

GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL CONOCIMIENTO EN LA INTERACCIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA.

Apellidos y nombre del autor o autores: Alvarez Merino, José Carlos; Maculan, Anne-Marie
Institución: COPPE/UFRJ
Dirección postal: Centro de Tecnología, Bloco F, Sala 109, Ilha do Fundão 21945-970 Cidade Universitaria-RJ-Brasil
Ciudad: Rio de Janeiro
País: Brasil
Teléfono (incluido prefijo): 00 55 21 590 88 17
Fax (incluido prefijo): 00 55 21 590 88 17
Dirección electrónica: merino@pep.ufrj.br amaculan@pep.ufrj.br
Palabras Clave: gestión del conocimiento, relaciones Universidad Empresa

Resumen El avance de la globalización conjuntamente con rápidas transformaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías, así como la creciente importancia del conocimiento, están transformando radicalmente nuestra sociedad en una sociedad basada en el conocimiento, en la cual la utilización responsable del mismo juega un rol preponderante y decisivo. Es ahí donde la dinámica de las relaciones universidad-empresa han emergido como una problemática estratégica.

En dichas relaciones universidad-empresa, la gestión estratégica del conocimiento es elemento fundamental en la mejora de la competitividad de la empresa mediante la captación, interiorización y propagación del conocimiento adquirido desde la universidad.

Por lo tanto, según este contexto, es objetivo del presente trabajo estudiar el proceso de transferencia de conocimiento en la interacción universidad-empresa; enfatizando los impactos del carácter- tácito o explícito, universal o local, viscoso o no viscoso- del conocimiento, tanto en la formación de las estructuras de interface cuanto en el proceso mismo de transferencia. La metodología empleada, para tal fin, ha sido la del estudio de casos de interacción entre dos grupos de investigación de la COPPE/UFRJ con sus similares del Centro de Pesquisas de la empresa estatal de petróleo PETROBRAS.

GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL CONOCIMIENTO EN LA INTERACCIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA.

Introducción.

En el contexto económico actual las empresas buscan aumentar su nivel de capacitación tecnológica, mediante un duplo proceso de aprendizaje: desde la experiencia interna de la organización en las operaciones productivas, hasta la búsqueda e intercambio de conocimientos con organizaciones externas. De esta forma, las empresas esperan captar conocimientos desde fuentes externas para integrarlos en su núcleo de competencias y verlos reflejados en una mayor productividad y competitividad de sus productos y servicios.

Con la necesidad de poder participar en una economía del conocimiento, las empresas buscan este conocimiento junto a instituciones de investigación; entre las cuales, la universidad merece un destaque importante por existir una tendencia creciente que lleva al incremento de sus interacciones con la empresa.

Sin embargo, en la medida en que las empresas tratan de captar estos conocimientos externos, deben identificar sus necesidades haciendo un reconocimiento al interior de sus diversas unidades operativas y contrastarlas con la oferta de conocimiento existente. De esta manera, las empresas gerenciarían el proceso de transferencia de conocimiento desde su ambiente externo.

Lo que significa sistematizar y organizar la búsqueda de los conocimientos necesarios y de las fuentes disponibles. Para que una vez establecida la cooperación, se pueda analizar la efectividad y la adecuación de los canales de transferencia del conocimiento, caracterizar el conocimiento transferido para optimizar el proceso de transferencia, y principalmente contar con mecanismos de evaluación del impacto de este nuevo conocimiento al interior de la empresa, o sea como se va a reflejar en el diseño de nuevos productos y en nuevas prácticas organizacionales.

Tanto la universidad como la empresa son organizaciones con un perfil, comportamiento y prácticas diferentes, aspectos que impactan en la experiencia de la interacción; por lo que es importante realizar estudios de caso que sirvan como una reflexión sobre este proceso. Según este contexto, el presente trabajo tiene por objetivo reflexionar sobre la capacidad de una empresa estatal petrolera con una fuerte base tecnológica y de investigación, para desarrollar proyectos de cooperación con la universidad.

En el trabajo van a ser presentados las diferentes motivaciones y necesidades para la realización de los proyectos conjuntos, los elementos relacionados con las diferencias organizacionales, las diferentes modalidades de organizar la cooperación, las características de los conocimientos transferidos durante la interacción y finalmente, las posibilidades de evaluación de los resultados de la interacción.

