanociencias y Nanotecnologías (NCT), caracterizado por la participación de diversidad de organizaciones y áreas de conocimiento. Estudiando tres contextos, una red de grupos de investigación en Colombia, un proyecto europeo de colaboración y un laboratorio de materiales en un polo de micro y nanotecnologías en Grenoble (Francia), desde una perspectiva de conocimiento como práctica, presentamos cuatro aportes teóricos: 1) Relación entre prácticas de gestión de conocimiento inter-organizacional y políticas que fomentan arreglos inter-institucionales, 2) Proximidad como espacio de convergencia y divergencia en la gestión del conocimiento en las zonas fronterizas, 3) Temporalidad y puntos de anclaje de las relaciones inter-organizacionales, y 4) La mediación de los colectivos sociotécnicos.

Por otra parte, planteamos una contribución para abordar la práctica como espacio de gestión, lo cual permite dar cuenta de las diferencias en las temporalidades y evaluar las mediaciones efectivas de las herramientas dispuestas para el soporte de los procesos de gestión de conocimiento.

Palabras claves: gestión de conocimiento inter-organizacional, gestión en las zonas fronterizas, conocimiento como práctica, mediación sociomaterial, temporalidad, políticas de ciencia, tecnología e innovación, nanotecnologías.

TABLE DES MATIÈRES DU RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS	337
RÉSUMÉ	339
ABSTRACT	340
RESUMEN	341
TABLE DES MATIÈRES DU RÉSUMÉ EN FRANÇAIS	342
I. INTRODUCTION.....	344
II. PERSPECTIVE SUR LA NOTION DE CONNAISSANCE	352
II.1. PERSPECTIVE COGNITIVE	353
II.2. PERSPECTIVE DE LA CONNAISSANCE COMME ACTIF.....	355
II.3. PERSPECTIVE DE LA CONNNAISSANCE COMME PRACTIQUE	356
II.4. PERSPECTIVE ADOPTÉE POUR LA RECHERCHE	359
III. GESTION INTER-ORGANISATIONNELLE DES CONNAISSANCES	363
IV. DESIGN DE LA RECHERCHE, TERRAIN ET METHODES	368
IV.1. QUESTION DE RECHERCHE ET DESIGN DE RECHERCHE	368
IV.2. SELECTION DES ETUDES DE CAS.....	375
IV.3. APPROCHE DE LA RECHERCHE SUR LE TERRAIN	377
IV.4. TERRAIN D'ETUDE, MATERIAUX ET METHODES.....	378
i. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas du projet européen.....</i>	<i>379</i>
ii. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas CENM.....</i>	<i>380</i>
iii. <i>Méthodologies spécifiques pour le cas d'un laboratoire de sciences des matériaux de MINATEC</i>	<i>383</i>
IV.5. ANALYSE DES MATERIAUX ET STYLE D'ECRITURE	384
V. UN RESEAU COORDONNÉ AUTOUR D'UN OBJET : LE CAS NANOALPHA.....	387
VI. CONVERGENCE ET DE DIVERGENCE DANS LES COLLABORATIONS INTER-ORGANISATIONNELLE : LE CAS DU CENM EN COLOMBIE	392
VII. GENERATION DES CONNAISSANCES DANS LES « ZONES FRANCHES » : LE CAS D'UN LABORATOIRE DE MATERIAUX DE MINATEC.....	399

VIII.	CONCLUSION DE LA THÈSE.....	402
VIII.	1. CONTRIBUTIONS THEORIQUES.....	402
	<i>i. Relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et les politiques favorisant les arrangements inter-institutionnels</i>	<i>402</i>
	<i>ii. Proximité comme un espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches »</i>	<i>404</i>
	<i>iii. Temporalité et points d'ancrage des relations inter-organisationnelles</i>	<i>405</i>
	<i>iv. De objets et les acteurs médiateurs de connaissances à la médiation dans les collectifs sociotechniques</i>	<i>406</i>
VIII.2.	CONTRIBUTIONS METHODOLOGIQUES	407
VIII.3.	IMPLICATIONS : LA PRATIQUE COMME UN ESPACE DE GESTION.....	408
VIII.4.	LIMITES ET NOUVELLES PERSPECTIVES DE RECHERCHE	409
ANNEXES DU RÉSUMÉ		416
ANNEXE A1.	ÉQUIPES DE RECHERCHE MEMBRES DU CENM	416

I. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, l'économie a été transformée à partir d'un système dominé par la production de biens à un scénario basé sur l'innovation intense et la connaissance. Dans son article intitulé «*The Age of Social Transformation*», Peter Drucker (1994) a fait valoir que dans la fin des années 2000 travailleurs de la connaissance seraient un tiers ou plus de la population active aux États-Unis. Cependant, les perspectives de la « société de la connaissance » ou « société du savoir » ont été contestées par les asymétries de développement entre les régions, et les contraintes rencontrées dans certains contextes à transformer les connaissances en un facteur de développement social (Kreimer et Zabala, 2006, 2007). Ces défis ont conduit les organisations à faire de la connaissance en un avantage durable pour exceller dans leur environnement et dans leurs affaires (Davenport et Prusak, 2000 ; Nonaka, 1991). Avec cette dynamique, la gestion des connaissances a été consolidée comme un champ académique et pratique. Ceci est démontré par l'existence de revues, conférences, programmes de formation, les associations de praticiens et des rôles spécifiques dans les organisations liées au domaine (Bontis, Serenko et Biktimirov, 2006; Booker, Bontis et Serenko, 2008; Bontis et Serenko, 2009; Serenko et al. 2010; Ma et Yu, 2010; Serenko et Bontis, 2013a, 2013b).

Les approches et les techniques de gestion des connaissances ont été appliquées dans divers domaines, y compris les organisations impliquées dans des activités de recherche. Dans de tels contextes, la gestion des connaissances a montré ses avantages en terme de soutien aux processus de production et à la construction de nouveaux concepts (Jaime, et al. 2005) et à une plus grande productivité (Wang et Guan, 2005; Wang, Peters et Guan, 2006). Les organismes de recherche, cependant, font face à une dynamique dans laquelle les espaces de production de connaissances impliquent souvent plus d'une institution, pays et / ou région. Dans un rapport, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques, l'OCDE (2006) indique que l'innovation économique est un processus collectif qui nécessite un large éventail de compétences qui dépassent souvent les compétences internes. Cela signifie que les organisations interagissent pour produire et diffuser des connaissances.

Dans le domaine de la science, Caroline Wagner (2008) a contextualisé ce phénomène comme l'émergence d'un nouveau «collège invisible» caractérisé par des réseaux formels et informels qui se développent autour des processus de création de connaissances et associent les scientifiques de différentes zones géographiques, la circulation des personnes, des informations et des idées, la convergence des ressources et de l'expertise dans certains domaines, et la répartition des tâches entre les partenaires. L'auteur suggère que ces conditions offrent des possibilités pour les régions moins développées, leur permettant d'entrer dans la dynamique de la production de connaissances. Dans ce contexte, les collaborations internationales sont influencées par des mécanismes de financement (Wagner et Leydesdorff, 2005).

L'approche en termes de «collège invisible» de Wagner (2008) a des conséquences sur certaines régions. Rigas Arvanitis (2011) souligne que cette approche ne précise pas les connaissances échangées dans le réseau et suppose l'égalité d'accès aux ressources et à la circulation. Hebe Vessuri (1998) prend l'axe de la mobilité internationale des scientifiques d'Amérique latine pour montrer que lorsque des programmes de recherche propres sont construits, les contributions de chercheurs de la région sont enrichies en permettant de «*devenir plus conscients de ce qu'ils ne savent pas*» (p.112) et en générant des projets plus originaux. Dans le même sens, la prise en compte de la dynamique de la mobilité internationale, Jean-Baptiste Meyer (2008) soutient que les flux migratoires Sud-Nord ont donné lieu à des « diasporas du savoir », des groupes professionnels du même pays d'origine et situés dans un autre «*pour exercer des activités où leurs connaissances sont cruciales*» (p. 53). Dans cette perspective, il est essentiel de promouvoir des liens durables entre ces diasporas et leur pays d'origine, avec des liens entre les deux pôles de la migration. Poursuivant une autre dimension de l'analyse, Pablo Kreimer (2006), étudie le phénomène qui émerge dans la dynamique du financement des « méga-réseaux » de la connaissance. Ces réseaux comprennent des joueurs de différentes zones géographiques, mais souvent sont construits autour des agendas du Nord. Dans le cas de l'Amérique latine, l'auteur fait valoir que les conditions de collaboration dans cette configuration favorisent la division internationale du travail. Dans ce scénario, les groupes de recherche situés dans des contextes plus périphériques effectuent certains types d'activités ayant une composante plus proche de la

routine que de l'innovation et doivent faire face à une tension entre la visibilité internationale et la pertinence locale. Aussi pour la région de l'Amérique Latine, Antonio Arellano, Rigas Arvanitis et Dominique Vinck (2012) mettent en évidence les contributions de l'anthropologie de la connaissance pour étudier la circulation des connaissances et des compétences entre les contextes. Cela permet un dialogue entre, d'une part, les connaissances traditionnelles, et d'autre part, les équipes de recherche des pays dits «développés». Pour les autres régions, Hanafi (2011) montre également que ces tensions entre visibilité et la pertinence sont présentés dans les pays arabes en raison du système d'évaluation et de promotion des chercheurs dans les universités favorisent la création d'élites. Ces élites sont polarisés entre l'intégration internationale avec une connexion locale faible ou le centrage sur des questions locales au détriment de sa visibilité internationale.

Dans un autre sens, du point de vue du capital intellectuel, Victor Bucheli et ses coauteurs (2012) ont montré dans une étude de universités colombiennes différentes tendances dans la croissance des publications scientifiques relatives aux conditions de capital humain, structurel et relationnel qui correspondent à une accumulation du capital. Selon cette approche, l'intégration dans les «nouveaux collèges invisibles» proposées par Wagner exigerait un renforcement préalable de capital intellectuel.

Un autre aspect mis en évidence par la littérature est le rôle des organismes de recherche et de l'Université en termes de stimulation des processus d'innovation en coordination avec l'industrie et de l'État. Cela a été conceptualisé dans des modèles comme la triple hélice qui traitent de la construction d'organisations et de réseaux hybrides entre l'État et le monde académique et l'industrie (Etzkowitz et Leydesdorff, 2000).

Dans le cas particulier du domaine émergent des nanosciences et des nanotechnologies (NST)¹⁰⁰, les dynamiques de production de connaissances distribuées deviennent plus évidentes.

¹⁰⁰ Les définitions de la nanoscience et de la nanotechnologie ont été discutées. Aussi la question de la séparation de la science et de la technologie dans ce domaine. Ici, nous ne traitons pas ce débat. Pour nous, les «Nanosciences et Nanotechnologies (NST)» sont l'ensemble des domaines de la science et de la technologie dans laquelle les acteurs font partie liée à un préfixe "nano".

Les développements dans le domaine impliquent la participation de divers acteurs et infrastructures qui sont généralement concentrées dans certaines régions (Delemarle et al. 2009; Schummer, 2007). Le domaine a également été déterminé par un ensemble de politiques scientifiques qui cherchent à renforcer les capacités nationales et la promotion de la collaboration entre les institutions et les zones géographiques.

En ce qui concerne les politiques de promotion, les États-Unis ont lancé l'Initiative Nationale pour les Nanotechnologies¹⁰¹ visant à promouvoir le renforcement du champ. Pour l'Europe, dans la période 1994-2002, les quatrième et cinquième programmes-cadre de recherche et de développement technologique financé des projets liés à la nanotechnologie valent environ 300 millions d'euros. Dans le sixième programme-cadre, les nanotechnologies et les matériaux et des technologies de production¹⁰² ont été identifiés comme des priorités pour la région. On estime qu'entre 2004 et 2006 environ 1,3 milliard d'euros ont été consacrés à des projets liés à ce domaine. Dans les récents programmes, le financement des nanotechnologies s'est poursuivi (Hullmann, 2007).

Les pays d'Amérique latine ont également généré des politiques de promotion ; le Brésil, le Mexique et l'Argentine sont les plus avancés de la région dans le domaine. Le Brésil a été le premier pays de la région à élaborer un programme national de nanotechnologie et des efforts ont commencé à soutenir la création en 2001 de quatre réseaux multidisciplinaires dans le domaine (Kay et Shapira, 2009). Alors que les politiques de promotion ont continué et qu'il y a une présence industrielle naissante, le pays fait face à des défis autour des problèmes sociaux spécifiques et la formation des futurs travailleurs dans la nanotechnologie (Invernizzi, Körbes et Fuck, 2012).

Au Mexique, en 2001, le sujet de la nanotechnologie commence à être explicité dans le Programme spécial de la Science et de la Technologie de 2001 à 2006. La mise en œuvre d'initiatives visant à réaliser le développement du champ n'est apparue qu'ans plus tard (Záyago

¹⁰¹ NNI en anglais.

¹⁰² NMP en anglais (Nanosciences, nanotechnologies, materials and new production technologies)

et Foladori, 2012). Dans ce pays, une fondation philanthropique a joué un rôle central dans le déploiement des infrastructures, la structuration des réseaux scientifiques, le transfert de connaissances et de technologies, la formation des ressources humaines et le marketing (Robles, 2011).

En Argentine, a été créée, en 2005, la *Fundación Argentina de Nanotecnología* (Fondation Argentine de Nanotechnologie), FAN. Ce domaine a également été défini comme une priorité qui s'est traduit par le soutien à différents réseaux (Kay et Shapira, 2009).

En Colombie, la politique a consisté en la promotion de centres de recherche d'excellence, en 2004, dont un des domaines stratégiques est "Matériaux Avancés et Nanotechnologies". Les développements dans le domaine ont été associés à la collaboration, à la fois entre les groupes de recherche nationaux, et entre eux et les organismes internationaux. La présence industrielle a été quasi inexistante (Pérez Martelo et Vinck, 2012; Salazar, 2008).

Tout ceci attire notre attention sur les pratiques des organismes de recherche et des politiques scientifiques qui présentent des programmes de collaboration entre plusieurs entités. Ainsi, la gestion de la connaissance produite est redimensionnée pour intégrer aussi la génération de connaissances à partir des échanges. Il s'agit d'un processus moins stable impliquant plusieurs organisations qui, à leur tour, cherchent à capitaliser sur les efforts. En ce sens, dans cette thèse, nous abordons le problème de la façon de traiter les organismes de recherche qui participent à des arrangements et des collaborations inter-organisationnelles. Nous faisons cette enquête dans le domaine émergent de las NST, étant donné les nombreuses dynamiques en jeu et le fait qu'il y a encore peu de stabilisation des rôles et des institutions.

Ce document est un résumé en français du texte intégral de la thèse qui a été écrit en espagnol. Nous organisons ce résumé en huit chapitres. Dans le deuxième chapitre, nous positionnons notre point de vue : la connaissance comme pratique (*Knowing in practice*). Considérant que la façon dont la notion de connaissance est traitée affecte directement les stratégies de gestion, nous avons choisi cette approche car elle permet l'étude des champs inter-organisationnels et les dynamiques collectives. Il prend également en compte la dimension socio-matérielle de la

connaissance et permet de surmonter les limites des autres approches basées sur une vision cognitive ou de la connaissance comme un actif.

Dans le troisième chapitre, nous présentons la littérature, un dialogue entre un premier terrain d'enquête, la gestion des connaissances et les études sociales de la science, de la technologie et de l'innovation. Sur la question de la gestion inter-organisationnelle des connaissances, nous identifions plusieurs aspects à approfondir : la relation entre les aspects formels et informels, la proximité entre les acteurs, les médiations et les processus de partage des connaissances, et la temporalité. Nous positionnons notre intérêt de recherche au regard des éléments qui doivent encore être approfondis sur le sujet.

Le quatrième chapitre est consacré à la méthodologie et au design de la recherche. Nous commençons par la problématique de recherche et sa construction, puis expliquons les critères de sélection des terrains, les approches retenues pour l'analyse, les conditions d'accès aux terrains, les matériaux et les méthodes. Enfin, nous rappelons la façon d'effectuer les analyses. Nous expliquons l'approche de « l'artisanat intellectuelle » qui est transversale à notre travail. Dans les chapitres suivants, nous allons présenter les cas qui sont le soutien et les données empiriques pour les arguments conceptuels.

Dans le cinquième chapitre, nous abordons le cas d'un projet que nous appelons NanoAlpha, financé par l'Union européenne, avec la participation des institutions de cinq pays de la région. L'initiative vise à construire un dispositif basé sur la nanotechnologie, accompagné par des activités de communication de la science. Ce cas nous permet d'observer l'harmonisation des pratiques de gestion des connaissances dans un contexte de tensions et de divergences entre les entités coopérantes. Il montre également comment les pratiques autour de la communication de la science, d'abord considérées comme marginales par rapport aux objectifs, deviennent un espace d'articulation entre les membres du projet.

Dans le sixième chapitre, nous présentons le cas du CENM, un réseau de groupes de recherche des universités colombiennes dans le domaine des matériaux avancés et nanotechnologies, créé à partir d'une politique qui visait à favoriser les domaines stratégiques pour le développement.

Dans ce contexte, nous pouvons voir la coexistence de mécanismes d'interaction formels et informels et plusieurs actions pour la construction de l'identité et de la différenciation entre les acteurs. Nous avons également identifié l'émergence de médiations sociotechniques entre les participants à la collaboration et le fait que les politiques scientifiques sont remises en question par les pratiques. L'étude de la pratique nous permet d'observer la dimension performative du réseau, les processus d'articulation et désarticulation, les voies alternatives des acteurs, ce qui est invisible du point de vue de la formalité des schémas inter-organisationnels définis par la politique scientifique.

Le dernier cas étudié dans le septième chapitre fait référence à un laboratoire de sciences des matériaux qui se trouve dans un pôle de micro et nanotechnologies à Grenoble (France). Dans cette situation, nous pouvons identifier les modalités selon lesquelles l'organisation génère des connaissances dans la « zone franche »¹⁰³ des échanges et conserve son identité et la vocation académique. Cela nous permet d'illustrer la dynamique de la coexistence des stratégies d'exploration et d'exploitation des connaissances.

