

# Vinculación Universidad-Industria-Estado: Una experiencia en la Industria del Software del NEA

## Resumen

*Los procesos de vinculación que involucren Universidades, Industria y Estado han sido objeto de estudio en las últimas décadas, sobre todo teniendo en cuenta los desafíos que propone la economía mundial, la vinculación efectiva entre productores y consumidores, y la necesaria articulación entre innovación, ciencia y tecnología que forman la base para la actual "Sociedad del Conocimiento". En el marco de este renovado escenario, surgen nuevas demandas de producción y transferencia de conocimiento, donde se otorga un rol a los centros de investigación como agentes que involucran la participación de representantes del sector universitario, empresarial y del estado. Así, en este artículo se describe los inicios de vinculación entre dos universidades públicas, empresas de la Industria del Software del Nordeste y el estado materializado en un Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social con participación conjunta de estos tres actores.*

**Palabras claves:** *Calidad del Software; Industria del Software; Universidad-Industria-Estado*

## 1. Introducción

La universidad nace como institución en el siglo XII en Francia e Italia, con la función de efectuar docencia para transmitir conocimiento de profesores a alumnos [1]. Con el pasar de los siglos la universidad ha adoptado nuevas misiones, ubicándola entre las instituciones más influyentes de la sociedad en la que se encuentra inserta. Es así como, por ejemplo, desde hace algunas décadas atrás, universidades de los países desarrollados no se enfocan solo en la generación y distribución de conocimiento dentro del aula, sino que han iniciado procesos de vinculación con el sector privado, a través de la incorporación de actividades de I+D+i en sus diseños curriculares.

Esta transformación del rol de la Universidad forman parte de la denominada "Sociedad del Conocimiento", donde los cambios se suceden ininterrumpidamente, la innovación y el conocimiento se convierten en los principales motores de la economía [2]. La UNESCO, en particular, ha adoptado el término "sociedad del conocimiento", dentro de sus políticas institucionales.

Así, Abdul Waheed Khan, ex Director General de Comunicación e Información de UNESCO, expresaba en el 2003 que el término "sociedad del conocimiento" abarca una dimensión social, cultural, económica y una transformación institucional; el conocimiento no solo importa para el desarrollo económico sino también para el desarrollo de la sociedad [3].

Y en esta sociedad actual, se destaca la importancia de la Triple Hélice, un modelo que se basa en el concepto utilizado por Etzkowitz y Leydesdorff, el cual se fundamenta en las relaciones entre la universidad, la industria y el estado, pero bajo una nueva forma de trabajo que se establece a partir de la interdependencia dinámica entre estos actores [4] [5] [6]. Uno de los objetivos de la Triple Hélice es la búsqueda de un modelo que refleje la complejidad del concepto de vinculación, tomando en cuenta el entorno en el cual se fundamentan las relaciones entre los agentes de la vinculación [7]: industria, universidad y estado. Por un lado el eje industria, hace referencia a los negocios que conforman el tejido empresarial de un país. En el caso del eje universidad, hace referencia a la actividad que realizan las Universidades y Centros de Educación Superior de un país. Y por último el eje estado como tal, apoyando la innovación en sus países de forma directa, y también de forma indirecta financiando en este caso Centros de Investigación [8].

Particularmente en Argentina, con el objetivo de promover la vinculación Universidad-Industria-Estado, se ha creado el Banco de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), que agrupa proyectos de desarrollo tecnológico y social orientados a aprovechar oportunidades estratégicas y necesidades sociales o de mercado.

Así, en este artículo se presenta un caso de vinculación a través de un PDTS, en el que participan dos universidades nacionales argentinas (Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia – UTN FRRe– y Universidad Nacional del Nordeste – UNNE–); el estado, representado por el Ministerio de Industria, Empleo y Trabajo de la provincia del Chaco (ubicada al Noreste de Argentina) y el sector industrial representado por empresas PYMES asociadas en Polos Tecnológicos.

Este trabajo se estructura como sigue: en la sección 2 se presenta el estado del arte respecto a la vinculación Universidad, Industria y Estado en Latinoamérica. Luego en la sección 3 se describe el panorama actual de la vinculación entre la Industria del Software en el Nordeste de Argentina (NEA), las universidades y el estado, y se presenta una experiencia de vinculación a través del PDTs “Aporte a la competitividad de las empresas de desarrollo de Software del NEA”. Finalmente se exponen las conclusiones.

## 2. Trabajos Relacionados

El término “vinculación” tiene sus orígenes en el año 86, cuando en Estados Unidos se aprueba el *Acta Morrill Land Grant Colleges*, que otorgaba becas de terrenos a las universidades y que hizo posible la instalación de colegios estatales para colaborar con las empresas del campo, con el objetivo de mejorar la producción agrícola. Luego se añadirían, también, generación de conocimientos, experiencias y apoyo de investigaciones con el objetivo de promover el desarrollo agrícola-industrial de la región; acciones consolidadas luego de la crisis del 1929. Durante la segunda guerra mundial, los investigadores académicos estadounidenses debieron trabajar estrechamente con los órganos militares, perdiendo contacto con las organizaciones no gubernamentales [9]. Luego, al finalizar este conflicto bélico, las universidades de los Estados Unidos aunaron esfuerzos sirviendo de apoyo a las industrias norteamericanas para fortalecer su estructura tecnológica. Desde hace algunas décadas se vienen notando cambios en las líneas políticas relacionadas a la ciencia y la tecnología; y particularmente, en América Latina aparecen intentos por dinamizar estratégicamente la relación entre unidades de investigación y unidades productivas [10].