Para este fin, van a ser estudiados los casos de dos proyectos elaborados en colaboración entre dos laboratorios de la COPPE y CENPES/ Petrobrás. Casos que fueron escogidos porque CENPES/Petrobrás mantiene un histórico de interacción creciente y continuada con la universidad además de ser una de las organizaciones que mas invierte en I&D en el Brasil.

Esta interacción creciente con la universidad es el resultado de un proceso de cambios en la estrategia tecnológica de CENPES/Petrobras. Proceso en el cual, según Fantini (1994), pueden ser identificadas tres fases: la primera de ellas, antes de los “choques del petróleo” caracterizada por una fuerte dependencia tecnológica. En la segunda fase, que fue influenciada decisivamente por el impacto en la economía brasilera de los “choques del petróleo” ocurridos en la década del 70, fue iniciado un vigoroso programa de inversiones por la Petrobras considerando que el petróleo brasilero sería el sustituto mas económico del petróleo importado. Como consecuencia de esto, hubo un avance cualitativo en las actividades de investigación en la empresa para atender la demanda tecnológica en exploración y producción de petróleo “*onshore*” y “*offshore*”.

La tercera fase, que se inicia con programas integradores como el de capacitación tecnológica en sistemas de exploración en aguas profundas, obligó a la empresa a desarrollar una capacidad de investigación propia, que refleja una necesidad en ganar competencias para innovar, movilizandoo una red regional de colaboradores donde la universidad se convierte en un actor decisivo, esta red regional paralelamente se amplía a un nivel nacional e internacional.

Los proyectos a ser presentados como estudio de caso se encuadran en esta tercera fase, y representan de alguna forma el esfuerzo por un desarrollo tecnológico, simultaneamente en la empresa y en la universidad.

La metodología seguida para la realización del presente trabajo consistió en la elaboración de un marco teórico, basado en la literatura existente sobre la interacción universidad-empresa, y la transferencia de conocimientos en esa interacción. A continuación fue desarrollado el estudio de los dos casos presentados, en sus etapas de captación y analisis de la información, y de la presentación de resultados.

Proyecto sistema “FRAES”

El primero de estos proyectos es el sistema FRAES (Flexible Riser Analisis Expert System), que fuera encomendado a la universidad por una gerencia de la Petrobras en el año 1988. El proyecto fue desarrollado en el Laboratorio de Metodos Computacionales de la COPPE en interacción con una gerencia de la Petrobras y con un area de CENPES. Dicho proyecto tiene por objetivo desarrollar un sistema especialista de analisis estructural del comportamiento mecánico local de *risers* flexibles (tubos especiales para la conducción de petróleo) utilizados por la Petrobras en sus operaciones de producción submarina de petróleo. En consecuencia de la falta de datos técnicos importantes sobre el comportamiento de estos elementos, que no eran divulgados por el fabricante, y por las dificultades de operaciones enfrentadas por la Petrobras, se precisaba reunir y sistematizar el conocimiento de los especialistas de la empresa para desarrollar un sistema de interface inteligente, que permitiese inferir los datos necesarios, y auxiliar en la realización de los diagnósticos para la solución de los problemas de operación de tales *risers*.

Proyecto sistema de posicionamiento dinámico para vehículo submarino.

En la ejecución de servicios de mantenimiento y reparación de las estructuras submarinas para la producción de petróleo en aguas profundas la Petrobras utiliza unos vehículos submarinos operados desde una embarcación en la superficie. El desarrollo de un sistema de posicionamiento dinámico para dichos vehículos submarinos, es el objetivo del segundo proyecto a ser estudiado. Este proyecto, que se inició en el año de 1987, fue consecuencia de una propuesta de un investigador del Laboratorio de Control de la COPPE, y pretendía el estudio de la viabilidad y la construcción de los respectivos prototipos de un sistema que permitiese a los operadores de estos vehículos poder realizar un trabajo más preciso y con un menor esfuerzo durante la operación y maniobra de tales vehículos .

1.- Por qué la empresa busca a la universidad?

Las empresas en una economía cada vez mas competitiva y globalizada precisan tener acceso a nuevas fuentes de conocimiento para poder incorporar dichos conocimientos en su núcleo de competencias, conocimientos que una vez adquiridos y asimilados por la empresa van a reflejarse en el diseño de nuevos productos.