Dans le huitième chapitre, nous nous concentrons sur les conclusions de la thèse. Nous analysons les résultats obtenus au regard de la question de recherche et proposons quatre contributions théoriques. Le premier concerne la relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et les politiques qui favorisent les dispositions inter-institutionnelles. En reliant ces deux dimensions, nous trouvons une co-existence entre les arrangements formels entraînés par les politiques et les formes d'auto-organisation générées par des pratiques. La seconde contribution théorique se rapporte à l'identification des différents types de proximité comme un espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches ». Avec une vue dynamique de la proximité, nous constatons que cela ne dépend pas de catégories a priori sur la nature des acteurs

¹⁰³ Nous utilisons la notion de «zone franche » du point de vue de Anne Marcovich et Terry Shinn (2011) : « *A zone franche is free from a specified category of constraints: for example, a zone where enterprises are not required to pay health and old age pensions, but they are not exempted from taxes on profits. As applied to the practices of disciplinary practitioners, scientists thus enjoy a certain margin of manoeuvre* » (p. 602).

présents, mais la médiation de la connaissance dans les « zones franches » de la collaboration. Avec ces résultats, nous établissons un lien entre les notions de proximité et de la construction dynamique des frontières, relation qui est absente dans la littérature de gestion des connaissances. La troisième contribution est la prise en compte de la temporalité comme une dimension de l'analyse de la gestion inter-organisationnelle des connaissances, qui nous permet d'identifier l'apprentissage collectif des acteurs en termes d'échanges qui sont des points d'ancrage pour de nouveaux domaines d'interaction. La quatrième contribution indique que la médiation de la connaissance est produite à partir de collectifs sociotechniques et pas seulement des objets ou des sujets individuels. De plus, à partir de l'approche que nous prenons de l'artisanat intellectuelle, nous présentons quelques contributions méthodologiques. En ce qui concerne les conséquences de nos contributions, nous proposons que la pratique soit un espace de gestion. Nous terminerons alors la thèse en discutant des limites de notre recherche et de nouvelles questions concernant les travaux futurs.

II. PERSPECTIVE SUR LA NOTION DE CONNAISSANCE

La notion de connaissance a été élaborée à partir de différents points de vue qui ont des répercussions pour la gestion. Cette diversité est mise en évidence par Thomas Davenport et Laurence Prusak (2000) dans son livre *“Working Knowledge: How organizations manage what they know”*, quand ils consacrent un chapitre à répondre à la question « À propos de quoi nous parlons quand nous parlons de la connaissance? ». Un autre auteur, Kimiz Dalkir (2005) dans l'introduction de son livre *“Knowledge Management in Theory and Practice”* fait valoir que, parce qu'elles sont travaillées par les orientations de différentes disciplines, les connaissances et la gestion des connaissances souffrent d'un dialogue de sourds parce que, selon les approches adoptées conduisent à des distinctions et modèles non convergents¹⁰⁴. Sur le même point de discussion, le premier numéro de la *“Revue d'anthropologie des connaissances”*¹⁰⁵ publié en 2007, met en scène avec divers textes le débat sur « l'objet de connaissance ». Comme Dominique Vinck explique dans l'article de présentation « Cet obscur objet de connaissances » :

L'objet ici ne se réduit pas à ce qu'il s'agit de connaître et qui s'opposerait au sujet, comme dans la perspective cartésienne d'une pensée confrontée aux choses. Il s'agit plutôt de tout cet ensemble matériel, sorte de glaise avec laquelle se fait la connaissance (Vinck, 2007c, p. 6).

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre perspective. En utilisant les mots de Davenport et Prusak (2000), nous explicitons « À propos de quoi nous parlons quand nous parlons de la connaissance ? ». Pour cela, nous utilisons la catégorisation faite par Gherardi (2006) : cognitive, comme actif et comme pratique. Dans les sections suivantes, nous allons présenter

¹⁰⁴ Dans la gestion de la connaissance, la situation décrite est problématisée comme question de l'identité du domaine. Cette situation est fréquente dans de nombreux domaines de la connaissance, par exemple, le domaine des nanosciences et des nanotechnologies que nous étudions.

¹⁰⁵ La *Revue d'Anthropologie des Connaissances* est produite par la Société d'Anthropologie des Connaissances. La publication est disponible sur le site web: http://www.cairn.info/revue.php?ID_REVUE=RAC.

les principaux éléments de chacun des trois points de vue et expliquer pourquoi le point de vue de la connaissance comme pratique est ce que nous adoptons dans notre travail.

II.1. Perspective cognitive

Du point de vue cognitif, la connaissance réside dans chaque personne où elle est stockée et transmise par le biais des processus mentaux et consiste à appliquer un contenu abstrait ou formel à des situations particulières (Gherardi et Nicolini, 2000 ; Gherardi, 2006). Davenport et Prusak font valoir que les activités de création de connaissances « *a lieu à l'intérieur et entre les humains* » (2000, p. 6). Ces approches sont produites autour des dichotomies de l'esprit et du corps, et de l'individu versus l'organisation.

Dans cette perspective, nous avons trouvé que l'une des approches les plus répandues dans le domaine est celle de « la création de connaissances » ou du « modèle en spirale de connaissances » de Ikujiro Nonaka et Hirotaka Takeuchi (Nonaka, 1991 ; Nonaka et Takeuchi, 1995). En ce sens, dans une étude scientométrique¹⁰⁶ sur la gestion des connaissances réalisée par Ma et Yu (2010) pour la période 1998-2007, en utilisant 1230 documents et l'analyse de 29 601 références, les auteurs ont constaté que le livre "*The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*", publié en 1995, est la source la plus citée dans le domaine.

Le modèle de la spirale indique que de nouvelles connaissances commencent toujours par l'individu (Nonaka, 1991) et que l'objectif principal du processus de création est mettre ces connaissances à la disposition des autres. L'auteur distingue deux types de connaissances, explicites et tacites. Les connaissances explicites sont formelles et systématiques ; elles facilitent leur partage et leur communication. La connaissance tacite est illustrée dans la phrase : « Nous en savons plus que nous ne pouvons en dire » de Michael Polanyi (1966), qui a proposé l'idée. Cette connaissance est personnelle, difficile à communiquer avec autrui ; elle a une dimension

¹⁰⁶ La scientométrie vise à l'analyse quantitative de l'activité scientifique et technique (Callon et al. 1995).

cognitive importante dans la mesure où elle comprend des modèles et des croyances qui façonnent la manière dont le monde est perçu.

Dans le cadre du modèle de la spirale, la connaissance est créée par quatre processus de transformation entre tacite et explicite : socialisation, externalisation, combinaison et l'intériorisation. La socialisation se produit quand un individu partage des connaissances tacites à l'autre par une relation directe sur l'observation et l'action, de sorte que l'apprenant incorpore la connaissance tacite. Dans l'externalisation, des connaissances tacites deviennent explicites, par enregistrement ou codage de ce qui est connu. Dans le processus de combinaison, les diverses sources de connaissances explicites sont mélangées pour produire une connaissance qui est à son tour explicite. Enfin, dans l'internalisation, la connaissance explicite devient tacite, car il intègre les pratiques individuelles qui deviennent transparentes.

Une autre approche qui se rapporte de la perspective cognitive est posée par Daniel Kim (1993), qui définit l'apprentissage comme une augmentation de la capacité à prendre des mesures efficaces par les individus et l'organisation. Dans sa proposition, l'apprentissage individuel et organisationnel sont connectés, grâce à des modèles mentaux. Ces modèles :

“...représentent la vision du monde d'une personne ... ils fournissent le contexte dans lequel nous voyons et interprétons le nouveau matériel, et ils déterminent la façon dont l'information stockée est pertinente dans une situation donnée ... Les modèles mentaux non seulement nous aident à donner un sens au monde que nous voyons, ils peuvent aussi limiter notre compréhension de ce qui fait sens dans le modèle mental...” (p. 39)

Du point de vue de Kim, la connaissance de l'organisation repose en grande partie sur les modèles mentaux, tels que le savoir-faire et savoir-pourquoi et ils "affectent la façon dont les gens et les organisations fonctionnent dans le monde" (p. 37).

Dans les deux propositions précédentes (modèle de la spirale et modèle de l'apprentissage individuel et organisationnel), la connaissance est associée à des modèles mentaux. Ceci permet de contextualiser les connaissances selon les différents domaines. Par contre, ne sont pas prises en compte dans la discussion la partie matérielle de l'échange. Par conséquent, les processus

cognitifs sont décrits dans le vide. Les médiations ne sont pas considérées comme nécessaires pour que ces transformations se produisent.

II.2. Perspective de la connaissance comme actif

La seconde perspective prend la connaissance comme un actif de l'organisation, un facteur de production, autre que les facteurs traditionnels (Gherardi, 2006). Cet actif a des caractéristiques qui le différencient des autres (Dalkir, 2005) : son utilisation ne consomme pas cet actif ; le transfert n'entraîne pas de perte ; il est abondant, mais la capacité à utiliser est rare et la plupart des connaissances précieuses pour l'organisation résident dans les personnes.

Davenport et Prusak (2000)¹⁰⁷ en utilisant l'analogie des marchés de produits, introduit la notion du marché de la connaissance. Dans ce marché, il y a des vendeurs, des acheteurs et des intermédiaires ou médiateurs (*knowledge brokers, gatekeepers, "boundary spanners"*)¹⁰⁸. Les acheteurs ou les demandeurs sont des gens qui cherchent à résoudre un problème ou une question, en raison de leur complexité et / ou du niveau d'incertitude. Les vendeurs sont « *les gens de l'organisation ayant une réputation sur le marché interne pour avoir des connaissances approfondies d'un processus ou d'un sujet* » (p. 28). Les médiateurs facilitent les transferts et les connexions entre les acheteurs (qui ont besoin de la connaissance) et les vendeurs (qui dominent un sujet).

L'approche de la connaissance comme actif souligne la nécessité de gérer et d'investir dans la production et la mobilisation de connaissances, afin de capter sa valeur. Elle met en scène la notion de capital intellectuel comme celui qui :

"...est rendu visible par la différence entre la valeur comptable et la valeur marchande d'une organisation... représentée par la somme de ce que les employés de l'organisation

¹⁰⁷ Selon l'étude mentionnée avant de Ma et Yu (2010), le livre "*Working Knowledge: How organizations manage what they know*" de ces auteurs a été identifié comme étant le deuxième document le plus cité dans la période "1998-2007" dans la gestion des connaissances, après le livre de Nonaka et Takeuchi (1995). Cela montre l'influence qu'ils ont eu sur le terrain ces approches.

¹⁰⁸ Nous allons faire une analyse de la notion de médiateur plus tard à partir de différents points de vue.

savent et peuvent faire ... La valeur de ces actifs de connaissance est au moins le coût de re-création de cette connaissance” (Dalkir, 2005, p.16).

La gestion de la connaissance, de ce point de vue, vise à promouvoir l'efficacité de ses marchés ; elle est influencée par plusieurs facteurs : la réciprocité, l'altruisme, la réputation et la confiance.

Quant à la réciprocité, un vendeur de connaissances consacre du temps et des efforts pour aider les autres ou partager ses connaissances s'il sait que, dans l'avenir, ces personnes peuvent être des vendeurs de connaissance qui sera peut être nécessaire. Cela peut également être le cas de l'altruisme, quand une personne partage ses connaissances sans rien attendre en retour. La réputation est la reconnaissance d'une personne comme source précieuse de partage des connaissances. Cela peut encourager la réciprocité. Ces facteurs dépendent de la confiance mutuelle entre les vendeurs et acheteurs (Davenport et Prusak, 2000).

Dans cette perspective, la connaissance est un bien dont on a la possession et qui peut être donné. Cette perspective ignore les processus qui conduisent à sa construction (Gherardi, 2009) et ne prend pas en compte la dimension matérielle. Ce « capitalisme cognitif » rend invisible les processus par lesquels les connaissances sont produites (Guzmán, 2010).

II.3. Perspective de la connaissance comme pratique

La perspective que nous adoptons dans cette thèse est celle de la connaissance comme pratique. Cela permet de faire face aux limites des autres approches (ne pas rendre compte des processus ou conditions de sociomateriales de production, circulation et usages des connaissances) et de passer d'une vision de la connaissance comme objet (*knowledge*) à un autre point de vue de la connaissance comme processus (*knowing*). Gherardi (2006) suggère plusieurs raisons d'adopter une approche fondée sur la pratique :

- Avec la pratique, les éléments corps / esprit, acteur / structure, humain / non-humains sont présents sans tomber dans un dualisme.
- L'interdéfinition du sujet et de l'objet de la connaissance.

- La pratique est une manière d'ordonner les éléments humains et non-humains.
- Faire attention à la « matérialité du monde social » (p. 39).

La connaissance est considérée de ce point de vue comme une « activité située, négociée, et incorporée » (Gherardi, 2006, p. 357). La connaissance est générée dans un espace-temps particulier ; elle prend place dans la vie quotidienne des organisations et des pratiques de travail. Dans ce contexte, se produisent médiations physiques, interactions entre humains et non-humains et cognitions distribuées (Hutchins, 1995 ; Gherardi et Nicolini, 2000 ; Gherardi, 2001, 2009). En ce sens, Nicolini (2009) définit la pratique comme :

“...actions discursives et matérielles ... intrinsèquement contingentes, avec une médiation matérielle, et ne peuvent être comprises sans référence à un moment et le lieu, ainsi que d'un contexte historique spécifique” (p. 1394).

Les pratiques sont des lieux où la connaissance est construite (Nicolini, 2011) ; sa durabilité est dérivée à partir des objets qui interviennent (Nicolini, 2009) et sont connectés à des réseaux d'autres pratiques (Orlikowski, 2002 ; Gherardi, 2006 ; Nicolini, 2009). Les connaissances des communautés de pratiques particulières est associée à des infrastructures socio-matérielles (Star et Griesemer, 1989 ; Star, 2010). Ces infrastructures ont des caractéristiques comme (Star, 2010) : a) sont contenues dans d'autres structures, des arrangements sociaux et des technologies ; b) sont transparentes ou invisibles en tant que support pour les tâches qui n'ont pas besoin d'être construites à chaque fois ; c) sont spatialement et temporellement étendues et relient les différentes pratiques et événements ; d) sont des espaces d'apprentissage et de génération d'actions collectives ; e) sont liées aux conventions d'une communauté ; f) intègrent les normes et standards ; g) sont construites sur une base installée ; h) deviennent visibles quand elles échouent ; et i) leurs modifications font l'objet de négociations et d'actions locales qui prennent du temps.

Orlikowski (2006) a conceptualisé les médiations matérielles des pratiques dans la métaphore de l'échafaudage, avec les caractéristiques suivantes : a) elles sont temporaires, construites et démontées si nécessaire ; b) elles sont flexibles : mise en place nécessaire en fonction des

besoins locaux ; c) elles sont portables, faciles à monter et à démonter et déplacer d'un endroit à l'autre ; d) elles sont diverses et ont des objectifs différents ; e) elles sont hétérogènes, composées de nombreux éléments divers ; f) elles sont émergentes et sont développées au fil du temps, en changeant de forme et de fonction selon les besoins ; g) elles sont stables temporairement pour maintenir la cohésion des différents composants ; h) elles sont vulnérables aux défaillances ; i) elles sont génératives, permettant la conduite des activités qui n'auraient pas été possible sans elles ; j) elles sont constitutives de l'activité humaine et de ses résultats.

Les approches précédentes soulignent la pratique comme un lieu de connaissances. Dans leur proposition faite en 1991, Jean Lave et Etienne Wenger portent leur attention à la communauté où les pratiques ont lieu. Par la suite, Etienne Wenger, Richard McDermott et William M. Snyder (2002) définissent les communautés de pratique comme « *des groupes de personnes qui partagent une préoccupation, un ensemble de problèmes ou une passion pour un sujet, et qui approfondissent leurs connaissances et leur expertise dans le domaine sur la base d'une interaction continue* » (p. 4). Ces communautés peuvent prendre plusieurs formes, mais elles partagent trois caractéristiques : un domaine de la connaissance, une communauté et une pratique. Le domaine de la connaissance définit un ensemble de questions à traiter et inspire ses membres à contribuer et à participer. La communauté « *crée le tissu social de l'apprentissage* » (p. 28) parce que les gens qui sont intéressés par le domaine sont encouragés à « *partager des idées, exposer leur ignorance, poser des questions difficiles et écouter attentivement* » (p. 28). La pratique est « *un ensemble de cadres, d'idées, d'outils, d'informations, de styles, de langues, d'histoires et de documents que les membres de la communauté partagent* » (p. 29). Le domaine définit le sujet pour lequel la communauté est intéressée. La pratique est la connaissance spécifique de la communauté. Ceci est développé, partagé et enrichi de l'interaction.

La notion de communauté de pratique a été proposée pour comprendre les processus sociaux de la création de connaissances, mais elle a aussi été utilisée de manière normative pour promouvoir sa génération dans les organisations. Dans cette thèse, en phase avec des auteurs

comme Davide Nicolini (2009, 2011) et Silvia Gherardi (2006), nous nous concentrons sur la pratique et non sur la communauté comme un mécanisme de structuration des formes d'organisation et des processus de production de connaissances. Ceci est associé à notre question de recherche sur la gestion des connaissances dans les milieux inter-organisationnels dans lesquels la pratique nous permet de suivre et d'observer la performativité des processus collectifs, des accords de coordination entre les acteurs participants, sous la forme de communauté de pratique ou autrement. Cette orientation dans la pratique mobilise des éléments issus des études sociales de la science, de la technologie et de l'innovation. Les ethnographies de laboratoires et de réseaux scientifiques comme on les trouve dans les travaux de Callon (1995), Latour et Woolgar (1996), Vinck (1996, 1999, 2006a, 2009a) ont montré des associations d'acteurs hétérogènes (humains et non humains) autour des pratiques de production de connaissances.

II.4. Perspective adoptée pour la recherche

Pour notre recherche sur la dynamique de gestion inter-organisationnelle des connaissances dans un domaine émergent et en développement comme les NST, nous adoptons l'approche de la connaissance comme pratique. Les raisons de ce choix sont associées au contexte de notre question de recherche et au type de terrain que nous abordons, ainsi qu'à la prise en compte de l'écart vis-à-vis des autres points de vue que nous interprétons comme hégémoniques.

En ce qui concerne le contexte de la recherche, cette thèse est réalisée dans le cadre d'une convention de co-tutelle entre l'Université de los Andes en Colombie (Doctorat en Ingénierie) et l'Université de Grenoble en France (Doctorat en Sociologie industrielle). Une motivation générée dans ce contexte de notre travail est de faciliter le dialogue entre la théorie organisationnelle (et plus particulièrement la gestion des connaissances) et les études sociales de la science, de la technologie et de l'innovation.

Les études basées sur la pratique ont donné lieu à des discussions fructueuses entre théorie de l'organisation et études sociales de la science¹⁰⁹. Cependant, le dialogue que nous proposons de faire au sujet de notre question de recherche du point de vue « *Knowing in Practice* », exige de repenser la notion de « gestion ». Les auteurs adoptant l'approche des connaissances comme pratiques s'éloignent de la gestion des connaissances (*knowledge management*) comme un champ parce que souvent la « gestion » (le « *management* ») est associée à une vision de la connaissance comme actif, liée au discours de l'économie de la connaissance. Dans notre recherche, nous soutenons que l'approche de la connaissance comme pratique nous permet de repenser la notion de gestion et d'observer « *comment les connaissances sont gérées par des personnes agissant dans le contexte où il est produit* » (Gherardi, 2006, p. 232). Des études sociales de la science, avec des approches telles que la théorie de l'acteur-réseau en sont principe de « *suivre les acteurs* » et non « *définir a priori l'identité des acteurs* » (Callon, 1995 ; Latour, 2008)¹¹⁰, nous invitent à regarder plus profondément dans la pratique comme un « espace de gestion » des acteurs étudiés.