Así en Latinoamérica una aproximación de este tipo de vinculación se dio a mediados de los años '50, cuando la universidad pública latinoamericana entabla los primeros lazos con el sector productivo bajo responsabilidad de las unidades de investigación y transferencia. Así se pudo distinguir en ese momento dos instituciones precursoras de las relaciones entre universidad y empresa: Institutos Tecnológicos de Estados, que recibieron por función de creación las tareas de detección de necesidades de las empresas; y por otro lado las Universidades Públicas, que asociaban la vinculación con actividades correspondientes a “secretarías de extensión” u órganos afines, que coordinarían y centralizarían las vinculaciones de la universidad con el sector productivo-industrial. Sin embargo a partir de la década del '60, en algunos países de América Latina comienzan a crearse órganos gubernamentales orientados a Ciencia y Tecnología [11].

A partir de allí, la vinculación universidad-empresa ha sufrido altibajos hasta hace poco tiempo a partir del cual Latinoamérica ha puesto más énfasis en la transferencia científico-tecnológica de las universidades hacia el sector productivo. Tal es así que en la década de 1990 se materializa en América Latina un cambio en las políticas de ciencia y tecnología, inspirado en los avances en la teoría de la innovación y en los enfoques analíticos producto de la experiencia de los países desarrollados [12].

Entre los mecanismos de interacción más comunes en Latinoamérica están las pasantías o prácticas estudiantiles, además de los postgrados, las consultorías profesionales y las asesorías organizacionales brindadas por las universidades. Más recientemente, se han promovido esfuerzos en el establecimiento de unidades de emprendimiento e incubadoras de empresas de base científica y tecnológica [13].

Según lo expresado por la UNESCO en [14], desde hace algún tiempo se vienen fomentando los modelos de innovación aplicados por las políticas científicas de México, Brasil y Argentina, los 3 países que aportan el 75% de la producción científica en América Latina y el Caribe. Por ejemplo la Universidad Autónoma de México (UNAM) y la Universidad de São Paulo de Brasil (USP), cuentan con oficinas de fomento a la innovación, incubadoras de empresas, desarrollo de productos, políticas de propiedad intelectual, servicios de información especializada, servicios tecnológicos a pequeñas y medianas empresas, emprendimiento universitario, promoción de la internacionalización de la investigación industrial y creación de spin-outs [15].

En el caso de Argentina, el sector universitario es el que agrupa mayor número de personas dedicadas a Ciencia y Tecnología, por ello desde el Estado Nacional se ha buscado promover la articulación de la universidad con el sector privado [16]. Así, las experiencias actuales se originan en el “Triángulo de Sábato”, desarrollado en los años '60 por el científico argentino, Jorge A. Sábato, quien postuló un modelo sobre la manera en que la Ciencia y Tecnología (CyT) se insertan en la trama del auténtico desarrollo: sus componentes son Gobierno (G), Infraestructura CyT (I) y Estructura Productiva (E) [17], su idea se basaba en que el conocimiento generado en la universidad no podía estar separado del mundo productivo y que el Estado debía fomentar esta vinculación [18].

El primer antecedente en la línea de la promoción de la transferencia tecnológica de las universidades hacia las empresas se encuentra en marzo de 1984 cuando se crea el Área de Transferencia de Tecnología en el CONICET y un año después se pone en marcha la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT). La OTT fue la primera experiencia de introducción de la gestión de la

vinculación tecnológica en un organismo de ciencia y técnica [19].

Otro caso de ejemplo es la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, pues jerarquiza la vinculación universidad-empresa creando, la Escuela de Negocios y Transferencia, encargada de articular y mejorar la transferencia, brindando al medio los conocimientos generados en la facultad y sistematizando la oferta de capacitación [20]. Entre sus proyectos más relevantes se destaca el convenio realizado con el INDEC (Instituto Nacional de Censo y Estadísticas), para realizar el relevamiento de las características y problemáticas de las PYMES ubicadas en Mar del Plata, Tandil, Bahía Blanca, Rafaela y Córdoba.

También se puede hacer referencia al caso de la Universidad Nacional del Litoral que, en conjunto con el Centro de Transferencia Tecnológica (CTT) de la Universidad Politécnica de Valencia, crea en 1994 el Centro de Transferencia de Resultados de Investigación (CETRI) que tendría como fin identificar las capacidades y resultados de investigación que existen en la Universidad para que puedan ser aprovechadas por la sociedad, fortaleciendo así el trabajo conjunto con las empresas [21].

En cuanto a la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), en sus orígenes Universidad Obrera Nacional, ha crecido con vocación y espíritu de vinculación desde comienzos de la segunda mitad del siglo XX, ya que su creación respondió a la necesidad de formar profesionales ligados con la industria nacional. Los procesos socioeconómicos posteriores, que modificaron el esquema de desarrollo basado en la gran industria, hizo necesario incorporar en la formación de profesionales competencias vinculadas con la capacidad para generar emprendimientos propios. Estas nuevas pequeñas y medianas empresas que se fueron gestando en centros urbanos y rurales, fueron demandando una mayor relación y vinculación con la Universidad, ya sea para mejorar los procesos industriales como para optimizar las capacidades existentes. Así, la UTN, con más de treinta sedes distribuidas en el territorio nacional, se vio inmersa en ese proceso de relación con el medio social y productivo, aún sin saber que se denominaba vinculación tecnológica. Esta función se institucionaliza en la UTN a partir de la creación de las primeras Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT) desde mediados de los noventa con un fuerte vínculo con la Secretaría de Extensión Universitaria del Rectorado, ámbito desde el cual se desarrollan las políticas de Vinculación de la Universidad [22].