La empresa busca así conseguir que sus propios investigadores cuenten con una mayor capacidad de responder a nuevos problemas mediante el aprendizaje desde la cooperación, alcanzando de esta forma una fuente de ventaja competitiva. Sin embargo, según el tipo de

proyecto a ser desarrollado existen una serie de motivaciones diferentes que llevarían a la empresa a buscar la interacción con la universidad.

Bonaccorsi & Piccaluga (1994) sistematizan estas motivaciones de la empresa como: obtener acceso a las fronteras de la ciencia, hacer uso del poder predictivo de la ciencia, delegar actividades de desarrollo, y la falta de recursos a ser destinados a actividades internas de I&D. Según estos autores dichas motivaciones estarían relacionadas con las expectativas de la empresa en lo que respecta a la transferencia del conocimiento.

En el proyecto FRAES las necesidades eran las de obtener un conocimiento, a través de un sistema especialista, que permitiese a la Petrobras mejorar su posición como compradora y usuaria de la tecnología de los *risers* flexibles. Porque hasta antes del proyecto la empresa dependía de un único proveedor que detentaba la sistematización del conocimiento sobre cálculo, selección y especificación de los *risers*. Resulta importante resaltar que los *risers* flexibles representan el segundo mayor producto en las importaciones realizadas por la Petrobras. También en la medida que aumentan las profundidades de los pozos “*offshore*” la longitud e incertezas sobre el comportamiento de los *risers* aumentan. Así, el desarrollo de una herramienta que permita reunir el conocimiento de los especialistas de la empresa sobre el comportamiento de estos *risers* para sistematizar su cálculo y selección se tornó una alta prioridad para la empresa. Entre las potenciales fuentes de conocimiento y experiencia en el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial para estos fines estaban las universidades y en particular el laboratorio de Métodos Computacionales en Ingeniería de la COPPE que ya tenía un historial de interacción con la Petrobras. Estos antecedentes de interacción así como los resultados positivos y crecientes de anteriores interacciones orientaron la estrategia de elección de la entidad cooperante. Una parte de los ingenieros de la Petrobras habían sido formados por la COPPE y por lo tanto conocían las potencialidades de la universidad, factor que coadyuvó en el momento de la selección de la entidad cooperante. En este caso la motivación según la tipología de Bonaccorsi & Piccaluga (1994) fue la de hacer uso del poder predictivo de la ciencia, mediante el desarrollo de un sistema especialista de apoyo a la decisión, para simular y predecir el comportamiento de los *risers* flexibles. En este proyecto el financiamiento tenía una expectativa clara de retorno basada en la importancia que tendría la disponibilidad del sistema para la Petrobras.

En el proyecto sistema de posicionamiento dinámico, fue un investigador del laboratorio de control de la COPPE quien propuso a CENPES/Petrobras el estudio y construcción de un sistema de control automático del posicionamiento dinámico de los vehículos submarinos que la Petrobras utiliza en sus operaciones submarinas. Dicho investigador ya había tenido una experiencia anterior de interacción con la empresa en un proyecto multidisciplinario que pretendía la fabricación

nacional de vehículos submarinos; proyecto que no obstante haber llegado a la etapa de prototipo fue discontinuado. Como puede verse en este caso fue una iniciativa de un investigador de la universidad, quien ya mantenía contactos con la empresa, la que dió origen a la cooperación que encontró eco en la motivación de la empresa en realizar un seguimiento y actualización en áreas de frontera relacionadas con su campo de actuación. La Petrobras es un actor importante en el Sistema Regional de Innovación de Rio de Janeiro y tiene un interés en apoyar actividades de investigación en las universidades; este proyecto se encuadraría en tal intención de desarrollo regional. La decisión para la realización de este proyecto concuerda con una perspectiva histórica según la cual las empresas estatales, como la Petrobras, asumían una función social de apoyo a la investigación. Este segundo proyecto, también, muestra el hecho que en algunas circunstancias el establecimiento de una cooperación es consecuencia de una iniciativa de la universidad.

2.- Problemática de la investigación conjunta universidad-empresa.

Sin embargo, en la práctica esta cooperación no es fácil de establecer y mantener por el carácter diferente de ambas organizaciones y por el hecho de que ambas no fueron inicialmente estructuradas pensando en una futura interacción.