Nous illustrons cette dimension des pratiques comme espace de gestion avec deux exemples. Le premier est le travail de Hebe Vessuri, Maria Victoria Canino et Isabelle Sánchez (2005) sur l'industrie pétrolière au Venezuela. Dans cet article, les auteurs montrent des formes de gestion des connaissances "*bottom-up*" qui deviennent visibles au cours d'une crise (une grève générale en 2002) et permettent la continuité des activités. C'est à partir de leurs pratiques et de leurs connaissances locales que les acteurs ont pu garder le contrôle du processus de production, lequel est très complexe dans une raffinerie de pétrole, bien que les porteurs de la connaissance scientifique et formelle, les ingénieurs, avaient quitté l'entreprise. Ce cas montre l'importance des pratiques comme un lieu de production, de circulation et de capitalisation des connaissances. Le deuxième exemple est le travail de Séverine Louvel (2009) sur le cas d'un laboratoire de protéomique. L'auteur présente les modalités de gestion découlant de pratiques

¹⁰⁹ Gherardi (2006) montre que la perspective de « *Knowing in Practice* » est enracinée dans les traditions de la philosophie et de la sociologie et met en scène plusieurs théories telles que l'apprentissage situé, la théorie de l'activité, la théorie de l'acteur-réseau et les études en milieu de travail.

¹¹⁰ Dans le chapitre IV, nous décrivons plus en détail les approches méthodologiques utilisées.

des acteurs locaux pour faire face aux incertitudes de type scientifique et technologique, politique et professionnel et explique ces pratiques à la lumière de deux logiques identifiées par Baker et ses co-auteurs (2003, cité dans Louvel 2009) : l'improvisation (convergence entre conception et exécution) et le bricolage (création en utilisant les ressources disponibles). Ainsi, l'approche de la pratique comme espace de gestion, nous permet de générer des contributions à la gestion des connaissances, rejoignant le chemin pris par les études sociales de la science.

En ce qui concerne notre question de recherche, les approches fondées sur la pratique ont montré leur pertinence dans l'étude des contextes d'action collective couvrant différents niveaux de l'organisation. Une pratique peut croiser plusieurs contextes ; « suivre la pratique » peut fournir des indications sur un phénomène à la fois situé et relié à d'autres environnements (Gherardi, 2006 ; Nicolini, 2009 ; Star et Griesemer, 1989 ; Star 1999, 2010). Notre enquête dans des contextes de gestion des connaissances inter-organisationnelles se nourrit de ce point de vue, car il permet d'étudier la dynamique collective des stratégies de production et de gestion des connaissances générées par les acteurs associés. La connaissance ne se limite pas à des procédés ou des interactions individuelles (et mentales) entre les individus. Elle prend en compte les processus de construction de connaissances, leur dimension matérielle et les espaces de création, de circulation, de décontextualisation et recontextualisation, la mobilisation et l'adaptation.

Notre terrain de recherche, les NST, en tant que nouveau domaine se caractérise par une dynamique d'interaction et par la richesse des sites de production de connaissances mobilisant les multiples acteurs impliqués dans des relations incertaines et instables au sein d'une action collective. Dans ce scénario, la perspective de la connaissance comme pratique prend en compte les processus distribués et sociomatériels comme les relations et échanges entre les participants impliqués et les stratégies d'intégration et de désintégration associées.

Enfin, notre intérêt à prendre le point de vue de la connaissance comme pratique est lié à la possibilité de prendre ses distances vis-à-vis des approches cognitives et des connaissances comme actif, hégémoniques dans le domaine ne fut-ce qu'en termes de citations reçues par les publications des auteurs s'inscrivant dans ces perspectives (Ma & Yu, 2010). Cette notion de

connaissance hégémonique, « quelque chose qui ne vit que dans l'esprit » ou « un actif sur le marché » renforce la position de « possession » qui accroît les asymétries qui limitent la capitalisation des connaissances dans les organisations. L'idée de la division entre « quelqu'un qui génère des connaissances » et « quelqu'un qui les utilise » se concentre uniquement sur l'accès. Elle néglige le dialogue des savoirs qui peuvent favoriser l'innovation dans les organisations. Ainsi, des approches partant des pratiques ont le potentiel d'enrichir les autres points de vue mentionnés. Par exemple, l'approche de Nonaka et Takeuchi (1995), qui a contribué à la diffusion de la dimension tacite des connaissances proposée par Polanyi (1966), peut être nourrie avec l'inclusion de la « médiation matérielle » que montrent les pratiques, en particulier lorsque la connaissance tacite, selon nous, présente un forte composant socio-matérielle. Aussi, l'approche en termes de « marchés de la connaissance » peut être repensée grâce à l'examen des pratiques en tant que co-construction, enrichie de plusieurs médiateurs (Herrera, Jaime et Vinck, 2006 ; Star et Griesemer, 1989 ; Star, 2010 ; Vinck, 1999). Ainsi, le point de vue de la connaissance comme pratique, pensons-nous, est fécond pour le dialogue entre les approches.

III. GESTION INTER-ORGANISATIONNELLE DES CONNAISSANCES

L'intérêt de notre thèse s'inscrit dans le domaine de la gestion des connaissances dans des contextes inter-organisationnels. Nous étudions des organismes de recherche impliqués dans les accords de collaboration inter-institutionnels et nous nous concentrons sur le domaine émergent des nanosciences et des nanotechnologies (NST). Nous adoptons une méthode d'enquête qui génère un dialogue continu entre la littérature et la recherche sur le terrain. Pour cette raison, la discussion de cette section est un processus à double sens.

Dans un sens, nous étudions comment le thème de l'inter-organisationnel est positionné dans la littérature en gestion des connaissances. Dans l'autre, nous prenons des éléments de notre recherche sur le terrain (de la dynamique de développement de la NST) pour poser des questions au domaine de la gestion des connaissances inter-organisationnelle.

L'approche adoptée génère un dialogue entre la gestion des connaissances et le domaine des études sociales de la science, puisque celles-ci ont abordé la dynamique qui nous intéresse. Cela nous permet de considérer les limites de chaque point de vue et de positionner nos contributions.

Nous apportons ainsi aux études portant sur la gestion inter-organisationnelle des connaissances une attention aux questions de proximité et aux médiateurs de la connaissance. Lorsque nous analysons les pratiques autour de processus de production de connaissances, nous portons notre attention aux formes hybrides d'organisation. Cricelli et Grimaldi (2010) offrent eux aussi une vision relationnelle des connaissances entre les participants (lors de l'analyse de complémentarité), mais la question du rôle performatif du réseau n'est pas présente dans leur approche alors qu'elle se pose à travers la pratique comme un lieu de connaissance.

La littérature permet de rendre compte d'une variété d'arrangements au niveau inter-organisationnel (Cricelli et Grimaldi, 2010 ; Vinck, 1999), ce qui implique qu'on ne peut pas penser à une seule forme de gestion des connaissances. Il n'y a pas de « *one best way* » de la gestion inter-organisationnelle des connaissances ; la gestion dépend du type de réseau ou d'assemblage. Le fait qu'il y ait plusieurs types de réseaux suggère et qu'il n'y ait pas de « *one best way* » n'empêche pas de considérer, cependant, un nombre limité de types de problèmes de gestion des connaissances.

Un point qui reste ouvert est de savoir comment faire coexister les configurations de réseau qui se produisent dans les pratiques, avec les conceptions de réseau que favorisent les politiques scientifiques. Cela nous amène à explorer les contextes dans lesquels certaines formes d'organisation en réseau « *bottom-up* » et des mécanismes de coordination « formelle » sont présents simultanément. Ces questions proviennent d'un contexte qui rend notre champ NST visible parce que la dynamique de collaboration guidée par les politiques scientifiques peut conduire à diverses formes d'intégration. La littérature ne parle pas de la façon de gérer l'appartenance de ces partenariats, les différents participants et la manière dont diverses formes d'échanges peuvent coexister. La théorie de l'acteur-réseau montre des associations comme un travail en train de se faire (Callon, 1995 ; Latour, 2008 ; Law et Callon, 1992). Cela peut nourrir les approches de gestion des connaissances. Nous pensons qu'avoir apporté une contribution à ce sujet.

Cette thèse est concernée par les questions : comment sont les processus de gestion des connaissances dans des contextes inter-organisationnels ? Quelles sont les pratiques associées à ces échanges ? Nous allons mettre ces questions en dialogue avec la littérature pour discuter leur pertinence. La question des processus inter-organisationnels est devenue importante dans la littérature en gestion des connaissances au cours des dernières années, notamment lorsqu'elle porte sur la dynamique de plusieurs sites de production de connaissances. Le niveau inter-organisationnel constitue également un contexte plus large de situations marginales au sein des organisations, telles qu'elles sont étudiées lors de l'analyse du travail entre unités ou

départements. Il s'agit donc de nourrir une question plus générale de gestion des « zones franches ».

Notre première phase de travail sur le terrain (section 4.1), à la lumière de la dynamique des NST, nous a conduit à des questions portant sur la relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et la dimension performative de la coopération, la coexistence des aspects formels et informels, les mécanismes de liaison et de déliaison des collaborations, l'accès aux infrastructures et aux sources de financement, les relations entre les disciplines, et la temporalité.

Quant à la performativité des collaborations, la littérature a mis en évidence une relation entre les schémas d'organisation et les processus de la connaissance (Calamel, Defélix, Picq et Retour, 2012 ; Ibert, 2007 ; Janowicz-Panjaitan et Noorderhaven, 2009 ; Mariotti, 2011). Cependant, il est encore nécessaire d'approfondir la question de la façon dont les configurations de réseau qui se produisent à partir de pratiques s'articulent avec celles promues par les politiques scientifiques. Un autre point est d'étudier les façons dont les acteurs gèrent leur adhésion à des accords inter-organisationnels. Des études ont assumé un consensus sur les objectifs de la collaboration (Carlile, 2002, 2004), mais dans des situations de divergence peuvent également être liées aux échanges.

Dans des contextes promus par la politique, les différentes formes de proximité apportent des éléments conduisant à prendre en compte la coexistence de dimensions formelles et informelles. Nous sommes donc appelés à voir la proximité comme un processus d'aller-retour et non pas comme une question de continuité. Il ne s'agit pas de supposer que les acteurs sont plus proches les uns des autres par les échanges. Cela permet d'aborder la question de l'informalité, non seulement comme un domaine qui renforce la formalité, mais comme un possible alternatif pour les acteurs. La gestion inter-organisationnelle des connaissances a conduit à envisager plusieurs dimensions de la proximité (Autant-Bernard et al. 2007 ; Balas et Palpacuer, 2008 ; Kang et Kang, 2010 ; Knob en et Oerlemans, 2006, 2011 ; Messeni Petruzzelli, Albino et Carbonara, 2009). Il est clair que les proximités sont interdépendantes et nous devons tenir compte de cet aspect de la gestion des connaissances. Un sujet à étudier plus à fond est la

proximité comme une zone de convergence ou de divergence entre les mécanismes formels et informels d'échange. De plus, les études qui ont été développées au cours des dernières années nous ont appris que les dimensions non-géographiques de proximité ont de plus en plus de poids. Cependant, dans les domaines de la politique scientifique qui ont sans doute une composante géographique, la question actualisée est plutôt : comment la gestion des connaissances prend en compte la géographie ?

Les médiateurs de connaissances, médiateurs également des relations entre sujets et objets, correspondent aussi à de multiples approches. La littérature a identifié une diversité de rôles et a également proposé des approches pour promouvoir les fonctions de médiation (Burt, 2004 ; Gould et Fernandez, 1989 ; Hargadon et Sutton, 1997 ; Herrera, Jaime et Vinck, 2006 ; Labatut et al. 2009 ; Messeni Petruzzelli, 2008 ; Messeni et al, 2010 ; Nicolini, Mengis et Swan, 2012 ; Svabo, 2009 ; Vinck, 1999, 2011). Cependant, la gestion inter-organisationnelle des connaissances sépare encore les médiateurs matériels et sociaux. Pourquoi ne pas aborder la question en tenant compte des intermédiaires (médiateurs) hybrides, comme le suggère Callon (1991) ? Le point de vue de la connaissance comme pratique va dans ce sens ; c'est un domaine à explorer. Depuis les travaux de Vinck (2011), nous pouvons nourrir l'analyse en posant aussi la question de l'équipement des médiateurs de la connaissance. Dans ce scénario, non seulement les objets sont équipés dans le travail collectif mais les médiateurs sociaux sont aussi accompagnés d'un répertoire socio-matériel.

Sur la question de la temporalité, la littérature a montré que les objectifs de l'échange peuvent changer selon l'évolution des partenariats et des effets de réseau peuvent se produire lorsque les acteurs en position privilégiée attirent plus de relations. Cependant, il est encore nécessaire d'étudier l'articulation des acteurs avec différentes échelles de temps et l'effet des protoinstitutions dans les nouvelles initiatives. De plus, il s'agit de comprendre comment gérer les connaissances dans les accords, avec leurs composantes temporaires et permanentes et comment les acteurs capitalisent les connaissances générées dans les interactions. Qu'est-ce que l'organisation apprend de la participation à des mécanismes temporaires de collaboration ?

Considérant que la principale contribution à la littérature en gestion des connaissances pour le champ inter-organisationnel a été faite dans le contexte de l'entreprise, une question que nous posons est : est-ce différent pour les organismes de recherche ?

Enfin, sur la gestion des connaissances dans les "zones franches", la littérature présente plusieurs contributions. Carlile (2002, 2004) suggère différents types de frontières (syntaxiques, sémantiques, pragmatiques). Avec notre approche de la connaissance comme pratique, nous avons besoin, cependant, d'autres réponses. Les pratiques ont une composante qui relève de la médiation matérielle, qui est performative. Comment faire face à des situations qui ne sont pas fondées sur des conceptions prédéfinies portant sur la façon dont les acteurs envisagent les frontières ? Un objet peut être une frontière syntaxique pour un acteur et une frontière sémantique son interlocuteur. Du point de vue des pratiques que nous pouvons trouver des alternatives de recherche à l'étude des « zones franches ».

IV. DESIGN DE LA RECHERCHE, TERRAIN ET METHODES

We have a habit in writing articles published in scientific journals to make the work as finished as possible, to cover all the tracks, to not worry about the blind alleys or to describe how you had the wrong idea first, and so on. So there isn't any place to publish, in a dignified manner, what you actually did in order to get to do the work, although, there has been in these days, some interest in this kind of thing.

Richard Feynman, 1965

IV.1. Question de recherche et design de recherche

Dans la construction de la question de recherche, nous articulons des éléments de la littérature et du terrain. Nous commençons par l'intérêt pour l'étude des processus de gestion des connaissances dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies (NST), qui a fourni un terrain favorable pour étudier ces dynamiques. Notre intérêt pour un domaine émergent, tient au fait que les institutions scientifiques, industrielles et réglementaires n'y sont pas encore bien définies. Elles sont des « protoinstitutions » (Lawrence et al. 2002) qui se développent dans les interstices entre les organisations et transforment ces organisations. La liste des acteurs et leurs rôles ne sont pas encore stabilisés ; ils cherchent comment se positionner et définir leur rôle. Dans ces processus de reconfiguration du contexte, les acteurs concernés cherchent leur chemin. Cela soulève des questions en termes de gestion des connaissances différentes de ce qui se passe dans des situations stables avec des routines organisationnelles. Les organisations existantes sont redéfinies, de même que la dynamique entre les groupes de recherche ou les universités et la politique scientifique nationale et l'institution responsable de sa gestion.

Nous partons de la question suivante : quelles sont les formes d'organisation et les processus associés à la gestion des connaissances pour le développement de NST ? Sur nos terrains, nous utilisons une méthode boule de neige (Wasserman et Faust, 1999 ; Bernard et Ryan, 2010) pour identifier les acteurs associés au domaine des NST afin de conduire des entretiens. Au cours de la période 2007-2008, nous avons réalisé recherche exploratoire sur le terrain (Pérez Martelo et Vinck, 2008a ; Pérez Martelo et Vinck, 2008b ; Pérez Martelo et Vinck, 2009). La boule de neige a commencé avec les acteurs liés à l'une des entités dans lesquelles nous développons cette thèse, l'Université des Andes¹¹¹, et d'autres qui étaient actifs en tant que conférenciers à des événements de NST. Dans ce processus, un entretien important a eu lieu avec un professeur-chercheur d'une université qui travaille dans le domaine des nanosciences, président d'une association pour la promotion de l'enseignement des sciences, également très actif dans les activités de sensibilisation du public. Le premier entretien avec le chercheur a été guidé par la consigne¹¹² (Blanchet et Gotman, 2007) : qui travaille dans le domaine des NST en Colombie ? À la suite de cette conversation, nous avons obtenu une liste des acteurs en NST. Nous avons ensuite contacté certaines de ces personnes pour des entretiens qui nous ont renvoyés vers d'autres personnes également. Dans cette phase, nous avons mené 13 entretiens¹¹³ avec des chercheurs et des étudiants d'équipes de recherche universitaires ainsi que le propriétaire d'une société dédiée à la fabrication des produits basés sur les nanotechnologies. Les questions des entretiens ont porté sur le panorama des NST en Colombie, les trajectoires professionnelles et le lien avec «nano», la dynamique du travail de l'organisation et des relations avec les

¹¹¹ Dans le cadre des exigences de cours établies par le doctorat de l'Université de los Andes, j'ai pris le cours d'été « Gestion des connaissances » (Juin 2007), dirigé par les professeurs Dominique Vinck, Alfonso Reyes, Roberto Zarama (les directeurs de cette thèse) et le professeur Alberto Garcia. Un des sujets de cours proposés pour le travail à effectuer par les étudiants était les nanotechnologies, et cela nous a permis de collecter des informations sur le sujet ainsi que d'effectuer la première analyse.

¹¹² Selon Alain Blanchet et Anne Gotman (2007, p. 78) « *une consigne est une intervention visant à définir le thème du discours de l'interviewé. Tout entretien de recherche débute par une consigne inaugurale* ».

¹¹³ Certains de ces entrevues ont été menées par ou avec Eliana Pardo, Mónica Chaparro et Irina Forero, avec qui j'ai développé le travail de cours « gestion des connaissances » (Juin 2007). L'analyse effectuée dans la première phase de la recherche a porté en grande partie sur les discussions et les résultats que nous avons obtenus dans ce travail. Les projets réalisés par d'autres groupes d'étudiants qui ont également pris le sujet des nanotechnologies ont enrichi notre analyse.

organismes nationaux et internationaux. Certains de ces entretiens ont été enregistrés et transcrits partiellement. Pour d'autres, des notes ont été prises.

Nous avons mis en dialogue les résultats du travail initial du terrain avec la littérature¹¹⁴ et nous avons trouvé quelques points à approfondir pour construire notre question de recherche.

Le premier porte sur l'évolution des NST en Colombie, associée à la participation de plusieurs entités de recherche. Nous identifions alors, d'une part, des mécanismes tels que les réseaux auto-organisés de professionnels¹¹⁵ en dehors de la « bureaucratie des universités » ; d'autre part, des accords formels de collaboration promus par les politiques publiques. Une illustration de cette auto-organisation est représentée dans les mots d'un chercheur :

il n'y a absolument aucune compensation monétaire pour un membre du centre, il ne fonctionne pas avec le temps alloué par l'université à laquelle il appartient, il n'y a absolument aucune considération pour l'institution à laquelle il appartient. Ceci est géré par les intérêts et les motivations de chacun. Généralement, les gens qui sont dans le centre, c'est parce qu'ils aiment le sujet et veulent faire de la recherche (Chercheur, association à but non lucratif).