En este sentido la UTN expone en [23], una recopilación de 28 experiencias exitosas de 19 Facultades Regionales. Los casos descriptos permiten reconocer y dimensionar de manera particular el trabajo que realizan

las diferentes oficinas o Unidades de Vinculación Tecnológica, en relación con las demandas socio-productivas locales. La recopilación permite reconocer una heterogeneidad de estrategias de relación de cada Facultad Regional con el medio local y con otras instituciones como Municipios, Comunas, PYMES, MiPYMES y fuentes de financiamiento para satisfacer o encontrar soluciones planteadas por dichas demandas.

Particularmente en la región Noreste de Argentina (NEA), existen diversas experiencias de vinculación entre las Universidades y la Industria. Por ejemplo, la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE - FACENA), a través del área de Ingeniería Web, expone una serie de proyectos de sistemas de información orientados a la producción y su transferencia en la Región NEA, entre los cuales destaca dos proyectos: Automatización en la administración de apiarios y una aplicación informática de Gestión Ganadera [24] como así también la interacción con una empresa de Software de Corrientes para aplicar a sus productos, herramientas de evaluación de calidad desarrolladas por la Universidad.

En el caso de la UTN FRRe, desde la Secretaría de Ciencia y Tecnología, y a través de diversos Grupos de Investigación, se acreditan numerosas transferencias a la industria y al ámbito productivo en temas vinculados con la energía solar, el medio ambiente y la bioenergía. En cuanto al ámbito del software, desarrollos vinculados con la determinación de calidad mediante Visión Artificial han sido transferidos a los sectores frutihortícola de la provincia del Chaco y arrocero de la provincia de Corrientes. En cuanto a la Industria de Software, el mayor aporte que surge desde la UTN-FRRe ocurre en 2005, año en el que a partir de un proceso de generación de ideas y definición de objetivos comunes de un grupo de empresas radicadas en las provincias de Chaco y Corrientes que buscaban potenciar sus capacidades y mejorar sus servicios, nace la propuesta de creación del Polo IT Chaco. La UTN-FRRe, conjuntamente con la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (INTECNOR), colaboró en la génesis de este grupo asociativo. Posteriormente, el estado provincial incluyó en las estrategias de crecimiento de la provincia al sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) e inició el contacto con las empresas del grupo asociativo. En el 2009 el estado provincial, con la colaboración del Polo IT Chaco y de la UTN, inició las acciones tendientes a la realización del Foro de Competitividad del Sector SSI, cuyo resultado fue la Redacción del Plan estratégico para el sector en la Provincia del Chaco cuyo objetivo es el crecimiento de la industria, una mejor calificación de la mano de obra y la articulación con el tejido productivo para el incremento de la productividad regional [25]. Entre las acciones

realizadas por la UTN para aportar al mencionado Plan Estratégico es importante destacar el trabajo que se inició en el 2009 con proyectos de investigación que involucraban docentes y alumnos de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Resistencia (UTN FRRe), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNNE (FaCENa) y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ). Esta integración de unidades académicas tuvo como propósito principal fomentar el desarrollo de I+D en las universidades con carreras de Informática de la región NEA, estimular la transferencia de conocimientos al medio regional, contribuyendo de esta forma a mejorar la competitividad de las empresas PYMES, generar valor para la zona mediante la creación de puestos de trabajo, que posibiliten una mejor inserción laboral de los profesionales formados en la región y eviten la migración de jóvenes graduados a los grandes centros urbanos [26].

Siguiendo con esta línea, en la UTN-FRRe se destaca la conformación de un nuevo Grupo de Investigación vinculado con la Ingeniería y Calidad del Software (GICS) cuyo campo de estudio son las metodologías para evaluar la calidad del proceso y del producto software, su adaptación a las características de las PYMES del NEA y la transferencia tecnológica y/o de formación de recursos humanos en temas relacionados con la mejora de la calidad de Software hacia las PYMES regionales, principalmente. Para formalizar la mencionada vinculación, en el 2013 se firmó un convenio de colaboración con una empresa de desarrollo de software, socia del Polo IT Chaco, a través del cual se han logrado implementar algunos artefactos del Proyecto COMPETISOFT para aportar a la mejora de calidad en el proceso de desarrollo de un proyecto software específico [27].

### **3. Aporte de la Universidad para la mejora de la competitividad de las empresas de Software del Noreste Argentino**

Antes de describir el PDTS, resulta necesario resaltar que el sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) viene posicionándose hace algunos años como uno de los principales factores de producción y mejora económica en la Argentina.

Según el reporte de Agosto de 2014, ofrecido por el OPSSI (Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos de la República) [28], desde 2005 en adelante, SSI y Hardware han tenido una participación casi equivalente (entre el 49% y el 51%) en el mercado TI, pero en el último par de años el Hardware ha experimentado un freno considerable a su crecimiento (1,2% promedio entre ambos años), con lo que SSI ha

ganado terreno, llegando a representar en 2013 el 56% del mercado TI.

Además en este mismo reporte se indica que más del 70% de las empresas que constituyen la Industria del Software en Argentina son PYMES, de las cuales la mayor parte se localiza en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) o Gran Buenos Aires (GBA). Teniendo en cuenta esta realidad, se vuelve condición imperante, para el crecimiento de la Industria, que las empresas adopten estrategias y metodologías que permitan promover su competitividad. Una de estas medidas se asocia necesariamente a la aplicación de modelos de calidad, que tiendan a favorecer a la mejora continua, establecer procesos estándares con insumos y resultados medibles, reducir costos y promover la eficiencia en los procesos de obtención de productos finales. Las empresas se ven beneficiadas al poder ofrecer a sus clientes productos de mayor calidad y seguridad en el cumplimiento de los tiempos previstos [29].