Liyanage & Mitchell (1994) sostienen que diferencias en cultura organizacional y valores en ambas organizaciones deberían ser cuidadosamente evaluados para que funcionen como coadyuvantes en lugar de barreras al proceso. Para que esto suceda es necesario hacer confluír intereses comunes mediante la identificación de áreas específicas donde la cooperación pueda ser focalizada y desde allí ser extendida a otras áreas. Un adecuado gerenciamiento de la interface precisa identificar los intereses principales de los actores estableciendo un equilibrio entre el deseo de obtener innovaciones incrementales en la industria con el de trabajar en las fronteras de la ciencia por parte de la universidad.

En el proyecto FRAES el deseo de los investigadores de la universidad en profundizar los conocimientos sobre el producto fueron conjugados con los de la empresa en contar con una herramienta rápida y funcional. Ya en el proyecto del sistema de posicionamiento dinámico se privilegió el interés de los investigadores del Laboratorio de Control lo que condujo a un producto orientado a la investigación y a la didáctica. Además, al comparar el impacto de la materialización del producto final en ambos casos, puede verse que en el caso de un posible no funcionamiento del sistema especialista FRAES se hubiese tenido una interferencia en el desempeño operacional de la Petrobras que no hubiese contado con una herramienta que apoya las decisiones de compra y operación de los *risers*, mientras que una situación similar con el sistema de posicionamiento dinámico no tendría mayor interferencia en las operaciones de la empresa. Igualmente se observa

esta asimetría entre ambos proyectos en lo que respecta al tiempo previsto para la realización de los mismos, en el primer caso hubo una premura en el tiempo de desarrollo del producto por parte de la empresa, ellos querían una mayor rapidez aun a costa de la profundidad del estudio; en el caso del sistema de posicionamiento dinámico no fue detectada esa premura por parte de la empresa, si no más bien un deseo del laboratorio en el cumplimiento de los plazos estipulados según el calendario de desenvolvos del proyecto. Esta situación, observada en lo que a la visión del tiempo y plazos se refiere en ambos proyectos, tiene una relación directa con el significado de la reducción del ciclo de desarrollo del producto en cada proyecto, en términos de costos para la empresa (Merino,1998).

Otro aspecto de esta problemática de la cooperación es el carácter tácito de los conocimientos desarrollados en la universidad, que para ser transferidos a la empresa van a precisar de una estructura con características que faciliten un estrecho contacto entre los investigadores involucrados de ambas organizaciones.

3.- Como organizar la cooperación?

Para organizar esta cooperación Bloedon & Stokes (1994) sugieren la participación de un agente que coadyuvaría el proceso de interacción. Este agente debería identificar las necesidades de conocimiento de la empresa, encontrar las universidades y grupos de investigación que tengan competencia en esa área y después realizar un seguimiento del proceso para garantizar la transferencia del conocimiento. El papel de este agente sería como un catalizador que buscaría garantizar que los conocimientos generados en la universidad impacten en el núcleo tecnológico de la empresa, es decir que el proceso de transferencia de conocimientos ocurra efectivamente. El agente también realizaría la evaluación del valor del programa para la empresa. En ambos casos estudiados no fue identificada la figura de un agente que coadyuvaría la interacción; la Petrobras no destina una persona que acompañe estos proyectos apoyando el proceso de interacción tal como lo sugieren los autores antes señalados.

Por su parte Chatterji (1996), sostiene que la forma de cooperación a establecerse debería estar en función de la proximidad de la tecnología procurada al núcleo tecnológico de la empresa.

También este autor, recomienda una secuencia de actividades para gerenciar la cooperación en varias etapas, comenzando por la organización de las actividades de búsqueda e identificación de fuentes mediante visitas a universidades para identificar potenciales colaboradores; para a continuación realizar una evaluación de las oportunidades y comprobación de su concordancia con los intereses de la firma, mediante la evaluación de los méritos técnicos y comerciales de tal fuente y verificar su adecuación con los objetivos de la empresa; seguidamente se realizaría la negociación y firma de los convenios, donde es importante conocer la totalidad de las relaciones de la empresa

con la fuente, aprovechar la experiencia de los negociadores y entrenar a otros nuevos, alcanzar un claro entendimiento de las expectativas y limitaciones de ambas partes, definiendo en el convenio final las expectativas, responsabilidades de las partes y criterios de evaluación del suceso de la relación.

A continuación vendría una etapa de trabajo en conjunto que buscaría la integración de la tecnología transferida en el núcleo de capacidades de la empresa. Paralelamente a estas etapas se debería propiciar un aprendizaje organizacional sobre el proceso de interacción mismo mediante la incorporación de las experiencias adquiridas.