La connexion entre les groupes créés « *top-down* » et « *bottom-up* » vient de l'affiliation des chercheurs à des universités. Cette double articulation (arrangements formels / arrangements informels) de certains des chercheurs apparaissait évidente dans les entretiens quand ils disaient explicitement qu'ils parlaient en tant que professeur d'université ou dans le cadre d'un mécanisme alternatif. Certains des acteurs trouvés avaient participé à l'appel à projet de

¹¹⁴ En 2007, chacune des revues « *Research Policy* » et « *Scientometrics* » a publié un numéro spécial sur l'évolution des NST. Il s'agissait d'une entrée intéressante dans la littérature, car elle rendait visible les perspectives de divers auteurs sur le sujet. Depuis lors, nous prenons comme l'une des stratégies de la revue de la littérature de recherche de repérer des numéros spéciaux portant sur les sujets qui nous intéressent, ce qui donne l'occasion de rencontrer des points de dialogue entre les auteurs.

¹¹⁵ Par exemple, un cas correspond à un réseau de chercheurs universitaires dont la forme juridique est celle d'une association à but non lucratif. Bien que cela implique une sorte de problème, les chercheurs ont supposé que c'était hors de leur affiliation universitaire était informel. Cependant l'indépendance des institutions de tutelle matérialisée dans la définition des thèmes de recherche ne sont pas évidents dans la mise en œuvre d'initiatives comme ils ont continué à utiliser l'infrastructure de leurs universités.

centres de recherche d'excellence (Centros de Investigación de Excelencia (CIE))¹¹⁶, mais leur proposition n'avait pas été retenue. Ils avaient alors construit des réseaux alternatifs ou se préparaient à de nouveaux appels.

En mettant ces éléments en dialogue avec la littérature, nous avons constaté que le phénomène des réseaux était une caractéristique des développements dans le domaine NST (Autant-Bernard et. al, 2007 ; Robinson, Rip et Mangematin, 2007). À ce stade, nous avons identifié une influence des politiques visant à promouvoir l'institutionnalisation du champ (Schummer, 2007). L'articulation entre les politiques scientifiques et d'autres organisations mûes par des intérêts, des passions et du leadership est un domaine de questionnement qui prenait de l'ampleur dans la littérature (Vinck, 2006b). Un point était d'étudier comment la dynamique de l'échange se mettait en place dans ces arrangements, combinant les dimensions formelles et informelles, et les stratégies des acteurs.

Un autre point identifié dans cette exploration du champ de la recherche était que les acteurs définissent leurs actions et leurs possibilités en termes de consolidation d'infrastructures et d'accès aux ressources. Cela est évident dans les observations des chercheurs qui affirment ne pas avoir l'infrastructure ou le niveau de formation du personnel pour travailler avec l'industrie. Ils projetaient leurs actions en termes de constitution d'« équipements robustes » pour la nanofabrication et la résolution des problèmes de l'industrie, ou « d'éduquer l'entrepreneur » à ces nouvelles technologies. Plusieurs stratégies de formation du personnel dans les programmes de premier cycle et des cycles supérieurs sont également exprimées en termes de consolidation de ces infrastructures. Nous pouvons l'illustrer dans l'extrait cité ci-dessous d'un entretien :

C'est le laboratoire de fabrication, le travail est retardé. Jusqu'à ce que l'infrastructure soit terminée, nous ne pouvons pas installer l'équipement. Les équipements sont arrivés, ils sont dans une zone franche. Ce que nous espérons, c'est que les architectes nous assurent que nous avons les vibrations nécessaires à l'équipement et la construction de la

¹¹⁶ Une politique scientifique promue par Colciencias, le Département Administratif de la Science, de la Technologie et de l'innovation en Colombie. C'est l'entité qui anime les politiques de la science, de la technologie et de l'innovation dans le pays.

salle blanche est terminée, alors c'est le laboratoire de fabrication (Chercheur en micro et nanoélectronique).

La disponibilité de l'infrastructure et des sources de financement a également été un point soulevé dans la littérature (Hullman, 2007 ; Robinson, Rip et Mangematin, 2007). Cela a été montré comme étant associé à une concentration géographique des ressources ou à de mécanismes de mise en réseau pour y accéder. Nous avons constaté que l'accès à l'infrastructure et aux sources de financement était un fil conducteur qui pourrait fournir des éléments à observer à propos de la dynamique de l'évolution des arrangements inter-institutionnels dans le domaine des NST.

Un autre aspect qui a été central dans la littérature de l'évolution des NST était la participation de différentes disciplines et leur convergence (Heinze et Bauer, 2007 ; Meyer, 2007 ; Rafols, 2007 ; Schummer 2004a, 2004b, 2007) et la façon dont les organisations construisent leur base de connaissances dans le domaine (Zucker et al. 2007). Le terrain préliminaire nous a montré que le travail entre les disciplines a été un « doit être » chez certaines des personnes interrogées, d'autres avaient déjà une double formation (par exemple, en physique et en ingénierie). Des situations dans lesquelles les disciplines interagissent dans une tension collaborative ou dans lesquelles les cultures disciplinaires étaient évidentes autour d'un « nano-objet » étaient également présentées. Les mots d'un chercheur illustrent ce dernier point :

Nous avons des médecins, des ingénieurs biomédicaux, les ingénieurs chimistes, des biologistes, des physiciens, et d'autres qui sont intéressés par le sujet de la nanotechnologie pour l'oncologie. Nous participons à des projets de recherche... J'ai appris qu'il est beaucoup plus difficile de travailler avec des collègues [physiques]. Avec d'autres groupes multidisciplinaires, ils sont plus ouverts à débattre de leur pensée. J'ai aussi trouvé que les professionnels dans des disciplines telles que la physique sont souvent arrogants, alors que les sceptiques avec notre travail [physique] sont oncologues. (Chercheur, physicien).

Dans les premiers travaux sur le terrain, nous avons observé des formes d'échange entre les disciplines. La littérature a montré que les formes d'interaction des disciplines des NST sont des sujets intéressants à explorer plus avant le sujet.

Une dimension supplémentaire identifiée était la question des temporalités des acteurs impliqués dans les NST. Selin (2006) montre que les acteurs associés aux développements NST peuvent avoir des attentes différentes liées à divers horizons de temps. Ce point est évident dans le domaine, quand les discours des groupes industriels et universitaires sont comparés. Une situation qui illustre cet écart est une réunion sur NST à laquelle un entrepreneur a été invité pour donner des conférences et où il a noté que les chercheurs universitaires dans les discussions se posent surtout la question des possibilités futures des nanotechnologies et traitent d'aspects qu'il déjà traité au sein de sa organisation. Un point important à cet égard est la propriété industrielle. Pour les entrepreneurs, cette question est centrale : « Nous travaillons beaucoup ces derniers temps avec des avocats ; dans notre pays la propriété intellectuelle n'est pas respectée » (entrepreneur) ; pour les groupes de recherche universitaires, la propriété industrielle était une question marginale. Ils sont concentrés sur la production scientifique protégée par le droit d'auteur. Ici, il devient clair que l'horizon temporel des universités s'exprime en termes de projections futures alors que dans le cas de l'entreprise¹¹⁷, les NST étaient déjà présentes avec des produits sur le marché, des brevets et des exportations. Comment penser à des accords de collaboration inter-organisationnelle lorsque les temporalités des participants peuvent être si différentes ? Nous avons trouvé ici que l'étude de la dimension temporelle pourrait donner des éléments portant sur la manière dont les connaissances sont gérées dans les domaines où plus d'une organisation est impliquée. Les types de propriété intellectuelle associés à ces temporalités étaient également un facteur qui pourrait être facilitateur ou ralentisseur de la procédure d'échange. Ce sujet a conduit à des enquêtes supplémentaires.

¹¹⁷ Cette société a été créée depuis le début des années 90 et avait une histoire de brevets et d'exportations. Elle a travaillé main dans la main avec des entreprises étrangères de distribution de leurs produits à l'échelle internationale.

De ce dialogue entre le travail de terrain initial et de la littérature, nous limitons notre question de la gestion des connaissances dans NST au niveau inter-organisationnel. Du point de vue du domaine émergent étudié, les NST, l'analyse du phénomène implique de suivre ces modes de collaboration entre entités dans leur dimension performative pour tenir compte de la coexistence du formel et de l'informel, de l'inclusion ou non dans les arrangements, des infrastructures et de l'accès aux sources de financement, des relations entre les disciplines, de la propriété industrielle et de la temporalité.

Nous avons constaté que ces « formes d'organisation » que nous cherchons avec notre question initiale (quelles sont les formes d'organisation et les processus associés à la gestion des connaissances pour le développement de NST ?), ont été associées au domaine. La question de recherche est devenue : **comment sont les processus de gestion des connaissances dans les milieux inter-organisationnels ? Quelles sont les pratiques associées à ces échanges ?** En nous interrogeant sur les pratiques, nous avons pu aborder les dimensions performatives identifiées du point de vue des arrangements inter-organisationnels. En reliant les problèmes rencontrés avec la littérature de gestion des connaissances présentée dans le chapitre III, nous voyons que ces questions étaient d'intérêt pour le domaine et pourraient enrichir le contexte inter-organisationnel pour observer les pratiques d'interaction. Partant du type de question travaillé, nous avons choisi un design de la recherche centré sur l'étude de cas. Yin (1994) fait valoir que cette approche est appropriée pour les problèmes qui posent des questions portant sur le « comment » et traitent des événements contemporains sur lesquels le chercheur a peu ou pas de contrôle. Les études de cas ont montré leur potentiel dans le domaine de la gestion des connaissances. Dans une analyse scientométrique réalisée par Alexander Serenko et ses coauteurs (2010) sur la base d'un corpus de 2175 articles publiés dans 11 des principales revues dans le domaine de la gestion des connaissances, l'étude de cas apparaît comme le design méthodologique principalement utilisé, uniquement dépassé par la catégorie « cadres, modèles, approches, mesures et outils. » Pour la perspective de la connaissance comme pratique que nous adoptons, les approches par études de cas ont également montré leur pertinence (Gherardi, 2006 ; Olsen, 2009), car elles permettent le suivi des associations entre les acteurs liés à

des conditions particulières de production de connaissances. Nous utilisons un design intrinsèque multi-cas (Stake, 1995, 2006), c'est-à-dire que nous avons sélectionné plusieurs cas d'intérêt pour leurs caractéristiques spécifiques pour comprendre le phénomène à l'étude.

IV.2. Sélection des études de cas

À partir de la question de recherche, nous avons sélectionné trois cas, afin d'étudier des situations différentes : un projet européen, *El Centro de Excelencia en Nuevos Materiales - CENM* (le Centre d'excellence pour les matériaux nouveaux) de la Colombie et un laboratoire des matériaux situé au sein du pôle de micro et nanotechnologies MINATEC à Grenoble (France).

Le premier cas est un projet financé au titre du sixième programme-cadre de la Commission européenne, sous la forme "*Specific Targeted Research Project - STREP*" et exécuté dans la période 2007-2010 afin de développer un capteur de gaz utilisant des nanomatériaux. L'initiative comprenait six laboratoires, une entreprise industrielle et une société spécialisée dans la communication scientifique, répartis dans cinq pays européens. Nous étions intéressés par ce cas, car il est portait sur un produit particulier et que ses collaborations transcendaient les frontières nationales et institutionnelles. Pour ces raisons, ce cas était pertinent pour observer les pratiques de coordination et d'échanges tournées vers une situation de développement spécifique. Il est également intéressant pour analyser les processus de gestion des connaissances dans le domaine de projet inter-organisationnelle. Ce projet dispose d'un composant particulier à savoir une activité de communication de la science. Les scientifiques participant génèrent des journaux vidéo mis à la disposition du public sur le site web du projet. En raison de la double identité du projet (développement de produits et production d'articles scientifiques, et des stratégies de communication de la science), c'est un domaine important pour étudier les dynamiques de la gestion des connaissances qui se produisent lorsque coexistent un processus de sensibilisation du public avec des activités de développement entre les scientifiques et une entreprise.

Le deuxième cas est le CENM, un réseau créé en 2005. Il est composé de 19 groupes de recherche de 10 universités dans neuf villes colombiennes. Ce cas a été choisi parce qu'il était le réseau national soutenu par le programme « *Centros de Investigación de Excelencia – CIE* (Centres de Recherche d'excellence) » dans le domaine stratégique « Matériaux Avancés et Nanotechnologie ». Pour le domaine de la gestion de la connaissance inter-organisationnelle il était intéressant comme modèle de collaboration inter-institutionnelle favorisé par les politiques scientifiques, avec une répartition géographique de ses participants. Les organisations participantes dans le CENM sont articulées par une figure de l'union temporaire. Cela peut être une situation appropriée pour étudier les dynamiques rencontrées par les groupes appartenant au réseau et les pratiques générées.

Le troisième cas est un laboratoire de recherche universitaire de science et ingénierie des matériaux situé au sein du pôle de micro et nanotechnologies MINATEC à Grenoble, France. Notre intérêt pour l'étude de ce cas réside dans les dynamiques inter-organisationnelles qui peuvent survenir lorsqu'il y a concentration géographique des acteurs hétérogènes, compte tenu de la présence des institutions scientifiques, technologiques et industrielles. C'est également un environnement favorable pour étudier les processus d'adaptation et de l'intégration d'un laboratoire avec d'autres acteurs du pôle. Ce cas permet également d'enquêter sur les formes d'interaction quand un ancrage territorial est présent. En plus, ce cas est lié à la dynamique des entreprises qui peuvent générer divers processus de gestion des connaissances. Le choix de ce laboratoire particulier à l'intérieur du pôle MINATEC est aussi associé aux sujets travaillés (les matériaux), son statut d'unité de recherche universitaire a permis l'accès au terrain et à la relocalisation qu'a fait ce laboratoire afin de se rapprocher d'autres acteurs de MINATEC.

IV.3. Approche de la recherche sur le terrain

Notre façon d'aborder le domaine de la recherche combine des éléments de la théorie de l'acteur-réseau (Callon 1995 ; Latour, 2008) et l'ethnographie multi-située¹¹⁸ (Marcus, 1995).

La théorie de l'acteur-réseau repose sur trois principes définis par Callon (1995) : a) L'agnosticisme : il consiste à ne pas favoriser un point de vue ni d'établir a priori l'identité des acteurs. b) La symétrie généralisée, qui consiste à utiliser le même type d'analyse qu'il s'agisse des aspects sociaux et techniques ainsi que leur description et c) L'association libre, nous invite à ne pas faire une distinction a priori entre les faits naturels et sociaux mais de respecter les liens établis par les acteurs. L'idée est de suivre les acteurs et ce qu'ils font sans réduire leur identité, leurs propriétés et leurs actions à des catégories déjà établies. Dans l'étude de la science, de la technologie et de l'innovation, cette approche a l'avantage de permettre de rendre compte de l'évolution en cours, même si les catégories d'analyse, les identités et les caractéristiques sont en transformation. Dans la même perspective consistant à ne pas faire une différence a priori entre humain et non-humain, l'idée est de suivre les objets, les textes, etc., d'explorer le réseau de relations qui existent ou qui se construisent entre toutes les entités (individus, groupes, textes, argent, règles, machines, échantillons, données, etc.)

Latour (2008) met en évidence le suivi des associations entre les entités non-humaines et humaines et le fait d'envisager leur caractère performatif. La chose importante est de comprendre ce que l'entité a présenté comme un changement dans le réseau d'associations. En outre, l'auteur fournit la notion d'« action à distance », intéressante pour nous quand nous analysons un phénomène qui agit sur un autre ailleurs ; il montre que l'action à distance passe toujours à travers des médiateurs spécifiques et les relations entre eux peuvent être identifiées et suivies. Pour agir à distance, un acteur doit construire ou se connecter à un réseau qui permet à son action locale de devenir une action à distance.

¹¹⁸ Marcus propose l'approche de l'ethnographie multi-située. Bien que notre travail n'est pas ethnographique, prendre des éléments de la perspective multi-située est intéressant pour suivre les associations entre les différents domaines du champ d'intérêt.

Ces auteurs proposent un moyen d'étudier les phénomènes à partir duquelle on peut déduire des principes méthodologiques tels que : suivre les acteurs et les objets (voir la notion d'objet intermédiaires de Vinck, 1992, 1999 et 2012) ; identifier les associations et le travail, ou la pragmatique pour construire, entretenir ou détacher (voir Goulet et Vinck, 2012) ces associations ; dessiner le réseau sociotechnique.

En pensant aussi à partir d'une perspective ethnographique (étude locale d'un groupe social sur la base, entre autres, de l'observation des pratiques et des actions), nous avons le souci de la façon de procéder lorsque plusieurs endroits sont interconnectés. Marcus (1995) suggère une approche qui va au-delà des terrains distribués dans divers lieux. Ce qui ressort de son analyse, c'est que le phénomène observé est le résultat de l'articulation de ces sites multiples. En ce sens, l'approche méthodologique consiste à suivre la circulation des personnes et la circulation des objets, des métaphores, des arguments, des histoires, des biographies et des conflits dans des contextes différents.

La décision de prendre ces approches est associée à notre terrain multi-site (divers arrangements inter-organisationnels), mais aussi le phénomène qui nous intéresse, la gestion des connaissances, ce qui est le résultat d'associations et d'interactions entre eux. Ces approches tiennent compte des objets comme entrée empirique, permettant d'identifier des relations entre les différents acteurs (Vinck, 2012). Ceci est en accord avec notre point de vue de la connaissance comme pratique pour laquelle la médiation matériel est centrale (Gherardi, 2006) ainsi que la texture des interconnexions entre les contextes sociomatériels qui définissent (Nicolini, 2011).

IV.4. Terrain d'étude, matériaux et méthodes

De ce point de vue, nous abordons chaque cas comme un « multi-site » de recherche. Nous utilisons l'entretien semi-structuré (Blanchet et Gotman, 2007 ; Bernard, 2006 ; Bernard et Ryan, 2010) comme méthode de collecte de données. Les thèmes ont porté sur l'évolution des

laboratoires ou groupes de recherche, les trajectoires professionnelles et la dynamique de coopération et d'échange autour de la participation à l'initiative (réseau ou pôle).

Pour chaque cas, les relances ont été utilisées, afin d'approfondir les éléments exposés par la personne interviewée. Les entretiens ont duré entre 30 minutes et 2 heures. Lorsque nous avons été autorisés par les personnes interrogées, nous avons enregistré la conversation, puis effectué une transcription complète des matériaux. Dans les situations où ce n'était pas possible, nous avons pris des notes. En ce qui concerne les méthodologies spécifiques utilisées pour chacun des cas, nous allons faire une description dans la section suivante.

i. Méthodologies spécifiques pour le cas du projet européen

Dans le cas du projet européen, nous avons pris contact avec le directeur de projet, un chercheur d'une université en Belgique. D'abord, nous l'avons sollicité par courriel au sujet de la possibilité d'assister à une réunion du projet dans lequel les membres des différentes entités étaient présents. Cette demande visait à réaliser des entretiens avec plusieurs d'entre eux. La réponse fut d'abord positive mais, plus tard, après en avoir discuté avec ses collègues, le partenaire industriel a fait part de son désaccord pour des raisons de confidentialité de l'information dans la gestion de la propriété industrielle.