En referencia a los esfuerzos realizados, en forma conjunta, por las empresas de SSI de las provincias de Corrientes y Chaco, localizadas en el Noreste de Argentina, con los respectivos gobiernos provinciales y/o municipales y las universidades nacionales con carreras de Informática radicadas en la región, es importante señalar que en ambas provincias se ha concretado la conformación de los Polos IT Chaco (2005) e IT Corrientes (2007). Un polo tecnológico agrupa a tres tipos de miembros: las empresas del sector, estado y organismos de educación, cuyo objetivo principal es beneficiar a la región y a las empresas. Se busca generar redes de conocimiento con universidades y centros tecnológicos y organizar un equipo de gestión permanente que genere no sólo la vinculación entre empresas, sino también entre éstas y los centros tecnológicos [30].

En este sentido es importante destacar que los aportes desde las Universidades (UTN FRRe y UNNE) a las PYMES de Software en el NEA se remontan al 2009, cuando inician actividades en conjuntos enmarcadas en el Proyecto Interinstitucional titulado “Modelos y métricas para la evaluación de la calidad del software”, acreditado por las Secretarías de Ciencia y Tecnología de ambas universidades [31] [32].

En virtud de éste se ha desarrollado un modelo de Calidad de Software y una herramienta de Software que permite medir la calidad del producto de aplicaciones web, la cual queda disponible para la industria y que, además, forma parte de un Framework a desarrollar en el período 2014-2016 el cual ampliará las posibilidades de medición de calidad del producto [33] [34] [35].

Asimismo, se han llevado a cabo convenios con empresas de Software del NEA, mediante los cuales se han realizado transferencias tecnológicas y de formación

de recursos humanos en temas relacionados con la mejora de la calidad de software, principalmente en temas vinculados con metodologías de calidad para el proceso de Desarrollo de Software.

Es importante destacar, también, que se ha logrado conformar en UTN FRRe un equipo de investigación en temas propios de la Ingeniería de Software (Grupo de Investigación en Ingeniería y Calidad del Software-GICS) y especializar recursos humanos en temas relacionados con la calidad del Software a través de la elaboración de trabajos de fin de carrera y tesis de posgrado y la formación de nuevos doctores en el área de conocimiento relacionado a Ingeniería y Calidad del Software.

Entre los logros obtenidos a partir de los proyectos de investigación que se enmarcan en el GICS, es importante destacar la experiencia de vinculación con una PyME del NEA dedicada al desarrollo de software a medida, mediante la implantación de un ciclo de mejora de calidad en la administración de un proyecto de Software [36] [37].

Esta experiencia se origina en la necesidad que se les presenta a las empresas de la Industria del Software de Argentina de participar en procesos de certificación de calidad. Pues, como estrategia de incremento de la competitividad de las empresas de SSI (Software y Servicios Informáticos), en los últimos años en el país se iniciaron interesantes experiencias de vinculación entre empresas TIC, centros de investigación y organismos públicos. Sumado a esto, la ley que promueve los servicios informáticos en Argentina, Ley N° 25.922, exige la obtención de una certificación de calidad para el acceso a los beneficios impositivos. Esta certificación, además, constituye una necesidad como carta de presentación para ganar mercados internos y externos.

Así, la mejora de procesos de software (SPI) es una actividad que las PYMES deben, necesariamente, implementar para incrementar la calidad y capacidad de sus procesos y, en consecuencia, la calidad de sus productos y servicios [38].

Entre las normas aplicables por la Ley 25.922 de Promoción de la Industria del Software se encuentran las que certifican procesos CMM, CMMI, ISO 9001, ISO/IEC 90003, IRAM 17601 (CMMI - SEI), ISO/IEC 15504, y la que certifica productos ISO/IEC 9126 [39].

Sin embargo aplicar estos modelos o estándares demanda la necesidad de contar, durante determinado período de tiempo, con personal calificado abocado a la gestión de calidad; esto significa la adopción de costos muy elevados por parte de las PYMES, teniendo en cuenta la realidad económica que enfrentan y los factores socio-económicos a los cuales se exponen, provocando la inviabilidad de poder implementar cualquier norma o modelo utilizada internacionalmente [40].

Teniendo en cuenta este contexto, emerge el proyecto COMPETISOFT [41] [42] como alternativa posible para colaborar con las PYMES en el aseguramiento de calidad para procesos y productos. El proyecto COMPETISOFT, fue desarrollado y mejorado por personas que tienen amplio conocimiento en el contenido de los modelos internacionales y cuentan con la experiencia en la implantación de estos modelos en PYMES [43]. La estrategia propuesta por el proyecto Competisoft pretende incrementar el nivel de competitividad de las miPYMES iberoamericanas productoras de software, mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, pueda llegar a ser la base sobre la cual se pueda establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software [44].

En base a esto, desde el Grupo de Investigación de la UTN FRRe, GICS, se inició una línea de investigación enfocada en la implementación de planes de mejora de calidad de acuerdo a los lineamientos establecidos en COMPETISOFT y en el marco del Proyecto de Investigación “Modelos y métricas para la evaluación de la calidad del software”. Así, se propuso a la empresa VGM Sistemas, empresa PyME dedicada al desarrollo de Software e integrante del Polo IT Chaco, trabajar conjuntamente en un proyecto de vinculación que permitiera adaptar artefactos del modelo COMPETISOFT a la realidad particular de esta empresa.