En ambos proyectos la proximidad al núcleo tecnológico de la empresa puede ser determinada según el grado de cercanía a la tecnología de aguas profundas. La tecnología de los *risers* es muy cercana al núcleo tecnológico de la empresa porque estos *risers* conductores de petróleo son ampliamente utilizados en las operaciones submarinas de la Petrobrás, por otro lado el mercado de estos productos no forma parte del núcleo tecnológico de la empresa, porque la empresa es solamente usuaria y no fabricante de ellos. Para esta combinación y según Chatterji (1996) la relación de interacción preferida por la empresa debería ser la de un contrato de I&D fuera de la empresa, que es lo que aconteció realmente. La búsqueda de la fuente de conocimiento para el desarrollo del sistema especialista fue realizada por los propios ingenieros de la Petrobrás, quienes ya mantenían contacto con el Laboratorio de Métodos Computacionales en Ingeniería de la COPPE. De hecho fue formado un grupo de trabajo constituido por dos ingenieros de una de las gerencias de la Petrobrás (GECOMP) para buscar dicho conocimiento e interactuar con la universidad.

En el caso del proyecto del sistema de posicionamiento dinámico, si bien es cierto que la convergencia fue propiciada por los investigadores del Laboratorio de Control, la empresa no tuvo una mayor preocupación en incorporar esta tecnología porque tanto ella como su mercado no se encuentran muy próximos al núcleo tecnológico de la empresa; porque la Petrobras contrata y supervisa las operaciones realizadas con los vehículos submarinos, es decir es un usuario indirecto y no fabrica este tipo de vehículos. No obstante es bueno señalar que en la década de los 80 existió un proyecto que llevó al desarrollo de un prototipo de un vehículo submarino realizado en cooperación con una empresa de ingeniería y con una participación de la COPPE. En aquel proyecto, que fue posteriormente abandonado, se procuró una participación de la universidad a través de la formación del Núcleo de Robótica del cual formaban parte los investigadores del Laboratorio de Control.

4. Características del conocimiento transferido durante la interacción.

Según Bonaccorsi & Piccaluga (1994) la caracterización del conocimiento transferido durante la interacción universidad-empresa es decisiva porque las diferentes características del mismo van a impactar en los procedimientos organizacionales y en los resultados de la interacción. Es decir, la transferencia de conocimiento tiene una estrecha relación con las características del conocimiento a ser transferido.

Conocimiento tácito vs. conocimiento explícito.

El carácter tácito del conocimiento está fuertemente ligado a todos aquellos aspectos del mismo que están incorporados en las personas, y que son fruto principalmente de sus experiencias y vivencias en la empresa. El conocimiento tácito es difícil de transmitir si no es a través del trabajo conjunto y la interacción personal. En contrapartida el conocimiento explícito o articulado es aquel conocimiento que ya se encuentra en una forma más elaborada en manuales, artículos y otros documentos escritos, siendo de esta forma un conocimiento que no necesitaría la interacción personal para ser transmitido. Según Bonaccorsi & Piccaluga (1990) cuanto mayor sea el carácter tácito del conocimiento va a ser necesario un mayor contacto e intercambio entre los investigadores de ambas organizaciones.

En el caso del proyecto FRAES los investigadores de la universidad aplicaron sus conocimientos en la elaboración del modelo matemático, la recopilación de los datos de los ensayos y la incorporación del conocimiento de los especialistas en el sistema. Estos conocimientos fueron explicitados mediante la elaboración de manuales de uso y de la documentación para la difusión del conocimiento hasta el usuario final del sistema. Entonces, durante la interacción, aspectos tácitos del conocimiento fueron transferidos mediante el trabajo conjunto entre los investigadores de ambas organizaciones. En tanto que aspectos explícitos del conocimiento fueron transferidos mediante la disponibilización de la documentación respectiva.

Mientras que, en el proyecto del sistema de posicionamiento dinámico en el Laboratorio de Control fueron privilegiados los aspectos tácitos del conocimiento, fruto de la experiencia de los investigadores y de un trabajo en conjunto al interior del laboratorio donde la interacción y el desarrollo mediante pruebas fue una de las constantes observadas (learning by doing), porque ellos sabían lo que tenían que hacer más el cómo hacerlo fue siendo construido en el día a día. Los reportes que fueron entregados a CENPES/Petrobras no consiguieron ni tenían como objetivo específico el explicitar y transmitir los conocimientos generados.