En conséquence, nous avons convenu de rendre visite au laboratoire du coordinateur et de développer un entretien avec le directeur du projet, moyennant la signature d'un accord de confidentialité. L'accord a été signé au début de la réunion que nous avons tenue en mai 2009¹¹⁹, et cela nous a permis de réaliser l'entretien et d'accéder aux comptes-rendus et à la documentation du projet. En plus de ces documents, les journaux vidéo affichés sur le site Web du projet ont été pris en compte comme matériau. Ces conditions d'accès au terrain nous ont montré certains aspects de la gestion des connaissances dans le projet. Ils ont souligné le fait que la présence d'un entrepreneur ayant des intérêts commerciaux a donné une certaine

¹¹⁹ La visite et l'entretien a été réalisée par Gloria Zarama, Dominique Vinck et Constanza Perez.

pertinence à la « propriété industrielle ». Dans ce scénario, nous avons identifié au départ, une logique différente entre le milieu universitaire et l'industrie.

ii. Méthodologies spécifiques pour le cas CENM

Dans le cas du CENM, l'enquête sur le terrain a été précédée par une analyse documentaire des co-auteurs de publications, la mobilité du personnel entre les institutions et le développement de projets communs (Pérez Martelo, 2009)¹²⁰, en utilisant les informations communiquées par le centre sur son site officiel. Dans cet exercice, nous avons exploré les aspects de proximité spatiale et relationnelle entre les acteurs CENM. Dans l'analyse, nous prenons comme source de données 189 articles rapportés par le CENM comme constituant sa production scientifique en 2005-2008¹²¹, ainsi que des rapports d'activités et de la documentation institutionnelle publiée dans les médias et sur son site officiel¹²². Nous construisons une base de données dans Excel séparant les informations sur les publications, les projets et la mobilité scientifique pour chaque sujet de recherche interdisciplinaire du centre. En ce qui concerne les articles, tous les textes ont été examinés pour extraire des données le titre du document, les auteurs, les institutions, la date et le nom de la revue. Pour les articles dont la version finale n'a pas été publiée sur le site web du CENM, des informations ont été complétées par des bases de données de référence. L'ambiguïté ou l'absence d'informations sur les affiliations institutionnelles des auteurs ont été résolus avec la consultation sur les sites web des groupes et des institutions et bases de données GrupLAC et CvLAC de Colciencias¹²³. Pour les projets de collaboration, nous avons

¹²⁰ Cette analyse correspond au travail *“Dinámicas de Proximidad Espacial y Relacional en Redes de Colaboración Científica y Tecnológica: El Caso del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de Colombia”* (Dynamique spatiale et relationnelle de proximité dans les réseaux de collaboration scientifique et technologique: le cas du Centre d'excellence pour les matériaux nouveaux (CENM) de la Colombie), que nous avons présenté dans le séminaire ALTEC-2009 à Cartagena, en Colombie, en Novembre 2009. Cette section comprendra des fragments de ce document.

¹²¹ Consultée sur le site: <http://www.cenm.org/productos/productos.htm>.

¹²² www.cenm.org

¹²³ Depuis plusieurs années, Colciencias a créé et maintenu une base de données de CV de chercheurs (CvLAC) et de groupes de recherche (GrupLAC). Ces bases de données sont alimentées et mises à jour par les chercheurs et sont la principale source d'information pour les processus de classification et de reconnaissance des groupes.

consulté les rapports d'activités de mobilité scientifiques. Nous avons identifié les chercheurs et les institutions participantes, et la nature des activités.

Pour le traitement des données, nous utilisons un logiciel d'analyse de réseau, Ucinet (Borgatti, Everett et Freeman, 2002), en prenant comme noeuds les groupes et les institutions de recherche ou leurs partenaires. Nous construisons trois types de réseaux (de co-auteurs, de projets collaboratifs et de mobilité scientifique), en évaluant les relations en fonction du nombre d'occurrences de la relation entre couples d'acteurs. Nous prenons en compte les relations réflexives¹²⁴ afin d'identifier la collaboration au sein d'un groupe ou une institution. L'évaluation de trois types d'échange a permis de tirer profit de la complémentarité des informations entre activités.

Nous utilisons certaines mesures des propriétés des réseaux comme entrée pour l'analyse (Pérez Martelo, 2009), puis une évaluation qualitative de la proximité spatiale : Forte-Locale, Moyenne-Nationale et Faible-Internationale (Messeni Petruzzelli, 2008).

Avec cette analyse, nous avons identifié plusieurs points à approfondir au cours des enquêtes sur le terrain. Par exemple, nous avons identifié un laboratoire étranger (en France) qui a été très actif dans les trois types de collaborations du CENM. Ainsi, en suivant les acteurs, nous avons repéré ce laboratoire qui a fait plus tard partie de notre travail d'enquête sur le terrain. Nous avons visité ses installations situées à Le Mans (France) en Septembre 2009 : visite guidée des laboratoires et entretiens avec huit personnes associées à la collaboration avec la Colombie (Directeur du Laboratoire, Vice-président du Conseil Scientifique de l'Université, Vice-président des relations internationales, ingénieurs, techniciens et enseignants). Lors de ces entretiens, nous avons demandé à nos interlocuteurs de parler de leurs collaborations avec la Colombie et avons utilisé un guide thématique. Bien que notre intérêt portait sur les interactions de ce laboratoire avec le CENM, quand nous avons commencé les entretiens, nous avons constaté qu'ils connaissaient le CENM, mais que ce centre était marginal pour les collaborations qu'ils avaient avec la Colombie en raison d'un antécédent significatif. Un exemple est que, lors de

¹²⁴ Il s'agit des relations d'un acteur lui-même (Wasserman et Faust, 1999).

l'entretien, le directeur du laboratoire nous a montré un livre intitulé « Mes 100 premières publications internationales » comprenant une lettre d'un chercheur colombien qui remercie le directeur du Laboratoire pour ses contribution au travail. Nous avons ensuite identifié que le chercheur colombien a fait partie du CENM, mais les collaborations avec le laboratoire de Le Mans ont eu une trajectoire qui précède la création du réseau CENM.

Le travail de terrain avec les groupes du CENM en Colombie a été mené au cours du premier semestre 2010 dans les villes de Bogotá, Cali et Medellín. La sélection des groupes a été effectuée de manière à couvrir les quatre thèmes de recherche interdisciplinaire autour de laquelle a été structuré le CENM. Pour les groupes situés à Cali, nous avons pris contact, via le directeur du CENM. Cela a eu un impact sur les entretiens, comme enregistré dans nos notes de terrain présentés ci-dessous.

Un étudiant m'amène au laboratoire. Le directeur du groupe n'est pas là et ses étudiants tentent de localiser. Pendant que j'attends, j'essaie de faire des entretiens avec les étudiants présents, mais ils me disent qu'« il est préférable de parler au professeur ».

Cependant, ils me disent que l'un des principaux groupes au sein du CENM avec lequel ils collaborent se trouve dans une autre ville et est dirigé par un professeur qui était un étudiant du groupe : « Il a étudié ici ». En plus, ils mentionnent d'autres collaborations avec Barranquilla. Ensuite un étudiant entre dans le laboratoire et me demande si je suis la personne qui « vient de Bogotá » et je dis oui, puis me montre l'équipement acheté avec les fonds du CENM. Plus tard, arrive le professeur et je lui explique le but de ma visite. Il m'a dit qu'il pensait que c'était « institutionnel », « une évaluation formelle par Colciencias » mais si c'était pour une thèse « il n'avait pas le temps pour ces choses ». (Notes de terrain, Mars 2010).

Cette situation montre comment les conditions d'accès aux terrains affectent la situation d'entretien (Guber, 2001). Être vu comme la personne « qui vient de Bogotá » pour « demander des rapports du CENM » a influencé les discours dans les entretiens qui ont été orientés vers

« rendre compte des résultats du réseau ». Pour mener des entretiens à Bogotá et Medellín, nous avons contacté directement les chercheurs.

Nous avons effectué un total de 20 entretiens dans trois villes, y compris les directeurs de groupes de recherche, des chercheurs, des techniciens, du personnel administratif et des étudiants à différents niveaux. Nous avons aussi visité les installations de laboratoire de ces groupes.

Finalement, nous prenons les rapports de gestion préparés par la CENM entre 2005 et 2012, ainsi que les documents de travail disponibles sur son site officiel comme matériaux d'étude.

iii. Méthodologies spécifiques pour le cas d'un laboratoire de sciences des matériaux de MINATEC

Dans ce cas, le travail de terrain inclus la participation à des événements et conférences organisés dans MINATEC entre Octobre 2008 et Septembre 2009. Nous avons effectué des entretiens entre Mars et Juin 2009 avec des membres du laboratoire en sciences des matériaux, ou leurs partenaires. Ces entretiens ont été menés dans le cadre du projet "*LODYSENANO - Logiques et Dynamiques Sociologiques et Economiques des Nanosciences et Nanotechnologies*" qui était en engagé à l'époque au sein du Laboratoire PACTE¹²⁵. Les entretiens se sont appuyés sur un guide général couvrant les divers sujets d'intérêt des chercheurs de PACTE liés au projet. Plusieurs de ces entretiens ont été menés par deux personnes. Pour contacter les personnes interrogées, nous nous appuyons sur les relations des chercheurs de PACTE. Nous avons également profité des conférences hebdomadaires qui ont lieu le vendredi dans les installations de MINATEC, appelées «MIDIS MINATEC ». A la fin de ces conférences, un café était offert aux participants ; nous avons alors eu la possibilité de contacter plusieurs des chercheurs ou des étudiants à interviewer. Nous utilisons également des matériaux de entretiens et d'observation ethnographique recueillis par d'autres chercheurs du laboratoire PACTE (dans le cadre du projet

¹²⁵ Laboratoire de Grenoble où je suis liée dans le cadre de la convention de co-tutelle entre l'Université des Andes et de l'Université de Grenoble. Dans le laboratoire PACTE, j'ai réalisé un stage de doctorat.

LODYSENANO et les projets précédents) principalement par Matthieu Hubert, Morgan Jouvenet, Eduardo Robles, Dominique Vinck et Gloria Zarama ainsi que les études précédentes et les documents publiés sur le site officiel de MINATEC¹²⁶. Dans l'analyse, nous prenons un total de 30 entretiens, y compris les matériaux recueillis par d'autres chercheurs.

IV.5. Analyse des matériaux et style d'écriture

Nous abordons l'analyse des matériaux en suivant une démarche d' « artisanat intellectuel » (Mills, 1986 [1961]), à partir de laquelle nous combinons le terrain, la théorie et les aspects méthodologiques. Selon Jean-Claude Kaufmann (2008) :

L'artisan intellectuel est celui qui sait maîtriser et personnaliser les instruments que sont la méthode et la théorie, dans un projet concret de recherche. Il réalise une œuvre (et ceci n'est pas réservé à quelques grands auteurs), qui tranche par son relief sur le flux uniforme des plates données et autres informations. L'information n'est pas le savoir ; l'accumulation d'information peut même tuer le savoir. L'artisan intellectuel résiste au laminage du savoir par les données. Il est tout à la fois : homme de terrain, méthodologue, théoricien, et refuse de se laisser dominer ni par le terrain, ni par la méthode, ni même par la théorie quand elle est dogmatique (Kaufmann, 2008, p. 15).

L'analyse des matériaux passe aussi par le style d'écriture que nous adoptons. La façon dont nous rapportons les résultats montre que l'objet de la recherche a été construit progressivement. Pour cette raison, le lecteur trouvera une combinaison d'éléments du terrain, le dialogue avec la littérature et la présentation des contributions (Pratt, 2009). Nous utilisons des études de cas comme des données empiriques à l'appui des arguments conceptuels. (Siggelkow, 2007).

Notre analyse comporte des éléments de la *Grounded Theory* (Strauss et Corbin, 2002; Suddaby, 2006) comme la comparaison constante entre les données et les hypothèses intermédiaires, en

¹²⁶ <http://www.minatec.org/en>

utilisant une analyse continue des matériaux du terrain pour décider des nouvelles données à collecter.

Après Strauss et Corbin (2002), nous cherchons à maintenir la sensibilité aux données en posant des questions comme : Quelle situation qui est décrite ici ? Quel est le phénomène dont nous parlons ? « *Quel est l'enjeu principal ou le problème avec auquel ces gens semblent être confrontés ? Ce qui résonne encore et encore ? Quel est le perçu même s'il ne se dit pas directement ?* » (p. 163).

Nous avons fait une analyse par entretien et puis une analyse thématique en utilisant des catégories croisées. À partir de la approche multi-site, nous analysons certains documents sur le réseau sociotechnique qui les soutient : Qui l'a écrit ? Dans quel contexte ? Quel est le discours qui se déplace ? Cela nous a permis d'effectuer une analyse des relations entre les discours « officiels » et autres discours.

Dans cette démarche, nous effectuons une triangulation en permanence dans chaque cas et entre les cas. (Stake, 1995, 2006), en mettant en dialogue différents discours. Nous effectuons une triangulation des données, de l'analyse, de la théorie et de la méthodologie. La triangulation des données reposait sur différentes sources tenant au fait que nous avons observé les différents acteurs dans des circonstances différentes (pour nous, un texte est une de ces circonstances). Dans l'analyse et les théories, nous avons exposé les résultats à différentes interprétations. Sur le plan méthodologique, nous comparons différents contextes.

Nous avons fait une revue permanente de la littérature, avec des objectifs comme : examiner les approches qui sont en conflit avec la théorie émergente, des résultats similaires ou des phénomènes similaires dans d'autres contextes (Eisenhardt, 1989 ; Eisenhardt et Graebner, 2007).

Dans la revue de la littérature, nous combinons la recherche systématique avec la méthode d'analyse des réseaux sociotechniques d'articles. Cela nous a permis de suivre la littérature à travers leurs collègues invisibles, avec des stratégies telles que : voir le contexte global des citations utilisées, auteurs ou institutions auxquelles l'auteur exprime ses remerciements, si le

document a été présenté lors d'une conférence, si elle fait partie d'un numéro spécial. Enfin, pour certaines publications, nous examinons les introductions écrites par les rédacteurs. Dans certains journaux, apparaissent plusieurs discussions présentes dans la communauté portant parfois sur des approches méthodologiques.

V. UN RESEAU COORDONNÉ AUTOUR D'UN OBJET : LE CAS NANOALPHA

Dans ce cas, nous allons étudier une situation inter-organisationnelle dans laquelle la construction d'un objet configure les relations entre les acteurs impliqués. Ce terrain permet d'identifier les échanges pratiques et la gestion des connaissances entre organisations a priori convergentes puisque le but est de construire un dispositif, ainsi que des stratégies de communication de la science. Nous avons trouvé un scénario, comme nous l'avons vu dans le chapitre 3, étudié dans la littérature de gestion inter-organisationnelle des connaissances : différentes disciplines, organisations ou groupes collaborant au développement d'une conception ou d'une innovation (Carlile, 2004 ; Nicolini, Mengis et Swan, 2012). Ce cas met en évidence plusieurs aspects de la question de la gestion des connaissances dans les « zones franches ». La dimension temporelle est évidente dans la capitalisation de l'apprentissage collectif sur la construction d'arrangements interorganisationnels (proto-institutions) et des formes de coordination et de collaboration, même lorsqu'il y a divergence temporelle des objectifs. La dimension du travail entre disciplines sera également présente et nous allons montrer comment les pratiques sont dérivées dans une médiation sociomaterielle qui change au fil du temps. Ce cas nous permettra également d'illustrer comment sont traitées les contradictions et les tensions entre intérêts (diffusion de la science vs propriété intellectuelle).

L'étude de cas de NanoAlpha correspond à un type de réseau de recherche (Cricelli et Grimaldi, 2010), projet coordonné (Wagner, 2008), de type industriel (Vinck, 1999). Le réseau est articulé autour de la génération d'un produit, qui prend des formes différentes selon le stade de développement.

NanoAlpha a eu lieu dans la période 2006-2010 et a été financé au titre du sixième programme-cadre de la Commission Européenne, comme projet de type "*Specific Targeted Research Project - STREP*". Il porte sur la réalisation de deux objectifs principaux. Le premier a été la mise au point d'un nanomatériau hybride de métal-nanotube de carbone, en contrôlant les défauts de

structure et chimiques dans une décharge de plasma, pour utilisation dans un capteur de gaz benzène. Le deuxième a été la création de stratégies de communication pour diffuser l'avancement du projet de la science au public.

Le projet a été organisé en sept lots de travaux¹²⁷ :

- WP1 : Design de l'interface.
- WP2 : Caractérisation des échantillons.
- WP3 : Modélisation.
- WP4 : Fabrication du capteur de gaz.
- WP5 : Validation industrielle.
- WP6 : Vulgarisation de la science.
- WP7 : Direction et gestion.

Le projet s'était doté de quatre comités (Intégration et visibilité, Santé et sécurité, Gestion technique et Propriété intellectuelle) et d'un Conseil général. Le Comité d'Intégration et visibilité était en charge de la coordination et de la communication entre les partenaires du consortium et de la promotion et diffusion des résultats du projet au public. Ce comité a organisé des séminaires et des ateliers. Il a également pour fonction de créer et de maintenir le site du consortium. Le comité Santé et sécurité était en charge de l'activité de collecte et de traitement de l'information sur les risques et la sécurité dans les nanomatériaux et d'informer les scientifiques de NanoAlpha sur les meilleures pratiques pour l'utilisation sécuritaire des nanotubes de carbone dans leurs laboratoires. Le rôle du Comité de gestion technique était d'assurer le suivi des résultats scientifiques. Le Comité de la propriété intellectuelle a abordé la question de la protection des résultats du projet. Le Conseil général était responsable de l'administration du projet et inclus la participation du coordonnateur, les membres du Comité de gestion technique et les délégués des autres comités. La gestion a été soutenue par un secrétaire scientifique appartenant au laboratoire de coordination.

¹²⁷ Nous allons utiliser l'expression anglaise *Workpackage (WP)*

Nous identifions donc les points d'intégration entre les politiques de la science, de la technologie et de l'innovation et de la gestion inter-organisationnelle des connaissances associée à des pratiques collaboratives. Ainsi, NanoAlpha est né dans le cadre d'un programme précédent, un réseau d'excellence. Pour analyser les effets de second ordre des collaborations, il convient donc de prendre en compte les points d'ancrage antérieurs venant notamment d'initiative politique structurantes. Les pratiques observables dans un espace d'échange sont capitalisées dans d'autres initiatives. Il est alors utile de comprendre l'origine d'un réseau de coopération scientifique comme NanoAlpha, ses antécédents des collaborations. NanoAlpha est porté par des relations générées dans un contexte antérieur, auxquelles de nouvelles collaborations ont été associées, apportant des caractéristiques nouvelles (présence d'un industriel et d'un expert en communication). Cela montre clairement les limites des évaluations de type «boîte noire» (entrées et sorties de ressources de publications et / ou brevets), dans des contextes de collaboration impulsés par les politiques, car elles ne tiennent pas compte des points d'ancrage issus des apprentissages collectifs portant sur la façon de collaborer.