Para empezar a trabajar se estableció orientar el proyecto a la Administración de Proyectos Específicos con el objetivo de definir y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto determinado de acuerdo a los tiempos y costos planificados. Luego de la selección del proyecto de Software que sería objeto de estudio y análisis, se aplicaron los instrumentos definidos de acuerdo a los lineamientos de COMPETISOFT Perfil Básico [45]. Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar un estudio de los mismos y se elaboró, en función a esto, un informe de Diagnóstico, en el que se identificaron las debilidades asociadas al proyecto de desarrollo de Software en estudio. Este informe fue presentado al equipo de VGM Sistemas para su validación. Finalmente se elaboró la propuesta del Plan de Mejora, incluyendo una serie de recomendaciones centradas en los aspectos más débiles asociados al proyecto estudiado y teniendo en cuenta una comparación entre las prácticas que lleva a cabo la empresa para la realización de las actividades involucradas en el proceso de desarrollo de software, respecto de lo establecido por COMPETISOFT.

La experiencia culminó con el feedback de la empresa hacia los integrantes del Grupo de Investigación, GICS. En ese informe VGM Sistemas expresó que la implementación del Plan de Mejoras

propuesto permitiría realizar un adecuado seguimiento de los proyectos, aspecto que constituye una debilidad reconocida por la organización. Por lo expuesto, y considerando el presente de la empresa y su proyección de crecimiento, la dirección impulsó la aplicación de la propuesta elaborada por la Universidad.

El éxito obtenido a partir de esta primer experiencia, impulsó la oportunidad de promover la vinculación entre el sector privado, sector académico-científico y el Estado en la Región NEA a través de la participación conjunta en un PDTS inédito. Así se trabajó conjuntamente en un proyecto cuyo objetivo principal se orienta a contribuir a la mejora en la calidad del Software mediante modelos y métricas aplicados al producto y al proceso de desarrollo y mantenimiento de software, como forma de incrementar la competitividad de quienes lo desarrollan y de aumentar la eficiencia, confiabilidad y seguridad en los distintos ámbitos de aplicación de sistemas informáticos.

Se trata de una propuesta que combina el estudio cuanti-cualitativo orientado a la indagación del uso de metodologías y herramientas de aseguramiento de la calidad en ámbitos de desarrollo de Software en la región NEA. Se propone una fase experiencial en la implementación de propuestas metodológicas y algorítmicas aplicadas a la calidad del producto y del proceso de desarrollo de Software.

El estudio propone aproximarse a la problemática de la calidad en un contexto natural y en el ámbito específico de las PYMES del área de influencia de las Universidades participantes. Se pretende avanzar en dirección integradora, vinculando factores propios de las PYMES de la región con aquellos propios de la disciplina.

Para realizar este trabajo se deberá, por un lado profundizar el estudio sobre los procesos de desarrollo de Software en empresas de la región. Esta actividad se realizará mediante encuestas aplicadas a empresas que integran los Polos IT Chaco y Corrientes y entrevistas en profundidad con una muestra de ellas. Se busca, de esta forma, ampliar la información obtenida mediante las encuestas y permitir la comprensión más ajustada y detallada de los procesos de desarrollo de Software en la región. Si bien este relevamiento fue realizado en el 2009, al inicio de un proyecto previo del que participaron en conjunto ambas universidades, el hecho de que las empresas de ambos Polos han certificado calidad bajo normas ISO 9001 hace necesario actualizar la indagación realizada oportunamente.

En cuanto a la fase experiencial, se plantea para la fase de evaluación de modelos, métodos y normas, en una primera etapa, profundizar en los modelos y estándares posibles de adaptar a las características de las PYMES de SW, definir modelos propios y validarlos mediante su aplicación en el entorno empresarial. En una

segunda etapa se desarrollará un Framework que incluirá diferentes herramientas para evaluar la calidad del proceso y del producto, como así también, una herramienta para sistematización de la aplicación de cálculo de estimación.

Se trabajará estadísticamente en la evaluación del impacto de la aplicación de los modelos, métodos y normas que se propongan y del uso de las herramientas que se desarrollen.

Este tipo de estudio se encuadra en la metodología del proceso innovador, ya que tiene como objetivo concluir con un producto aplicable y útil. Se origina en la materialización de ideas que utilizan principios existentes combinados en forma original (contextualización regional).

En este momento la ejecución del PDTS se encuentra en su fase inicial de relevamiento de información respecto a las PYMES relevadas.

Para ello se ha diseñado una Encuesta, con 9 secciones:

1. Datos Referenciales: Se solicitan datos al encuestado, que será el responsable designado por la Organización para participar del proceso de relevamiento de información (Empresa a la que pertenece, rubro de la empresa, etc.)
2. Desarrollo de Software: En esta sección se releva información respecto a la actividad propia de desarrollo de software y particularidades asociadas tales como tipo de proyectos que lleva adelante la empresa, metodologías de desarrollo usadas, lenguajes o herramientas, etc.
3. Estimaciones: Se recogen datos que identifiquen si la empresa encuestada realiza algún tipo de estimación sea de costo o tiempo para los proyectos de software que presenta.
4. Gestión Cuantitativa: En esta sección se solicita información respecto a la gestión de proyectos por ejemplo si se cuenta con datos históricos, si se utiliz herramientas de gestión, etc.
5. Gestión de Requerimientos: Se recogen valores para indicadores que ayudarán a caracterizar la muestra respecto a la gestión de requerimientos, estándares utilizados, documentación que se realiza, trazabilidad, etc.
6. Gestión de Riesgos: Se solicita información referida a los riesgos asociados a cada proyecto y actividades de administración de los mismos.
7. Medición de Productos de Software: En esta sección se consulta al encuestado sobre las métricas que se utilizan para medir productos de software.
8. Testing: Se releva información referida a si se realizan pruebas, y si es así que técnicas y herramientas se utilizan.