Carácter universal vs. carácter localizado del conocimiento.-

Es la extensión en la cual el conocimiento puede ser utilmente aplicado a problemas en diferentes campos, aun distantes de donde el conocimiento es originado. El conocimiento genérico es altamente universal, en cuanto que el conocimiento localizado no es útil fuera de su campo de origen. Según Bonaccorsi & Piccaluga (1994) el grado de universalidad del conocimiento generado en la relación universidad-empresa tiene impacto, tanto en la motivación para entrar en la relación interorganizacional como en el arreglo institucional.

El conocimiento de programación en lenguajes de inteligencia artificial utilizados en el proyecto FRAES es un conocimiento universal con muchas aplicaciones; sin embargo, el conocimiento al nivel de usuario del sistema especialista FRAES ya es un conocimiento específico.

En tanto, que en el desarrollo del sistema de posicionamiento dinámico el conocimiento generado para el control de este tipo de vehículos submarinos es un conocimiento específico, sin embargo estas técnicas también pueden tener una utilización o una analogía para el posicionamiento dinámico de otros objetos.

Como pudo ser visto en ambos casos el conocimiento generado es bastante específico y de utilidad casi exclusiva para la empresa que contrató las investigaciones, lo que sumado al carácter exclusivo de la Petrobras en operaciones *off-shore* y a las dimensiones de la empresa garantizarían que la investigación de manera alguna pueda ser utilizada por alguna otra empresa, lo que en la práctica también fue observado. Y nuevamente observamos que ambos proyectos van a orientar el desarrollo de líneas de investigación en la universidad relacionadas con la tecnología de aguas profundas.

5. Como evaluar esta cooperación?

En el proceso de transferencia de conocimiento son identificadas, por Bonaccorsi & Picaluga (1996) tres dimensiones: generación, que es la amplitud con la cual cada parte genera conocimientos de valor para la otra parte, en relación a sus motivaciones para entrar en la relación interorganizacional; transmisión, la amplitud y la efectividad con la cual el conocimiento relevante es transferido entre las fronteras de ambas organizaciones; y propagación, la amplitud según la cual el conocimiento relevante es propagado y absorbido al interior de la organización durante el ciclo de vida de la interacción. A su vez todas estas dimensiones son impactadas por las características intrínsecas del conocimiento que está siendo transferido.

Por su parte, Bailetti & Callahan (1992) proponen un modelo para evaluar el retorno de las inversiones de las empresas en sus programas de interacción con la universidad mediante el conocimiento adquirido y propagado al interior de la empresa. Para tal fin, dichos autores, introducen el concepto de colectividad relevante para definir a la comunidad de la empresa involucrada con la transmisión, adquisición y propagación del conocimiento.

Las nuevas demandas de la Petrobrás en relación a la universidad y otras instituciones de investigación evidencian la necesidad de una evaluación de los proyectos en cooperación para tener una efectiva gestión estratégica de los mismos.

Existe actualmente una metodología de evaluación empleada por CENPES/Petrobras con mayor énfasis en la clasificación basada en la identificación de entradas y salidas que no permite vislumbrar los flujos de conocimiento y su impacto al interior de la organización.

Nuestra propuesta alternativa de evaluación de proyectos en cooperación con la universidad, según la cual van a ser evaluados los dos estudios de caso, considera las tres dimensiones señaladas por Bonaccorsi & Piccaluga (1996), poniendo énfasis en la propagación del conocimiento en concordancia con los aportes de Bailetti & Callahan (1992).

Generación de conocimiento.

Varios problemas técnicos fueron resueltos con el proyecto FRAES a partir del desarrollo de un modelo original por los investigadores de la COPPE, de la recopilación y organización de conocimientos dispersos de los especialistas de la empresa y del procesamiento de un gran número de parámetros. Dos tipos de conocimientos fueron generados: uno relativo al desarrollo del sistema especialista y el otro, de mayor impacto para la empresa, relativo al uso de ese sistema.

Fueron construídos dos prototipos del sistema de posicionamiento dinámico para vehículos submarinos que fueron comprobados el primero de ellos en un tanque y el segundo de en el mar con la participación de los técnicos de la Petrobras. Este proyecto también tuvo impacto directo en la realización de tesis de maestría, en la presentación de artículos en congresos internacionales y en la publicación en revistas especializadas.

Transmisión de conocimiento.