L'étude du cas de NanoAlpha apporte à la gestion inter-organisationnelle des connaissances le fait que les pratiques de collaboration peuvent produire des organisations à peine visibles, mais qui sont des connexions capitalisées pour l'avenir. Cette contribution invite à regarder les effets des politiques au-delà de l'approche de la boîte noire. À ce sujet, José Luis Villaveces et ses coauteurs (2005) mettent en évidence la différence entre un produit tangible ou le résultat de l'activité scientifique (par exemple de l'article) et un effet ou « l'existence d'un changement, une transformation qualitative ou structurelle dans la société ou dans un grand groupe social » (p. 127). Ces auteurs notent que l'évaluation des politiques doit être en mesure de tenir compte de ces effets. En ce sens, les protoinstitutions ou les organisations formées à partir des pratiques sont un effet à évaluer de la politique scientifique. La connaissance produite sur la façon de travailler et dans quelles circonstances, et sur les formes d'échange produit par chaque type d'initiative favorise ou ralentit la mise en place de nouvelles collaborations. Le cas des NST nous a permis d'observer cette dynamique promue par les instruments de la politique. Ce phénomène peut aussi être étudié dans le cas d'autres relations inter-organisationnelles.

Une autre contribution issue de l'analyse de ce cas est l'identification des échelles de temps dans la collaboration. Dans les pratiques d'échange, les objectifs des partenaires (par exemple, apprendre que les calculs théoriques prennent du temps) sont progressivement synchronisés. Le processus d'ajustement des temporalités entre les participants structure la collaboration. Parfois, divers objets épistémiques (Knorr Cetina, 1997, 1999) coexistent tandis que les interactions peuvent avoir des objectifs divers ; les acteurs négocient et traduisent alors leurs objectifs entre individus et avec le collectif. La médiation matérielle est au cœur de cette articulation. Dans le cas de NanoAlpha, chaque option de "matériau de capteur" était portée par un réseau sociotechnique inclus ou non avec ses acteurs, par exemple, une option, difficile à traiter dans les calculs théoriques, qui était prometteuse d'applications, y compris la société.

L'organisation de l'accès aux instruments est une tâche collective. La planification des activités est étroitement liée à la possibilité d'expérimenter ou d'accéder aux services de caractérisation. Cet espace de possibilités (par exemple, aux nouvelles choses qu'on peut faire avec l'équipement) et de besoins (matériel nécessaire pour évaluer une propriété de la matière) peut faire l'objet d'une cartographie sociotechnique des pratiques d'échanges qui se produisent.

La circulation des objets s'est révélée être une entrée pour analyser les pratiques d'échange et de l'organisation collective du travail. Nous identifions les processus de complémentarité en termes de capacités, validation des résultats, problèmes de traduction d'un domaine à l'autre, ou de division du travail. Dans les « zones franches » (Marcovich et Shinn, 2011) de la collaboration, ces traductions sont des médiateurs des connaissances produites collectivement. Les dynamiques de traduction d'objets épistémiques ne sont pas nécessairement convergentes. Les résultats parfois remettent en question le point de vue « d'un objectif unifié ».

Nous avons également pu faire la différence entre les objets épistémiques locaux et ceux qui sont structurants des collaborations. Dans le cas de NanoAlpha, le « choix du matériau pour le capteur » joue un rôle de coordination entre les participants et médiatise des traductions entre objets épistémiques particuliers. Suivre la façon dont les négociations et les actions autour de ces objets centraux évolue, permet de révéler des pratiques collaboratives. L'équipement (Vinck, 2011), ensemble des activités pour préparer les objets à faire partie des espaces

d'interaction, est un travail que les collaborateurs apprennent au cours de leurs interactions. De la connaissance collective est produite à partir du travail d'équipement des objets.

Le cas de NanoAlpha apporte aussi une contribution à la gestion inter-organisationnelle des connaissances à propos de la façon dont les tensions et les divergences entre pratiques sont résolues (tension entre divulgation et protection de l'information, liée aux pratiques de communication de la science et de la propriété intellectuelle ; tension entre la publication d'articles scientifiques et de brevets). La gestion de ces tensions entre pratiques passe par des médiateurs (des comités qui filtrent ce qui peut ou pas être divulguée), mais aussi en essayant de synchroniser les pratiques (dépôt des brevets dès que possible afin de ne pas retarder la publication). Les décisions collectives tenaient aussi au fait qu'ils se sont rendu compte que le brevet pourraient avoir des implications différentes pour chaque partenaire ; ils ont alors pu remettre en cause la contribution de chacun des partenaires ce qui a facilité la construction d'un portefeuille de valorisation des résultats en distinguant : résultats publiables et non brevetables ; non brevetables et publiables, mais « sans mentionner un point spécifique » ; résultats à publier sur un journal vidéo, mais sous contrôle. Ainsi, par les interactions et apprentissages entre partenaires, les pratiques sont harmonisées.

D'autres pratiques ont un effet de coordination imprévu au début du projet. Ainsi, la communication scientifique consistant à "faire des vidéos" est devenue une activité à multiples médiations de connaissances entre les partenaires. Les tâches requises pour entrer en contact, partager les points forts de chacun et coordiner les questions ont généré un apprentissage des participants, mais aussi pour les partenaires de la Commission européenne.

Enfin, nous proposons un point de vue différent de la proximité. La littérature invite à reconnaître différents types de proximité : géographique, cognitive, social, technologique, etc. (Autant-Bernard et al. 2007 ; Balas et Palpacuer, 2008 ; Knob en et Oerlemans, 2006, 2011 ; Messeni Petruzzelli, Albino et Carbonara, 2009). A partir des résultats de notre étude, nous voyons que la proximité est construite et médiée ; elle n'est pas seulement une distance entre partenaires. Elle dépend de la médiation, par exemple, d'un laboratoire qui facilite les échanges entre entreprises et chercheurs.

VI. CONVERGENCE ET DE DIVERGENCE DANS LES COLLABORATIONS INTER- ORGANISATIONNELLE : LE CAS DU CENM EN COLOMBIE

Nous avons étudié le cas d'un réseau créé à partir d'une politique de promotion de réseaux de groupes de recherche universitaires en Colombie. À cet égard, nous avons exploré la relation entre la politique scientifique et les pratiques de gestion des connaissances. En 2004, Colciencias lance le programme de Centres de Recherche d'Excellence (CRE)¹²⁸ par appels d'offres publics¹²⁹, avec les objectifs suivants :

Soutenir la création de centres de recherche d'excellence qui articulent le travail de groupes de recherche dans les domaines de connaissance où la Colombie a atteint un niveau élevé de développement, avec un nombre important de chercheurs dont la productivité est prouvée, pour apporter une contribution significative aux problèmes pertinents du développement. Leur constitution sera basée sur les groupes les mieux établis, ayant la reconnaissance de la communauté scientifique internationale, travaillant

¹²⁸ Dans cet appel, Colciencias définit un CRE comme: « *Un réseau national de groupes de recherche au plus haut niveau, articulé autour d'un programme commun de travail dans des domaines scientifiques et technologiques considérés comme stratégiques pour le pays. Chacun des groupes qui fait partie d'un Centre d'excellence doit, en plus d'être reconnu ou entré dans un processus de reconnaissance en 2004, développer la recherche exploratoire en contact constant avec des entités homologues internationales, soutenir la formation des ressources humaines au niveau de master et doctorat, transférer les connaissances générées dans le secteur productif, présenter les résultats de leurs travaux dans des revues internationales indexées et être engagé dans le processus de protection de la propriété intellectuelle et des brevets* » (Colciencias, 2004, p.1). Colciencias lance régulièrement des appels à la reconnaissance des groupes de recherche dans le pays, sur la base des informations enregistrées par les chercheurs sur la plate-forme « ScienTi-Colombia »

¹²⁹ Le soutien financier envisagé à chaque réseau s'élève à un montant total de 1,7 millions de dollars US pour cinq ans, sous réserve de disponibilité budgétaire et d'une évaluation de la conformité avec les objectifs et les buts à la fin de la deuxième année (Colciencias, 2004). En Août 2010, lors d'une réunion avec les représentants des CRE, le directeur de Colciencias, a annoncé que le soutien à ces réseaux continue « *mais aussi attiré l'attention sur la nécessité de définir le temps nécessaire pour ces centres d'être autonomes* » (Colciencias, 2010, p. 1).

sur des domaines connexes et prêts à la recherche conjointe. Il vise à créer une synergie entre groupes, qui autrement travailleraient sur des questions similaires dans l'isolement. Il est également prévu que ces centres contribuent à la formation, au niveau des études supérieures, en particulier doctorants et jeunes chercheurs (Colciencias, 2004 : 2).

En vertu de ce programme, dans la période 2004-2009, huit centres d'excellence ont été créés, correspondant aux thèmes stratégiques définis précédemment. Dans ce chapitre, nous présentons la dynamique générée entre les membres d'un de ces centres de recherche d'excellence : le Centre d'excellence pour les matériaux nouveaux (CENM), sélectionné dans le thème stratégique de « matériaux avancés et nanotechnologie ».

Le CENM a été créé en 2005¹³⁰, comprenant 19 groupes de recherche de 10 universités du pays. Son travail a été organisé autour de quatre thèmes de recherche interdisciplinaire. Chaque thème correspond à des problèmes et des objectifs, énoncés dans le projet de création. Les équipes de recherche membres du CENM et leur institution sont présentées dans l'annexe A1.

Le réseau CENM a été soutenu par l'Institut technologique ASTIN-SENA du Valle del Cauca¹³¹ et par plusieurs centres de recherche internationaux : *The Nanotechnology Center* (Université de Northwestern), *Thin Film and Nanoscience Group Department of Civil and Environmental Engineering*, (Université de California - San Diego), *Department Civil and Environmental Engineering* (Université de Michigan) et le *Centro Internacional para la Investigación Interdisciplinaria en Materiales*, (CIMAT, Chili).

Comment se sont construites les interactions entre les groupes de recherche appartenant au CENM ? Quelles ont été les dynamiques d'échanges entre les acteurs au cours de l'évolution de ce réseau ? Ce chapitre vise à montrer les différentes formes d'articulation entre les participants du CENM. Nous adoptons l'approche proposée par la théorie de l'acteur-réseau ; « *nous commençons nos pérégrinations par les traces que laissent derrière elles les innombrables*

¹³⁰ Le Centre a été créé sous la forme d'« Union Temporaire » signée par les présidents des universités partenaires, approuvant la participation de groupes de recherche. Selon ce format, les participants acceptent d'être solidairement responsables autour des engagements convenus avec Colciencias (CENM, 2004a).

¹³¹ Le Valle del Cauca est un département de la Colombie dont Cali est la capitale. La Direction du CENM était à Cali.

controverses où se trouvent engagés les acteurs eux-mêmes » (Latour, 2006, p.44), les processus contradictoires de formation ou de démantèlement de groupes.

Ce chapitre se penche sur la gestion inter-organisationnelle des connaissances dans un réseau de collaboration, à la lumière des phénomènes de convergence et de divergence. Cela nous donne plusieurs éléments à étudier de la dynamique des échanges dans les domaines de collaboration dans lequel ces phénomènes sont présents.

Tout d'abord, notons qu'à côté des mécanismes d'articulation formelle établis par les acteurs, peuvent coexister diverses formes de collaboration qui se transforment au fil du temps. Pour certains acteurs, le réseau prend la forme d'un forum d'échange, pour d'autres d'une infrastructure sociotechnique ou d'un projet industriel (Vinck, 1999). Certaines de ces formes de collaboration sont interdépendantes lorsque, par exemple, dans les travaux des étudiants, des activités d'échange sont articulées à des projets pour les entreprises. En fonction de leurs attentes, les acteurs développent des stratégies pour renforcer leur connexion au réseau ou pour s'en distancier. La littérature en gestion des connaissances a beaucoup discuté des mécanismes favorisant l'intégration entre les acteurs associés à une collaboration, mais peu ont exploré les stratégies de désengagement d'une initiative, au-delà d'une adhésion formelle. Dans ce chapitre, nous prenons le principe de symétrie de l'approche acteur-réseau, à partir de laquelle nous cherchons à analyser de façon similaire les convergences et les divergences. Cela nous permet de traiter des modalités de désintégration qui peuvent être présents dans la gestion inter-organisationnelle des connaissances. Nous voyons que les acteurs gèrent leurs relations pour partager les connaissances, mais aussi de ne pas partager. La convergence initiale qui peut se produire lorsque plusieurs acteurs établissent un mécanisme de partenariat, n'est pas garantie, ce que nous observons effectivement dans le CENM. La convergence se développe lorsque chacun des acteurs traduit ses intérêts en fonction de ce qu'il peut trouver dans l'initiative du projet, mais toutes ses attentes ne sont pas satisfaites. Pour les groupes qui n'ont pas trouvé de quoi satisfaire leurs attentes, la gestion des connaissances revient en pratique à se dissocier du réseau, même au sein de la structure formelle. L'intégration est hétérogène et variable. La notion de «matériaux avancés et en nanotechnologie" a constitué un point de

convergence initiale, mais pour certains acteurs elle est devenue un élément de différenciation (par exemple, lorsqu'un chercheur dit « ma recherche n'a rien à voir avec des matériaux et des nanotechnologies »).

Un autre aspect important de cette collaboration inter-organisationnelle est l'émergence de médiateurs. Les projets sont parfois conçus avec la participation d'acteurs qui pourraient avoir a priori un rôle de médiateur. Toutefois, l'évolution du réseau montre une dynamique différente et les médiations passent parfois par des acteurs non prévus à cet effet. Ainsi, dans les faits au sein du réseau CENM, les médiations se sont largement organisées autour du travail des étudiants de dernière année, non seulement pour les échanges scientifiques mais aussi pour les collaborations avec l'industrie. Leur travail constitue des espaces, des « zones franches », où les acteurs parviennent à traduire un intérêt industriel en un projet présentant de l'intérêt académique. Pour les groupes participants, la création de connaissances se produit dans la « zone franche » de la collaboration. La capitalisation de ces connaissances dépend alors de la construction de programmes d'échanges à long terme.

Dans le cas du CENM, la médiation est également produite grâce à la construction de collectifs sociotechniques "fiables". Cette construction évolue en fonction des résultats des échanges au sein du réseau ou avant sa création. Ces médiations sociotechniques efficaces de connaissances collectives tiennent en partie d'une connaissance tacite qui naît des interactions entre les groupes et des agencements sociotechniques qu'ils produisent. En ce sens, une infrastructure invisible (Star et Griesemer, 1989 ; Star, 2010) est générée à partir de la médiation matérielle des pratiques de collaboration ; elle est liée à des processus de construction des connaissances pouvant être capitalisés dans les échanges futurs.

Pour certains acteurs impliqués dans un réseau de collaboration, les échanges peuvent être générés de manière sélective, en ne reconnaissant que certains nœuds avec lesquels ils ont l'occasion de développer des activités. Ainsi, nous identifions des zones distinctes de création de connaissances au sein du réseau, lequel est hétérogène. Dans le CENM, des zones sont fortement liées à l'industrie, à partir de collaborations précédentes sur deux thèmes de recherche interdisciplinaire, et délimitées géographiquement. Pour ces cas, les sous-réseaux

sont ancrés sur le territoire (Balas et Palpacuer, 2008). Dans d'autres cas, les ressources du CENM permettent d'étendre le réseau vers des collaborations avec des partenaires internationaux et d'avoir accès à des installations qui ne sont pas disponibles dans le pays.

De plus, nous observons que, derrière les mécanismes de collaboration, en plus de diverses formes d'organisation, coexistent des logiques diverses. Dans le cas du CENM, la logique des centres de recherche de l'excellence repose sur une vision de l'infrastructure partagée, afin d'éviter la duplication des efforts. Or, la logique des groupes de recherche peut être différente et l'accès à des installations peut diverger vis-à-vis de ces critères d'économie d'échelle.

Les connaissances générées dans les interactions dépendent du type de relation. Dans le réseau du CENM, elles vont des relations de type de service aux interactions impliquant une mobilité de personnel avec transfert de connaissances tacites. Le CENM devient un mécanisme pour générer une co-localisation temporaire.

La divergence tient aussi aux relations inter-organisationnelles liées à la gestion des ressources financières ou de l'identification à un thème de recherche interdisciplinaire, qui devient parfois un élément de désarticulation. Cela conduit à évaluer la dynamique de collaboration et la manière dont sont remises en question les motivations initiales des acteurs.

La question des temporalités dans les relations inter-organisationnelles est aussi un point de convergence et de divergence. Pour comprendre la dynamique de collaborations, il faut analyser les chemins parcourus par les acteurs. Dans le cas du CENM, issu de projets antérieurs, le réseau devient à son tour devient porte-parole des acteurs précédemment associés en vue de nouveaux scénarios de collaboration. Le CENM représente des participants s'étant déjà articulés de manière adéquate au sein du réseau et qui ont l'intention de poursuivre les échanges. En ce sens, nos résultats sont cohérents avec l'approche de Lawrence, Hardy et Phillips (2002) sur les effets des collaborations qui vont au-delà des acteurs et des objectifs des participants et qui prennent la forme de proto-institutions. Dans les expériences précédentes, puis au sein du réseau CENM, s'est développé un apprentissage à travailler ensemble dans le domaine des matériaux ; cet apprentissage est capitalisé pour donner naissance à d'autres projets.

Un autre aspect de la dimension temporelle tient à la façon dont les différents horizons temporels propres aux objectifs des participants coexistent et s'articulent. Chaque acteur peut effectivement traduire ses intérêts dans des termes tels qu'il trouve sa place dans le réseau, ce qui est manifeste dans les exercices de prospective comme cela ils ont été pratiqués dans le CENM.

L'endogénéisation des discours est un autre aspect important des les scénarios analysés, d'autant plus qu'ils font partie d'une politique scientifique et technologique nationale. Nous pouvons observer un endogénéisation de discours portant sur le projet de création du CENM, afin de créer une identité collective, laquelle est mise à l'épreuve lorsque des questions telles que la viabilité économique du réseau sont discutées. Cela conduit à examiner la nature des résultats attendus de certains sous-projets, au-delà des discours soutenus par les politiques.

Ainsi, nous avons identifié une interdépendance entre des formes d'organisations formelles mais transitoires (Maaninen-Olsson, Wismen, et Carlsson, 2008), la constitution d'infrastructures invisibles (Star et Griesemer, 1989) et des formes d'organisations plus durables, parfois tacites et peu visibles. Cette interdépendance assure un équilibre entre la création de connaissances partagées et la capitalisation individuelle, comme on l'observe dans les collaborations qui se produisent dans des contextes d'enseignement et de relations avec l'industrie. Alors que nous analysons ces deux dimensions séparément (formation des étudiants vs collaboration avec l'industrie), nous découvrons qu'elles sont liées ; toutes deux sont revigorées par le travail des étudiants de dernière année qui sont transformés en médiateurs de la connaissance entre l'université et l'industrie.