9. Políticas de Calidad: Finalmente se encuesta sobre gestión de calidad asociada a los proyectos de la Empresa (si se utiliza alguna norma de calidad, si la empresa se encuentra en proceso de certificación, etc)

Actualmente la encuesta se realiza de forma on line para poder gestionar la información relevada de forma organizada y just-in-time.

Hasta el momento se cuenta con un total de 18 encuestas, de las cuales 7 corresponden a Empresas dedicadas al Desarrollo de Software (39%) y 11 a Áreas de Sistemas de Empresas (61%); entre las Empresas de Desarrollo, sólo una supera los 7 integrantes –tiene 12–, mientras que las Áreas de Sistemas relevadas cuentan entre 4 y 15 miembros.

Además realizando un primer procesamiento de los resultados obtenidos se pudo comprobar que aproximadamente el 40% de los encuestados utilizan, para sus procesos de desarrollo de Software, alguna metodología ágil (SCRUM, LEAN, KANBAN, entre otras) o combinación de éstas o trabajan con su propia metodología en la que incorporan características de la filosofía ágil.

También es importante resaltar que de lo encuestado, el 80% corresponde a Proyectos de tipo Web que están en etapa de producción o implementación en las empresas y áreas de sistemas que participaron. Asociado a este porcentaje, se obtuvo que solo un 5% de los encuestados hasta el momento, no trabajan con Paradigma Orientado a Objetos.

Respecto a la información relevada sobre Estimación, se observa que el 50% realiza siempre algún tipo de estimación, a lo que se debe sumar un 17% que la efectúa a veces; limitando el universo sólo a las Empresas que utilizan Metodologías Ágiles, el porcentaje que realiza estimación asciende al 89%. En su mayoría la técnica utilizada es el Método basado en la experiencia o juicio experto.

De las encuestas relevadas se aprecia que un 83% utiliza algún tipo de herramienta para la gestión de sus proyectos, ascendiendo al 100% al considerar sólo las Empresas que utilizan Metodologías Ágiles.

## Conclusiones

Con el PDTS “Aporte a la competitividad de las empresas de desarrollo de Software del NEA”, se propone aportar a la Ingeniería de Software como campo del conocimiento orientado al desarrollo de metodologías y herramientas tendientes a la utilización de procesos ingenieriles que atiendan la particularidad del software como producto intelectual y adecuado a la realidad de las empresas PYMES dedicadas al desarrollo de Software en la región Noreste de Argentina.

Entre los objetivos de la Ingeniería del Software se busca evitar la construcción artesanal que atenta contra la calidad en los aspectos referidos a la confiabilidad, mantenibilidad y seguridad del software. Así el proyecto, descrito en el presente artículo, busca, particularmente, aportar a un área más específica como la Calidad referida al proceso de desarrollo de software, mediante la evaluación y desarrollo de métodos y herramientas destinados a la evaluación de la calidad del software, y el aporte de herramientas para hacer más eficiente la gestión de proyectos de este tipo.

En el contexto universitario, la concreción de los objetivos del proyecto permitirá el desarrollo de actividades de investigación en un área considerada de vacancia en la región, y permitirá la inserción y el crecimiento en el camino de la investigación de alumnos y recientes graduados de las carreras de Informática.

Además se pretende contribuir a los procesos de mejora en la formación de los profesionales de la Informática dado que la generación de nuevos conocimientos y la actualización resultante de las tareas previstas en el proyecto, se trasladarán a los alumnos a través de las cátedras y capacitaciones que se dictan en las Universidades involucradas. Por otro lado, el trabajo con empresas de desarrollo de Software favorecerá la formación de Recursos Humanos insertos en la industria local.

El trabajo interinstitucional, contribuirá a la difusión de los conocimientos y el intercambio productivo entre las instituciones participantes, enriqueciendo la visión de la temática y la posibilidad de avanzar en vinculaciones efectivas en otras actividades académicas que contribuyan al desarrollo del sector en la región NEA y a la calidad de la formación de los recursos humanos.

En la región de influencia de las Universidades participantes se encuentran consolidados 2 Polos Informáticos: el Polo IT Chaco desde el año 2005 y el Polo IT Corrientes desde el 2007. Ambos nuclean un total de 19 empresas PYMES de SW. Estas empresas serán las destinatarias del proyecto. El cumplimiento de los modelos y estándares de calidad posibilitarán mayores ventajas para la comercialización de sus productos.

Mejorar la calidad de los productos software no sólo mejora las posibilidades de comercialización de los mismos, sino que también, y principalmente, favorece a las organizaciones que lo implementen dado que incrementará la eficiencia, confiabilidad y seguridad de sus procesos.

Aumentar la competitividad de las empresas PYMES permitirá generar valor para la zona mediante la creación de puestos de trabajo, lo que a su vez posibilitará la inserción de los profesionales formados en la universidad, evitando el desarraigo de los jóvenes graduados.

La experiencia aquí presentada, y materializada en el proyecto de vinculación descripto, debe considerarse como instrumento de motivación, para quienes trabajan en investigación en las universidades, a desarrollar una postura proactiva, responsable y comprometida con el desarrollo regional, contribuyendo desde la Universidad en el diseño de propuestas similares que permitan mejorar la interacción entre los sectores académicos, empresariales y gubernamentales, fortaleciendo los procesos de innovación y transferencia del mismo a la sociedad toda.