En el proyecto FRAES, para la empresa, este proceso se materializó mediante los intercambios frecuentes y sistemáticos de informaciones entre los grupos, también desde la realización conjunta de varias tareas. Numerosos relatorios técnicos fueron entregados, en media uno por año, en cada contrato. Las reuniones se realizaron en forma regular durante toda la etapa de

comprobación de las soluciones presentadas por el laboratorio. Se consolidó una sistemática de trabajo conjunto por los dos grupos. Los nuevos conocimientos generados estuvieron disponibles de manera formal en documentos escritos, mas también de manera informal mediante la cooperación efectiva durante la investigación.

En el proyecto del sistema de posicionamiento dinámico, si bien es cierto que esta etapa existió, ella solamente tuvo un carácter formal mediante el control de informes técnicos para mostrar el avance del proyecto y sustentar el mismo. Una explicación a la falta de impacto en esta etapa es dada por uno de los coordinadores del proyecto, quien sostiene que la teoría con la que se trabajaba en el Laboratorio de Control era muy avanzada y que no existía una línea de investigación paralela en CENPES/Petrobrás, lo que dió origen a un desnivel tecnológico que no permitió la transmisión de conocimientos. La falta de una línea de investigación paralela se explica por el hecho que la empresa no fabrica ni comercializa los vehículos submarinos, siendo solamente usuaria de un servicio prestado por terceros.

Propagación de conocimiento.

El programa FRAES desarrollado en la interacción está siendo utilizado hoy de manera regular, como herramienta de trabajo en la Petrobras. Se concretizó la expectativa implícita inicial de que los técnicos de la Petrobras se capacitarían mediante el uso del sistema especialista. Un gran número de funcionarios del sector de operaciones de la Petrobras y de CENPES terminaron involucrándose en el proyecto. Los conocimientos se difundieron al interior de la empresa a través de presentaciones de informes, encuentros, conversaciones informales entre investigadores de las dos instituciones e ingenieros responsables por las operaciones. En la actualidad mas de diez personas son usuarias regulares del sistema especialista generado en el proyecto, además manuales de uso fueron elaborados posteriormente para facilitar el entendimiento del programa.

Los conocimientos de la Petrobras en relación a las características de los *risers* se ampliaron considerablemente. Antes del proyecto, la Petrobras definía de manera global las condiciones de uso de los *risers* y el proveedor indicaba el *riser* a ser utilizado . En la actualidad, la Petrobras es capaz de especificar el *riser* necesario y de identificar los daños o inadecuaciones que ocurriesen. La Petrobras fue capaz de identificar otros fornecedores en el mercado y de negociar mejor sus compras. Las reparaciones pueden ser planificadas y evaluadas.

Al interior de la empresa, y como resultado de la interacción, aquellas personas que participaron del proyecto adquirieron una competencia y el conocimiento de una herramienta que permite la toma de decisiones que pueden significar economías sustanciales. También el proyecto permitió la incorporación en las referencias tecnológicas básicas de la empresa una herramienta

para el proceso de decisión mercadológica y tecnológica tanto en la compra como en la utilización de los *risers* flexibles.

En lo que respecta al sistema de posicionamiento dinámico no fue percibida una propagación del conocimiento generado en la universidad al interior de la empresa. Aunque, también desde un comienzo no existió esta expectativa. No fueron identificados cambios en la forma como es realizado el posicionamiento de los vehículos submarinos por la Petrobras, que continúa siendo realizado por el operador desde la embarcación de superficie.

Conclusiones.

En los dos casos estudiados fue identificada una dinámica diferente, motivaciones para la interacción diferentes, la forma de organización diferente, y diferentes resultados al evaluar el impacto de los proyectos. Diferencias que en el momento de revisar un proceso de cooperación convendría que sean percibidas e incorporados por la empresa según una visión estratégica.

En el proyecto FRAES los departamentos operacionales de la Petrobrás y CENPES tenían expectativas precisas de obtención y uso del conocimiento, explicitado mediante un sistema especialista, desde el inicio de la interacción. La interacción así, respondió a la necesidad de la empresa de capacitarse, buscando conocimientos junto a investigadores de la universidad para la solución de problemas específicos. Hubo un objetivo claro de obtener conocimientos que permitiesen a la Petrobras mejorar su posición como compradora y usuaria de la tecnología de los *risers* flexibles. La capacitación aumentó tanto en la universidad como en la empresa, o sea hubo generación, transmisión y propagación de conocimientos.