Alors que dans le CENM, les relations avec l'industrie sont ancrées dans le territoire, nous voyons que des espaces de collaboration transcendent les zones géographiques et ne peuvent être expliqués par la proximité spatiale. Des sites de création de connaissances peuvent alors constituer une « zone franche » de la collaboration entre les organisations au-delà des proximités physiques.

Pour les participants à des réseaux comme celui du CENM, les processus de création de connaissances sont générés dans différents espaces, articulés et désarticulés avec le réseau. Ces « zones d'interaction » sont celles qui permettent la création de connaissances originales, provenant de l'interdépendance des mécanismes.

Les formes d'intégration des projets au sein du réseau sont liées à la façon dont les participants ont évalué l'utilité respective des différents membres. Les groupes théoriques considèrent que les groupes expérimentaux sont avantagés compte tenu de l'investissement dans les infrastructures. Toutefois, cet avantage dépend également des mécanismes d'accès à ces ressources, ce qui ne se limite pas seulement à établir un protocole d'utilisation mais dépend de la construction des collectifs sociotechniques fiables.

Par ailleurs, outre l'organisation induite "top down" par la politique, la dynamique du CENM révèle aussi une dynamique de réorganisation bottom-up. La politique entend promouvoir la collaboration, mais celle-ci dépend des groupes de recherche. Elle n'est dès lors ni homogène ni uniforme. L'hétérogénéité permet l'émergence de différents lieux de création de connaissances.

Les formes d'organisation construites par les acteurs performant leurs collaborations et leurs pratiques. C'est notamment le cas de la dimension centre vs périphérie, notamment en termes d'accès aux ressources. Dans le cas du CENM, pour les groupes identifiés comme centraux, le réseau s'étend à des partenaires internationaux avec lesquels des échanges impliquent un transfert de connaissances tacites. Tel n'est pas le cas pour d'autres membres du réseau. Des divergences existent dans les échanges entre les participants.

Les situations étudiées montrent que la question de savoir où les connaissances sont produites n'a pas une réponse simple et évidente. En se concentrant sur les collaborations, aux intersections, et sur les frontières des organisations, nous pouvons observer la nature des interactions. La gestion inter-organisationnelle des connaissances prend la forme d'une gestion des domaines de l'interaction.

VII. GENERATION DES CONNAISSANCES DANS LES « ZONES FRANCHES » : LE CAS D'UN LABORATOIRE DE MATERIAUX DE MINATEC

Le troisième cas analysé dans cette thèse permet d'examiner les processus qui se développent entre groupes de recherche, en particulier dans le domaine des sciences des matériaux. Le cas étudié concerne un laboratoire impliqué dans une grande dynamique collective associant un ensemble d'institutions de recherche constituant un pôle de micro et nanotechnologies de 4000 personnes, dont 1000 étudiants, à Grenoble (France). Dans ce cas, les relations inter-organisationnelles se développent dans le cadre de dynamiques collectives liées à la construction d'un pôle en micro et nanotechnologies.

En ce qui concerne notre centrale de recherche sur les pratiques de gestion inter-organisationnelle de la connaissance, cette étude de cas apporte des éclairages sur plusieurs points. À propos des formes d'articulation du laboratoire étudié avec d'autres centres, les modalités apparaissent multiples ; dans ses relations avec des centres type industriel, il veille à conserver son identité et sa vocation universitaire comme entité d'exploration. Il développe des stratégies pour continuer à travailler sur ses lignes d'intérêt tandis que la connaissance des modalités et des sources de financement lui a permis de se constituer un portefeuille d'activités dont certaines jouent un rôle central dans les relations avec l'industrie. La proximité entre les partenaires sont construites en termes d'objectifs, parfois divergents, mais passent par des formes temporaires d'articulation dans les zones frontalières.

Une autre contribution de cette étude de cas à la compréhension des dynamiques inter-organisationnelles de gestion des connaissances concerne la façon dont les acteurs établissent des liens aux autres dans des horizons temporels variés et via une médiation matérielle. Étant situé dans un pôle de micro et nanotechnologies, le laboratoire génère à la fois une

différenciation et une connexion au domaine des nanotechnologies. Leurs pratiques et l'influence qu'ils ont sur les relations inter-organisationnelles concernant notamment les modes d'utilisation de l'équipement, le coût de l'administration, la division du travail, de l'entretien, qui peuvent entraîner des incompatibilités entre les entités impliquées dans la collaboration. La frontière entre organisation peut ainsi être un espace multi-niveaux passant, par exemple, par les relations entre techniciens, chercheurs, dont les doctorants, ou laboratoires.

Quant à la relation entre les pratiques inter-organisationnelles d'échanges et les politiques scientifiques, nous voyons dans ce cas, comme dans le CENM, certaines divergences. Les acteurs se sont appropriés le discours de l'intégration et de la convergence et mettent en évidence le fait de faire partie de quelque chose qui est très visible à l'échelle internationale. En ce sens Minatec fonctionne comme un porte-parole et assure une visibilité à d'autres acteurs. Mais cette intégration au réseau dont Minatec est le porte-parole est difficile au niveau des pratiques de partage. Pour le laboratoire étudié, la politique de pôle implique un déménagement pour se rapprocher du centre de technologie, afin d'assurer une meilleure proximité géographique avec des partenaires industriels et une intégration. Après le déménagement, le laboratoire se trouve physiquement proche de la plateforme technologique, mais ses membres doivent disposer d'autorisations pour y accéder. L'accès aux plateformes technologiques n'est pas libre. Cela crée des contradictions vis-à-vis du discours politique de proximité et des avantages de la mutualisation. Du coup, ils perçoivent leurs collaborations avec des acteurs physiquement distants plus faciles qu'avec leurs nouveaux voisins à vocation industrielle. En ce sens, la proximité sociale est influencée par une asymétrie dans l'accès aux instruments. La contradiction dans l'accès aux infrastructures complique les relations inter-organisationnelles. Alors que le laboratoire a une culture de l'accès ouvert, le centre technologique restreint l'utilisation à cause de ses proximités industrielles.

Les échanges dans les zones frontalières génèrent des rôles de médiation tels que ceux assumés par les doctorants CIFRE¹³² ou les directeurs impliqués simultanément en entreprise et dans le laboratoire. Ces médiateurs facilitent la capitalisation des connaissances dans les différents domaines. Toutefois, les acteurs, en particulier les doctorants CIFRE, sont parfois confrontés à la tension entre brevet et publication scientifique, tension que le laboratoire tente de réduire.

Les rôles de médiateur de la connaissance passent aussi par les autres doctorants du laboratoire qui génèrent des médiations avec d'autres laboratoires ou entre groupes au sein du laboratoire. Ces médiations sont sociotechniques ; les relations tiennent à certains objets en mouvement comme les cahiers de laboratoire qui équipent les doctorants et supportent leurs interactions à d'autres. Ce travail d'équipement en fait des agents médiateurs de la connaissance.

D'autres médiateurs sociotechniques sont les techniques de caractérisation des matériaux. Elles contextualisent la connaissance générée dans différents domaines. Les compétences requises pour évaluer un matériau peuvent contribuer à la caractérisation d'un autre.

Enfin, nous constatons que la vocation universitaire du laboratoire en sciences des matériaux est confrontée, dans l'environnement MINATEC, à la tension entre l'exploration et l'exploitation des connaissances. Cette tension, gravitant notamment autour des questions de propriété intellectuelle, est gérée grâce à un portefeuille de projets qui donne plus ou moins de présence à l'industrie ou à d'autres collaborations et sources de financement. L'accès à ces sources hétérogènes est structurante des collaborations. C'est là où s'articulent les acteurs de la recherche aux politiques et que se jouent les marges de manœuvre des laboratoires pour coordonner leurs efforts de court et long terme.

¹³² Conventions Industrielles de Formation par la Recherche

VIII. CONCLUSION DE LA THÈSE

Dans cette thèse, nous avons décidé d'enquêter à partir de la question : Comment sont les processus de gestion des connaissances dans les milieux inter-organisationnels ? Quelles sont les pratiques associées à ces échanges ? Les études de cas et les discussions que nous avons exposés montrent différents aspects qui contribuent à répondre à ces questions. Dans cette section conclusive, nous présentons les contributions théoriques, méthodologiques et de gestion ainsi que les limites et les futures perspectives de recherche.

VIII. 1. Contributions théoriques

Les apports théoriques de la thèse portent sur : 1) La relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et les politiques favorisant les arrangements inter-institutionnels ; 2) la proximité comme un espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les zones frontalières (zones franches) ; 3) La temporalité et les points de d'ancrage des relations inter-organisationnelles ; 4) Les objets et les acteurs médiateurs de connaissances dans les collectifs sociotechniques.

i. Relation entre les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances et les politiques favorisant les arrangements inter-institutionnels

Une contribution de cette thèse est d'identifier les processus par lesquels les pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances sont liés à des politiques scientifiques qui favorisent des arrangements inter-institutionnels. L'étude de terrain dans le domaine des nanosciences et nanotechnologies a permis d'examiner ces relations, car les cas analysés sont liés à des politiques tenant un discours de convergence. Rip et Nederhof (1986) montrent la co-construction entre la politique et les stratégies des acteurs impliqués. À ce sujet, Bozanic, Dirsmith et Huddart (2012) illustrent un processus d'endogénéisation, où les acteurs réglementés influencent la réglementation. Notre étude permet de mieux comprendre ce

phénomène du point de vue de la gestion des connaissances. Nous proposons que le processus d'endogénéisation qui introduit des éléments de la politique, y compris la mise en place de médiateurs, passe par la sélection de ce qui se passe et les traduit pour les coordonner avec les choses existantes, et par la reconstruction interne de ce qui a été ajouté. Les formes de collaboration impulsées par la politique sont des formes d'action pré-définies, qui ne coïncident pas toujours avec la logique des pratiques d'échange inter-organisationnel. Nous avons constaté que la convergence peut être favorisée via l'endogénéisation lorsque la logique de la politique est conforme aux pratiques ou défavorisée lorsque d'autres arrangements inter-organisationnels liés aux pratiques de travail sont générés. Nous soutenons que l'étude des pratiques permet d'évaluer la dimension performative des arrangements qui favorisent la collaboration et d'observer les organisations émergentes au-delà de la structure formelle de l'initiative politique. De plus, autour de la mise en œuvre de la politique peuvent coexister différents schémas de collaboration qui changent au fil du temps et des pratiques différentes pour chaque acteur. Cela nous amène à repenser l'évaluation de la politique à partir des pratiques générées, différentes selon les acteurs impliqués. Les acteurs génèrent des stratégies différentes, au-delà des mécanismes formels établis par la politique.

Ces contributions permettent de mieux comprendre l'articulation des pratiques et des politiques de gestion inter-organisationnelle de la connaissance qui favorisent un point peu exploré dans la littérature en gestion des connaissances, à savoir les arrangements interinstitutionnels. Nous présentons plusieurs contributions à la discussion : le processus d'endogénéisation par la convergence ou la différenciation (divergence) ; l'identification des modalités d'organisation des pratiques autour de la structure formelle de collaboration impulsée par la politique. Ce pont entre les deux domaines peut apporter de nouveaux éléments dans la façon d'évaluer les résultats des politiques et permet également d'enrichir les pratiques des acteurs.

ii. Proximité comme un espace de convergence et de divergence dans la gestion des connaissances dans les « zones franches »

La littérature montre différentes dimensions de la proximité (géographique, organisationnelle, technologique, etc.) opérant dans les relations inter-organisationnelles ; les dimensions non-spaciales ont une importance croissante (Autant-Bernard et al. 2007 ; Balas et Palpacuer, 2008 ; Kang et Kang, 2010 ; Knoblen et Oerlemans, 2006, 2011 ; Messeni Petruzzelli, Albino et Carbonara, 2009). Nos recherches apportent une vision dynamique de la proximité. Ainsi, les acteurs peuvent se rapprocher et s'éloigner en termes de pratiques de gestion des connaissances et des objets et médiateurs qui sont présents. La proximité, selon nous, ne peut être naturalisée en termes de conditions prédéfinies ou d'identités (par exemple, la discipline, le type d'organisation, la base de connaissances) lorsque dans les zones frontalières se reconstruisent les relations. Dans ces limites organisationnelles et en fonction des pratiques de gestion des connaissances, les acteurs peuvent par exemple construire un objet épistémique qui mènera à la convergence, ou générer une proximité à travers la traduction de leurs objets particuliers dans un contexte collectif. Les différentes dimensions de la proximité sont interdépendantes (Messeni Petruzzelli, Albino et Carbonara, 2007) et se re-définissent mutuellement.

Cette question de proximité nous conduit à considérer les infrastructures sociomateriales, parfois invisibles (Star et Griesemer, 1989). Les auteurs ont souvent étudié la proximité en se limitant aux réseaux sociaux et aux acteurs sans prendre en compte les conditions pratiques des interactions ni les objets qui se déplacent dans la pratique. Au contraire, avec une prise en compte des processus et des pratiques de gestion inter-organisationnelle des connaissances, nous soulignons cette dimension importante des échanges en termes de construction de la proximité dans la zone frontalière de la relation. Dans le domaine particulier des nanosciences et nanotechnologies, les discussions proposées dans la littérature sont souvent liées à des disciplines qui posent la question de savoir quand elles atteignent la convergence annoncée. Si l'on se penche sur les pratiques, ces questions perdent leur importance. Ce que nous voyons,

par exemple, lorsque nous identifions la diversité des pratiques des acteurs, y compris chez les théoriciens et évaluons la construction de proximités socio-matérielles.

Un autre point que nous apportons est le thème de la proximité quand la convergence n'est pas nécessairement le but. L'étude dynamique de proximité permet de tenir compte de ces contextes divergents.

Enfin, nous voyons l'intérêt dans la littérature de comprendre ce qui se passe dans les domaines de la collaboration et de caractériser les types d'acteurs pour établir une proximité entre eux. Cependant, ces questions ne sont pas liées dans la littérature. La connexion entre les dimensions de la proximité et la construction des frontières est une contribution de notre travail. En ce sens, nous soutenons que les médiations qui sont construites dans les zones de collaboration peuvent transformer les proximités entre acteurs et la gestion des connaissances dans ces zones ; cela dépend de la frontière entre les multiples dimensions de la proximité.

iii. Temporalité et points d'ancrage des relations inter-organisationnelles

S'appuyant sur la notion de protoinstitution de Lawrence, Hardy & Phillips (2002), le phénomène de l'apprentissage qui transcende la durée des partenariats, une autre contribution de notre travail est de montrer comment les expériences au sein des collaborations inter-organisationnelles deviennent un point d'ancrage pour de nouvelles collaborations. Nous soutenons que les échanges entre entités créent un savoir collectif, un apprentissage relationnel quant à la façon de collaborer et avec qui ; ces protoinstitutions sont des infrastructures invisibles qui tiennent aux pratiques de l'interaction. L'observation de ces points d'ancrage permet de rendre compte des reconfigurations organisationnelles qui se produisent dans des collaborations et des arrangements informels qui soutiennent l'articulation formelle. Les points d'ancrage sont des médiateurs spatio-temporels entre arrangements inter-organisationnels et constituent un site de production de connaissances.

Une autre contribution au regard de la temporalité dans la gestion inter-organisationnelle de la connaissance est de montrer comment s'articulent les différents horizons temporels, parfois divergents entre les partenaires. Nous avons vu que ce processus d'articulation tient à la traduction de certains objets épistémiques en d'autres objets, qui sont dans un espace commun au niveau de la zone frontalière de la collaboration (objet-frontière). En ce sens, nous soutenons que les objets-frontière sont le point d'articulation des temporalités.

Les horizons temporels des acteurs ont également liés à la gestion des connaissances et à la propriété intellectuelle. La coordination des différents types de protection des résultats et de leurs implications pour les partenaires peut être un point de convergence ou de divergence entre les participants de l'accord inter-organisationnel. Ceci est géré par la constitution de portefeuilles de projets distincts qui permettent de résoudre la tension entre divulgation et confidentialité.

Cette dimension de la temporalité permet également de repenser la façon dont nous voyons les résultats des politiques de promotion de la science, de la technologie et de l'innovation qui favorisent la collaboration inter-organisationnelle, compte tenu des résultats du second ordre associés à l'apprentissage collectif généré par les interactions. Ceci permet d'ouvrir une alternative à la perspective «boîte noire» qui dominante dans l'évaluation des politiques.

iv. De objets et les acteurs médiateurs de connaissances à la médiation dans les collectifs sociotechniques

La littérature en gestion des connaissances et les études sociales de la science ont montré le rôle que peuvent prendre les médiateurs humains (Burt, 2004 ; Gould et Fernández, 1989 ; Hargadon et Sutton, 1997 ; Herrera, Jaime et Vinck, 2006 ; Messeni Petruzzelli, 2008) et non-humains (Callon, 1991 ; Knorr Cetina, 1997 ; Latour, 2008 ; Nicolini, Mengis et Swan, 2012 ; Star, 2010 ; Vinck, 1999, 2011) au sein des organisations ou entre elles. Bien que Callon (1991) suggère que les médiateurs sont hybrides, dans la pratique, cette dimension a été peu explorée. Notre travail contribue à regarder les médiations de collectives sociotechniques, et pas seulement des objets ou des acteurs particuliers. Ainsi, non seulement les objets sont équipés

collectivement dans le cadre de la collaboration, mais les médiateurs de la connaissance (acteurs) sont également équipés pour interagir et promouvoir la construction de connaissances entre domaines. Reconnaisant que les pratiques de gestion des connaissances sont matériellement articulées, nous proposons que les médiations de la connaissance sont également sociomatérielles. Quelques exemples de notre terrain soutiennent cet argument. Dans le cas du CENM, les « collectifs sociotechniques fiables » tiennent à des interactions construites et éprouvées telles que les conditions de leur félicité soient remplies (chercheurs fiables, équipements fiables, méthodes de mesure appropriées, opérateurs qualifiés, etc.). Cette «fiabilité» est dérivée d'un savoir tacite à partir des échanges et est médiée matériellement ; elle se comporte comme une infrastructure invisible recouverte par une organisation formelle visible. La médiation n'est pas seulement au chercheur ou à une équipe, mais à un arrangement sociotechnique. Dans les cas de NanoAlpha et du laboratoire de sciences des matériaux de Minatec, la médiation avec l'industrie ne dépend pas seulement des compétences du personnel, mais aussi de la compatibilité des équipements à l'environnement industriel. Encore une fois la médiation a un caractère sociotechnique.

VIII.2. Contributions méthodologiques

La démarche de l' « artisanat intellectuel » qu'avons adoptée nous a permis de construire un dialogue entre le terrain, la littérature et les questions méthodologiques. Nous avons trouvé un champ fertile d'enquête en adoptant le réseau social et les objets comme entrées pour poser des questions sur le terrain. Nous soutenons que cette combinaison de méthodes peut ouvrir différentes perspectives sur un phénomène. De cette approche, nous tirons plusieurs éléments. La construction progressive de la question de recherche, générant des points de connexion entre le champ et la littérature. En travaillant avec des questions intermédiaires, nous avons connecté le cadre des différentes études de cas les unes aux autres, mais aussi à d'autres terrains et de la littérature. En utilisant l'approche consistant à «suivre les acteurs», nous avons pu identifier les questions qui se posent à eux et les considérer comme faisant partie de

l'enquête. Cet artisanat comprend un dialogue permanent entre les différents domaines de recherche.