Finalmente, es importante destacar que las políticas de vinculación son un punto de encuentro a través de la formalización de las redes de comunicación e información entre los agentes de la vinculación. Este tipo de proyectos son fundamentales para la difusión del conocimiento y la formación de recursos humanos, y permiten, además, visualizar fácilmente los compromisos que asumen los participantes de la vinculación..

#### 4. Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación de acreditado “Framework para la evaluación de Calidad del Software”, EIUTIRE0002205TC de la Universidad Tecnológica Nacional.

Cabe destacar también que el Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social presentado, “Aporte a la competitividad de las empresas de desarrollo de Software del NEA”, IP253, ha sido evaluado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), obteniendo un puntaje de 91/100 y recomendado para su financiamiento.

Queremos agradecer, además, al aporte realizado por la Mg. Gladys Dapozo, Docente Investigadora de la UNNE, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura.

#### 5. Referencias

- [1] J. Azagra. “La contribución de las universidades a la innovación”. Diss. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, 2004.
- [2] G. Vasconcelos Vale; J. Wilkinson; R. Amâncio. “Empreendedorismo, inovação e redes: uma nova abordagem”. RAE-eletrônica, v. 7, n. 1, 2008. Disponible en: [http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590\\_S1676-56482008000100008.pdf](http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S1676-56482008000100008.pdf).
- [3] S. Burch. "Sociedad de la información/Sociedad del conocimiento." Palabras en Juego: Enfoques Multiculturales sobre las Sociedades de la Información, C & F., 2005.7
- [4] H. Etkowitz; L. Leydesdorff. "The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations." Research policy 29.2: 109-123; 2000.
- [5] L. Leydesdorff; H. Etkowitz. "Emergence of a Triple Helix of university—industry—government relations." Science and public policy 23.5: 279-286; 1996.
- [6] L. Leydesdorff; Henry Etkowitz. "The triple helix as a model for innovation studies." Science and public policy 25.3: 195-203; 1998.
- [7] C. Castillo, H. Giselle. “El Modelo de la Triple Hélice como un medio para la vinculación entre la Universidad y la Empresa”. Revista Nacional de Administración, 1 (1): 85-94. Costa Rica; 2010.
- [8] M.J. Luengo and M. Obeso. "Efeito da hélice tríplice em desempenho de inovação." RAE-Revista de Administração de Empresas 53.4: 388-399; 2013.
- [9] Alcántar Enríquez, V.; Arcos Vega, J.; Mungaray Lagarda, A. “Vinculación y posicionamiento de la Universidad Autónoma de Baja California con su entorno social y productivo” Ediciones UABC ISBN 9707 50 6, 9789707 50 8 006.
- [10] H. Thomas; A. Davyt; E. Gomes; R. Dagnino. “Racionalidades de la interacción Universidad-Empresa en América Latina (1955-1995)”. Revista Educación Superior y Sociedad. Vol. 8 N° 1: 83-110; 1997.
- [11] Thomas, H.; Davyt, A.; Gomes, E.; Dagnino, R “Racionalidades de la interacción Universidad-Empresa en América Latina (1955- 995)” Educación Superior y Sociedad. UNESCO/CRESALC, Vol. 8, Nro. 1. 1997.
- [12] Thomas, H., Davyt, A. & Dagnino, R. “Racionalidades de la interacción Universidad-empresa en América Latina (1955-1995)”. [Electronic version]. Revista Espacios, 18. 1997.
- [13] Márquez, K.; Morales Rubiano, M.E.; Ortiz Riaga, M. “Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-Estado: retos para las universidades colombianas”. Equidad Desarrollo. ISSN 1692-7311. 2011.
- [14] UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y del Caribe. Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Guillermo Lemarchand, editor. 2010.
- [15] Pineda, K. y Morales, M. “ Integración Universidad, empresa y Estado: retos para la Universidad Militar Nueva Granada”. Memorias del V Encuentro de Investigaciones de la UMNG. Bogotá. 2010.
- [16] Velho, L.; Velho, P.; Davyt, A. “Las políticas e instrumentos de vinculación Universidad-Empresa en los países del MERCOSUR” Educación Superior y Sociedad UNESCO/CRESALC, Vol. 9, Nro. 1. 1998.
- [17] L. Marrone; R. González del Solar. Crítica, creatividad y rigor: Vértices de un triángulo culturalmente valioso. INTERCIENCIA. Vol. 32 N° 5: 354-357; 2007.
- [18] M. F. Arias. “La vinculación Universidad-Empresa-Estado, ¿es necesaria? La percepción de académicos argentinos”. Revista Iberoamericana de Ciencias Empresariales y Economía Universidad de la Empresa, ISSN: Impreso 1688-6631 ISSN: Electrónico 2301-1084. Vol. 4 N° 4; 2013.
- [19] Nivoli, M “Balance de la experiencia de la Oficina de Transferencia de Tecnología (CONICET, Argentina)”, Revista de Derecho Industrial, Nro. 31, Buenos Aires. 989
- [20] Carboni, S.; Delicio, F.; Maestromey, M “Relación entre universidad y sector productivo” Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, FACES de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Año 6, Nro. 9. 2000.