Fue identificada la existencia de una red de cooperación entre el Laboratorio de Metodos Computacionales en Ingeniería (LAMCE) y CENPES/Petrobras que sería integrante de una red mayor de cooperación entre la COPPE/UFRJ con CENPES/Petrobrás. Fue comprobada una mejora en el proceso del núcleo tecnológico de la empresa, porque con la incorporación del nuevo conocimiento, fruto de la interacción, la empresa se tornó mejor compradora y usuaria de la tecnología de los *risers* flexibles.

En el proyecto FRAES fueron establecidas y reforzadas redes internas y externas de conocimiento en la empresa que facilitaron el flujo del conocimiento. El conocimiento local sobre el comportamiento de *risers* en aguas profundas es una fuente de ventaja competitiva para la empresa. La forma en que fue estructurada la cooperación en este proyecto facilitó la generación del conocimiento en la universidad y su propagación al interior de la empresa. También la propagación de este conocimiento fue facilitada por el conocimiento acumulado en la empresa,

particularmente el conocimiento tácito de los especialistas de la empresa y los resultados de los ensayos efectuados a los *risers*.

Mientras tanto, en el segundo proyecto, CENPES/Petrobras actuó mas como un patrocinador de la investigación sin buscar la propagación de los conocimientos desarrollados. La finalidad era ofrecer condiciones para que el Laboratorio de Control generase conocimientos que estarían disponibles como referencias futuras para establecer una forma de fertilización cruzada en un area relacionada con las investigaciones de la empresa. Los resultados alcanzados, desde este punto de vista, atendieron de manera satisfactoria las expectativas. El nivel de capacitación tecnológica en el area de robótica submarina aumentó considerablemente en el Laboratorio de Control de la universidad. La interacción fue entendida como un compromiso de la Petrobras con el desarrollo de la investigación académica y el fortalecimiento de las capacidades de investigación en una institución cercana con la cual acostumbra interactuar. En este proyecto, la dimensión mas importante era generar conocimientos. Los otros dos procesos, transmisión y propagación, no presentaban gran importancia para la empresa y los recursos organizacionales destinados fueron mínimos.

La identificación de tales diferencias entre ambos proyectos fue facilitada por el modelo de evaluación que considera las tres dimensiones de transferencia del conocimiento (generación, transmisión, y propagación). En concordancia con lo que, las mejoras en el gerenciamiento del conocimiento en la interacción universidad-empresa van a significar incrementar valor a la empresa.

En lo referente al aprendizaje organizacional y a las mejoras que fueron introducidas en la empresa mediante la incorporación de las lecciones del proceso de interacción, no fue observada, en ambos casos estudiados, la práctica de compartir con otras unidades de la empresa el aprendizaje organizacional de cooperación con la universidad, ni la existencia de un mecanismo horizontal de intercambio de este aprendizaje en la empresa. En concordancia con estas observaciones, se recomendaría a CENPES/Petrobrás la implementación de una función horizontal de acompañamiento de los procesos de cooperación con la universidad, así como la implementación de sistemas y herramientas específicas, como un manual de procedimientos y prácticas de interacción con la universidad continuamente actualizado y enriquecido con la experiencia acumulada de la misma interacción.

Por parte de la universidad se podría sugerir una metodología para incorporar el aprendizaje desde las experiencias de interacción de cada uno de los diferentes laboratorios de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BAILETTI, A & CALLAHAN, J. (1992) - “Assesing the impact of University Interactions on a R&D Organization”, R&D Management 22, 2

BLOEDON, R & STOKES, D (1994) - “Making University/Industry Collaborative research Succeed” Research Technology Management 37 (2)

BONACCORSI, A & PICCALUGA, A (1994) –“A Theoretical Framework for the Evaluation of University-Industry relationship”, R&D Management 24, 3 , 1994

CHATERJI, J. (1996) – “Accessing External Sources of Technology”, Research Technology Management Vol. 39 (2)

FANTINE,J . (1994) “Tecnologia , petróleo e desenvolvimento nacional” Engenharia em Revista- No 8 - 10/94 - PETROBRAS.

LIYANAGE, S. & MITCHELL, E. (1994), “Strategic Management of Interactions at the Academic - Industry Interface”, Technovation, Vol. 14, No.10.

MERINO, J.C.A (1998) – Transferencia de Conhecimento na Interacao Universidade-Empresa; Tese de mestrado, Programa de Engenharia de Produção - COPPE-UFRJ, maio 1998.