Nous vous proposons de nouvelles contributions à la façon dont on peut opérationnaliser les dimensions de l'ethnographie multi-site. « Suivre les discours » dans les textes officiels et les récits des acteurs a permis d'identifier le phénomène d'endogénéisation au sein du CENM et la dynamique des interactions dans NanoAlpha, à partir des documents des réunions.

Un autre apport méthodologique est la contextualisation des sources de bibliographique. Le croisement entre un examen systématique de la littérature et le suivi des réseaux sociotechniques de textes permet d'identifier les points pertinents pour essayer et aider à évaluer ce que les discussions dans la littérature et les communautés associées.

VIII.3. Implications : la pratique comme un espace de gestion

Notre recherche a plusieurs implications pour la gestion des connaissances. Nous avons identifié des approches pratiques qui s'écartent de la notion de gestion l'associant à un point de vue de la connaissance comme actif ou comme objet. D'après les résultats de la thèse, nous proposons que cette tension entre pratique et gestion découle d'une démarche dont le seul moyen de générer des actions de gestion des connaissances est une direction de haut en bas et totalement extérieurs aux acteurs impliqués. Nous proposons de prendre la pratique comme un espace de gestion, celle-ci comprise comme une forme de capitalisation collective de connaissances. En ce sens, nous proposons d'analyser la médiation des espaces de connaissances pour tenir compte des différentes échelles de temps des acteurs et non d'évaluer les initiatives en termes d'objectifs unifiés.

La gestion des connaissances génère des ressources pour les technologies de l'information et de la communication avec comme prémisses que l'existence de l'outil facilitera les processus de création de connaissances. Prenant la pratique comme un espace de gestion, nous pouvons

évaluer l'efficacité de la médiation de ces objets et identifier des médiateurs émergents qui peuvent être capitalisés.

La reconnaissance de la divergence dans les zones frontalières des échanges inter-organisationnels permet d'aborder symétriquement les processus : l'articulation et la désarticulation. Le niveau inter-organisationnel ne suppose pas l'existence de consensus ou de convergence. La non-appartenance est gérée par des pratiques spécifiques des acteurs.

Dans ce contexte, nous pouvons ajouter un élément pour enrichir les approches largement répandues telles que la spirale de la connaissance de Nonaka et Takeuchi (1995) et les marchés des connaissances de Davenport et Prusak (2000). L'approche de la connaissance comme pratique permet de mieux comprendre les médiations sociotechniques qui se produisent dans les zones frontalières de la collaboration et de considérer la partie matérielle de l'interaction. La connaissance peut être considérée comme un réseau sociotechnique, ce qui ouvre sur une nouvelle perspective aux processus exposés par ces auteurs.

Mettant l'accent sur les "zones de frontières" des échanges, nous avons montré que, pour les organisations impliquées dans des accords de collaboration, aucune pratique interne ne reste inchangée. Cela nous amène à dire que la gestion inter-organisationnelle des connaissances n'est pas simplement une extension du champ de l'organisation, mais que les deux dimensions sont interdépendantes ; il y a harmonisation et/ou tension entre les pratiques internes et externes. Dans la "zone frontalière", les partenaires convergent et divergent. Prendre la pratique comme un espace de gestion, nous permet de rendre compte de ces processus qui s'inscrivent entre les niveaux organisationnels et inter-organisationnels.

VIII.4. Limites et nouvelles perspectives de recherche

Dans cette thèse, nous avons travaillé la question de la gestion inter-organisationnelle des connaissances en explorant plusieurs perspectives sur les relations entre les accords inter-

institutionnels et politiques, la dimension dynamique de la proximité, la temporalité des échanges et les médiations de connaissances comme sociotechniques.

Nous suggérons que la compréhension du problème généralement considéré comme « la gestion dans les zones frontalières » peut également être liée à des domaines impliquant différents groupes au sein d'une organisation. C'est un point à explorer.

Plusieurs des études examinées dans cette recherche ont révélé que, dans les domaines de nanosciences et nanotechnologies, différentes formes d'interaction entre les disciplines sont présentes, mais sans la pleine convergence énoncée par le discours de politiques scientifiques. Une contribution de notre travail d'ouvrir une perspective dynamique sur la proximité comme espace de convergence et de divergence, et la prise en compte de la symétrie du phénomène de construction des distances entre les acteurs. Quel serait le rôle des disciplines dans cette connaissance inter-organisationnelle générée à partir de différents domaines ? Nos résultats ont montré que les disciplines dans les zones frontalières des interactions posent de nouveaux problèmes qui mènent à une spécialisation, mais les catégories disciplinaires générales ne sont pas suffisantes pour tenir compte des pratiques. Il est notamment nécessaire d'être plus précis dans l'analyse en reconnaissant les distinctions plus fines opérées par les acteurs. Un physicien, par exemple, peut être théoricien, expérimentateur ou hybride et se déplacer entre expériences et simulations. Les physiciens théoriciens qui travaillent sur la modélisation, se différencient selon leur démarche (par exemple, atomistique ou fonctionnaliste). Pour les expérimentateurs, nous allons à prendre en compte la diversité des pratiques, comme le laboratoire d'essai ou l'industrie. Les disciplines, dans ces zones frontalières de l'interaction, ont tendance à se décliner en sous-spécialités (par exemple, physicien théorique adoptant une approche atomistique). Ils soulèvent des questions relatives aux autres disciplines, mais reconstruisent leurs objets épistémiques. C'est aussi un travail au sein de chaque discipline qui peut générer des points de convergence dans ces domaines. Mais une telle convergence est moins une fusion des disciplines qu'un espace pour construire ensemble les problèmes. La connaissance inter-organisationnelle est générée entre chercheurs de différentes disciplines, allant des zones frontalières où des problèmes se posent, à la zone où se constituent leurs objets épistémiques

disciplinaires, grâce à des processus de traduction. Les disciplines sont revitalisées par les nouvelles enquêtes qui résultent des interactions avec d'autres chercheurs. Ces résultats ouvrent des pistes de recherche futures. Plusieurs études ont porté sur l'évolution des champs appelés «convergensts», mais peu de choses ont été approfondies dans la façon dont les disciplines sont transformées dans ces domaines. Cela tient au postulat d'une fusion ou d'une convergence totale vers laquelle les disciplines devraient se rendre, mais très peu de cas le démontrent. De nouvelles façons de comprendre ces phénomènes de rapprochement entre les champs peuvent se concentrer sur les disciplines et analyser ce processus de reconfiguration, spécialisation ou transformation générés à partir des interactions avec d'autres domaines. Les approches de Anne Marcovich et Terry Shinn (2011), sur l'élasticité des disciplines à se combiner avec d'autres autour de questions et de les renforcer des échanges sont possibles.

En plus, si les catégories de disciplines ne suffisent pas pour décrire les pratiques, quelles implications cela a-t-il sur les approches bibliométriques étudiant l'évolution du travail "entre" elles ? Dans des domaines tels que les nanosciences et nanotechnologies, les méthodes bibliométriques peuvent être aveugle à la dynamique de la construction des problèmes qui se produit dans les zones frontalières de collaboration, parce que les sources couramment utilisées sont de grandes catégories de disciplines. Les études qui prennent ces catégories, par exemple, sur les nanosciences et nanotechnologies se concentrent sur la physique, la chimie ou les sciences des matériaux. Mais ces distinctions sont très générales et il est nécessaire de préciser les collectifs sociotechniques qui permettent des échanges entre disciplines et pratiques. À cet égard, la recherche future peut bénéficier d'une combinaison de méthodes bibliométriques, d'études ethnographiques et d'études de cas afin de suivre les pratiques d'interaction entre disciplines, objets épistémiques construits et objets-frontières configurés.

Dans cette recherche, nous avons analysé les relations entre les pratiques et les politiques de gestion inter-organisationnelle de la connaissance favorisant la création d'arrangements interinstitutionnels. Nous avons constaté que l'évaluation de ces politiques peut être nourrie par des visions qui vont au-delà du point de vue de «boîte noire». En ce sens, le phénomène de l'émergence de protoinstitutions laisse encore de la place pour de futures études. Une

possibilité est d'étudier les protoinstitutions liées au programme de "centres d'excellence" en Colombie et d'analyser plusieurs centres soutenus par Colciencias. Ainsi, on peut identifier différents types de protoinstitutions associées à la performativité accomplie dans chacun de ces réseaux. Cela contribuerait voir les effets de second ordre de la politique scientifique et pourrait être une zone d'intérêt pour des entités comme l'*Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología* (Observatoire Colombien des Sciences et Technologies) et Colciencias, pour enrichir les indicateurs dans ces domaines. Cela permettrait d'ouvrir d'autres alternatives aux indicateurs traditionnels de la science, dans la lignée des études réalisées par José Luis Villaveces et ses co-auteurs (2005) pour la Colombie, Gabriela Dutrénit et ses co-auteurs (1996) et Rebeca de Gortari (2001) pour le Mexique.

Les résultats de notre étude montrent que dans les trois cas étudiés, les projets ont bénéficié de collaborations antérieures, qui constituent des points d'ancrage de la nouvelle proposition. Pour la Colombie, nous avons pu identifier des relations fortes dans le centre de recherche d'excellence CENM qui viennent d'échanges précédents développés dans le programme de coopération ECOS-NORD entre la Colombie et la France. Dans le domaine de l'étude des protoinstitutions et des effets de second ordre de la politique scientifique, pour s'éloigner de la perspective linéaire de l'étude d'impact on pourrait s'appuyer sur l'examen de la dynamique générée par les programmes tels qu'ECOS-NORD et leur relation avec les initiatives nationales. En s'appuyant sur des études développés par des auteurs comme Arellano, Arvanitis et Vinck (2012), Arvanitis et Vessuri (2001), Arvanitis et al. (1995), Kreimer (2006) et Losego et Arvanitis (2008) sur les collaborations Nord-Sud, on pourrait envisager de nouvelles enquêtes sur la relation politique-pratique et sur l'interdépendance des programmes de coopération.

Une des limites de notre travail est que l'étude de l'endogénéisation des politiques scientifiques et leur relation avec les pratiques de gestion des connaissances ne prend pas en compte le point de vue des institutions chargées de ces politiques. En s'appuyant sur des études comme Beerkens (2009), nous pouvons étudier comment la figure de «centre d'excellence» a été adoptée en Colombie. Avec une approche multi-site, nous pouvons étudier l'origine du

processus de développement des "centres d'excellence" et sa transformation en d'autres initiatives telles que les «réseaux de connaissances» promues par Colciencias.

Pour l'étude de cas européenne, les résultats de notre recherche montrent que les laboratoires de sciences des matériaux ont une marge de manœuvre dans des collaborations avec l'industrie. Pour ce faire, ils construisent des portefeuilles de projets en jouant sur les sources de financement. On peut alors se demander comment ces stratégies fonctionnent dans un environnement dans lequel les relations avec l'industrie sont faibles et les réseaux de politiques de promotion récemment introduits avec peu d'expérience de gestion par les parties prenantes. Le cas des centres d'excellence de la Colombie et des initiatives similaires en Amérique Latine, peut être un point de départ pour l'étude dans ces régions ayant une expérience dans les politiques de réseaux scientifiques et pour enquêter sur les proto-institutions générées.

L'un des apports de ce travail portant sur les zones frontalières de la collaboration concerne les processus de construction de la fiabilité des collectifs sociotechniques créant des conditions pour les interactions. Cette perspective peut nourrir des études sur les capacités scientifiques et technologiques nationales à travailler dans des domaines spécifiques. Du point de vue des acteurs qui conçoivent les politiques, la construction d'une infrastructure adéquate peut être l'une des lignes d'action. L'approche de Caroline Wagner (2008), que nous avons discuté précédemment, identifie deux stratégies pour la conception des politiques de la science, de la technologie et de l'innovation : investissements (*sinking*) et communication (*linking*). La première, lorsque la capacité nationale est nécessaire. La seconde, lorsque cette capacité peut être remplacé par la connexion à d'autres régions sans investissement local. Le phénomène de la construction de la fiabilité des collectifs sociotechniques défie ces approches. Sur la question du renforcement des capacités nationales en science et technologie, les acteurs qui conçoivent les politiques peuvent enrichir leurs approches pour commencer non seulement une cartographie des infrastructures disponibles dans une région ou un pays, mais en incluant la cartographie des relations qui permet d'y accéder, afin de faciliter les processus d'échange. Dans ce domaine, nous avons identifié un champ fertile d'enquête entre la formulation des politiques et les pratiques dont ils permettent le développement.

Une autre des limites de notre recherche est associée à l'approche adoptée : l'« artisanat intellectuel ». L'objet de l'enquête a été progressivement construit, par des allers-retours entre les méthodes, la littérature et le terrain. Par conséquent, la construction des études de cas met en évidence les spécificités de chacun, mettant moins l'accent sur des analyses transversales. Ainsi, alors que dans un cas, les notions de convergence et de divergence sont structurantes, dans l'autre c'est celle de proto-institution. Cette limitation ouvre de nouvelles possibilités d'enquête. L'étude de l'évolution des proto-institutions peut permettre de traiter de la question de la construction dynamique des différentes dimensions de la proximité entre les acteurs, avec leurs points de convergence et de divergence. Cela peut apporter des éléments nouveaux à la relation entre le permanent et le transitoire dans les zones frontalières de la collaboration.

Nous étudions le phénomène de configurations inter-organisationnelles dans contextes promus et / ou influencés par la politique scientifique ; il pourrait être intéressant d'approfondir l'étude des relations associées à l'interaction lorsque cette condition n'est pas présente. En ce sens, les temporalités se rapportent en grande partie à ces politiques. Il pourrait également être intéressant d'enquêter sur ce qui se passe lorsque ces protoinstitutions ne proviennent pas de mécanismes politiques. Nous soutenons que les pratiques génèrent les protoinstitutions et ont un rôle de point d'ancrage, mais ce point doit être approfondi.

La recherche s'est appuyée sur l'étude de cas. Le champ de la gestion inter-organisationnel des connaissances pourrait être étudié aussi par des approches complémentaires. Mais avant de changer d'orientation, nous pouvons revenir sur cette thèse et mettre en évidence certaines hypothèses à tester dans une enquête systématique auprès d'une population plus importante de cas. Pour cela, nous aurions besoin d'identifier les principales variables de notre recherche et leurs relations. Nous pouvons proposer un modèle d'analyse original et le confronter à la littérature.

Quant à la perspective de la connaissance comme pratique, l'un des arguments en faveur de son adoption a été la possibilité d'un dialogue entre les domaines dans lesquels cette thèse est inscrite : Doctorat en génie et Doctorat en sociologie industrielle. La modalité de cotutelle entre ces deux disciplines a également donné lieu à une "zone frontalière". En nous servant des

arguments que nous avons défendu pour les disciplines associées au champ étudié des nanosciences et nanotechnologies, dans une posture réflexive, nous pouvons aussi analyser la relation entre l'ingénierie et la sociologie de la même manière. Dans ce travail, nous montrons que ces deux disciplines construisent chacune de nouveaux problèmes portant sur les notions frontières communes. La pratique a été un point de vue qui nous a permis de travailler sur notre « zone franche ». En ce sens, en adoptant une perspective sociotechnique sur les travaux d'ingénierie et dans le cadre des discussions qui ont émergé au sein des communautés comme "*l'International Network for Engineering Studies (INES)*"¹³³ (Réseau international pour des études sur l'ingénierie), il y a de quoi développer plusieurs sujets d'enquête portant sur les reconfigurations qui se produisent dans le domaine de l'ingénierie, en interaction avec les sciences sociales. Cela pourrait être nourri avec des approches telles que celle de Michel Serres (1998, 2002) de travail entre les disciplines.

¹³³ Le réseau publie: "Engineering Studies". Pour plus d'informations, consultez le site officiel de l'INES: <http://www.inesweb.org/>

ANNEXES DU RÉSUMÉ

Annexe A1. Équipes de recherche membres du CENM

Nom de l'équipe de recherche	Thèmes de recherche interdisciplinaires (TRI)				Université	Ville (Département)
	MR	MN	NMA	DES		
<i>Películas Delgadas</i> (Couches Minces)	x		x		Universidad del Valle	Cali (Valle del Cauca)
<i>Física Teórica del Estado Sólido</i> (Physique théorique de l'état solide)				x		
<i>Materiales Compuestos</i> (Matériaux Composites)		x	x			
<i>Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase</i> (Métallurgie physique et théorie des transitions de phase)		x	x			
<i>Síntesis y Mecanismos de Reacción en Química Orgánica</i> (Synthèse et mécanismes réactionnels en chimie organique).		x				
<i>Transiciones de Fase en Sistemas No-Metálicos</i> (Transitions de phase dans les systèmes non-métalliques)				x		
<i>Ciencia e Ingeniería de Materiales</i> (Science et Génie des Matériaux)	x	x			Universidad Autónoma de Occidente	
<i>Corrosión y Protección</i> (Corrosion et protection)	x	x			Universidad de Antioquia	Medellín (Antioquia)
<i>Estado Sólido</i> (État Solide)			x	x		
<i>Física Atómica y Molecular</i> (Physique atomique et moléculaire)				x		
<i>Física Computacional en Materia Condensada</i> (Physique Numérique de la Matière condensée)				x	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga (Santander)
<i>Óptica y Tratamiento de Señales</i> (Optique et Traitement du Signal)				x		
<i>Materiales Fotónicos</i> (Matériaux photoniques)				x		

Nom de l'équipe de recherche	Thèmes de recherche interdisciplinaires (TRI)				Université	Ville (Département)
	MR	MN	NMA	DES		
<i>Física de Nuevos Materiales</i> (Physique de nouveaux matériaux)			x	x	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	Bogotá D.C
	MR	MN	NMA	DES		
<i>Optoelectrónica</i> (Optoélectronique)			x	x	Universidad del Quindío	Armenia (Quindío)
<i>Ciencias de Materiales y Tecnología Plasma</i> (Science des Matériaux et Technologie Plasma)			x		Universidad del Tolima	Ibagué (Tolima)
<i>Física de Bajas Temperaturas "Edgar Holguín"</i> (Physique à basse température)			x	x	Universidad del Cauca	Popayán (Cauca)
<i>Materiales, Procesos y Diseño</i> (Matériaux, procédés et Design)	x	x			Universidad del Norte	Barranquilla (Atlántico)
<i>Plasma, Láser y Aplicaciones</i> (Plasma, Laser et Applications)	x				Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira (Risaralda)

Source: Compilé à partir des informations publiées sur le site institutionnel du CENM: <http://www.cenm.org/sp/investigacion.htm>. MR: Matériaux de revêtements, MN: Matériaux Nanocomposites, NMA: Nanomagnetism et DES: Dispositifs à l'état solide, les capteurs et les systèmes mésoscopiques.