- [21] Vallejos, O "Universidad-empresa: un estudio histórico-político de la conformación del CETRI Litoral" Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad. Vol. 6, Nro. 16. ISSN 1850-00 0
- [22] Secretaría de Vinculación Tecnológica - UTN "Vinculación Tecnológica – Experiencias de Transformación" eUTecNe 0 0 Disponible en [http://www.edutecne.utn.edu.ar/vinc\\_tecnologica/vinc\\_tecnol\\_experiencias.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/vinc_tecnologica/vinc_tecnol_experiencias.pdf)
- [23] "Vinculación Tecnológica: Experiencias de Transformación". EduTecne. UTN. ISBN 978-987-25855-4-9; 2010.
- [24] S. Mariño; M. Godoy; J. Escalante; M. Burghart; C. Cima. "Sistemas de Información, experiencias de apoyo al sector productivo desde la Universidad". 6° Jornadas de Vinculación Universidad-Industria, JUI 2012. 41 JAIIO. ISSN:1851-2518-Página 31; 2012.
- [25] L. Cuenca Pletsch;G. Dapozo;C. Greiner;M. Estayno. "Vinculación Universidad-Empresa orientada a la promoción de la industria del software. Una experiencia de colaboración en la región NEA". Revista del Núcleo de Estudios e Investigaciones en Educación Superior del MERCOSUR. ISSN 2313-9080.Vol. 1, Pp. 36-41; 2012.
- [26] Estayno, M; Dapozo, G.; Cuenca Pletsch, L.; Greiner, C. "Una experiencia de vinculación entre universidades y polos tecnológicos del NEA orientada a la promoción y consolidación de la industria del software en la región". Anales de la JUI (Jornadas de Vinculación Universidad Industria). ISSN 1851-2518. 2011
- [27] Pinto, N.; Cuenca Pletsch, L.; Acuña, C.; García, J.; Romero, G. "Vinculación Universidad-Empresa en el NEA: Una experiencia sobre la evaluación de calidad utilizando Competisof". II Congreso Argentino de Ingeniería (CADI 2014). Cap 3: Desarrollo Regional. Vinculación Universidad, Empresa y Estado. ISBN 978-987-1662-51-7. 2014.
- [28] "Reporte semestral sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina". Información obtenida desde <http://www.cessi.org.ar/descarga-institucionales-1676/documento2-af8690177391702ac25c76c0a5682e17>
- [29] Instituto de Fomento Empresarial – IFE. "Polo IT - Hacia la Certificación de un Sistema de Gestión de Calidad". Información disponible en <http://www.ife.gov.ar/articulo/articuloDetalle.aspx?articuloId=622>
- [30] Estayno, M. G., Dapozo, G. N., Greiner, C. L., Cuenca Pletsch, L. R., & Pelozo, S. S. "Caracterización de las PYMES de software de la región NEA orientada hacia un marco de mejora de la calidad". XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. (2009).
- [31] Estayno, M.; Dapozo, G.; Cuenca Pletsch, L.; Greiner, C.; Medina, Y; Ferraro, M.; Acuña, C.; Pinto, N. "Métodos y herramientas orientados a la calidad del software". XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC). ISBN: 978-950-766-082-5. 2012.
- [32] Llana, M.;Dapozo, G ;Greiner, C ; Estayno, M "Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en PYMES" XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 2013.
- [33] Pinto, N.; Tortosa, N.; Cuenca Pletsch, L.; Acuña, C.; Greiner, C.; Estayno, M. "Aproximación de Evaluación de Calidad de Aplicaciones Web". Revista "Ciencia y Tecnología". Año XIII, Número 13, 53-68. ISBN: 1850-0870. ISSN (en línea): 2344-9217. 2013.
- [34] Tortosa, N.; Pinto, N.; Acuña, C.; Cuenca Pletsch, L.; Estayno, M. "QUCO2: Development of a tool for measuring the quality of Web applications". XIX Congreso Argentino de Computación (CACIC). ISBN: 978-987-23963-1-2. 2013.
- [35] Tortosa, N.; Pinto, N.; Acuña, C.; Cuenca Pletsch, L.; Demartino, B. "QuVi: Una herramienta estadística para la toma de decisiones orientadas a obtener sistemas Web de Calidad". II Congreso Argentino de Ingeniería (CADI). ISBN 978-987-1662-51-7. 2014
- [36] Pinto, N.; Cuenca Pletsch, L.; Acuña, C.; Zaragoza, G. "Competisof, una oportunidad de mejora para PYMES del NEA: primer experiencia de ciclo de mejora en el desarrollo de un proyecto de software". III Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limítrofes. ISBN: 978-950-42-0157-1. 2014.
- [37] Pinto, N.; Cuenca Pletsch, L.; Acuña, C.; García, J.; Romero, G. "Vinculación Universidad-Empresa en el NEA: Una experiencia sobre la evaluación de calidad utilizando Competisof". II Congreso Argentino de Ingeniería (CADI). ISBN 978-987-1662-51-7. 2014.
- [38] Pino, F.; García, F.; y Piattini, M. "Revisión sistemática de mejora de procesos de software en micro, pequeñas y medianas empresas": Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería de Software. Vol. 2, N° 1. 2006.
- [39] Secretaría de Industria Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa.Resolución 61/2005: Productores de Software y Servicios Informáticos, <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/105000-109999/106061/norma.htm>
- [40] Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, 2005 . SPECIAL REPORT CMU/SEI-2006-SR-001. 2006.
- [41] COMPETISOFT, Proyecto. "COMPETISOFT-Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 0.2." Diciembre 2006.
- [42] COMPETISOFT: Mejora de procesos software para pequeñas y medianas empresas y proyectos. Alfaomega, 2009.
- [43] Llana, M.;Dapozo, G.;Greiner, C.;Estayno, M. "Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en PYMES". XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 2013.
- [44] Oktaba, H.; García, F.; Piattini, M.; Ruiz, F.; Pino, F; Alquicira, C. "Software process improvement: The Competisof Project". Computer, vol. 40, No. 10 (Oct.), pp. 21-28. 2007.
- [45] "COMPETISOFT Perfil Básico. Modelo de Procesos para PYMES de Iberoamérica". Proyecto CYTED. Agosto 2007