

## ESTUDIO DEL CASO NENEK: IMPACTO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

D. R. Hernández López<sup>1</sup>  
R. M. Jiménez Maldonado<sup>2</sup>  
A. C. C. Salcedo Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se presenta una estrategia que propone vincular a alumnos de Ingeniería con proyectos de investigación desde los primeros semestres, con la finalidad de formar competencias específicas y genéricas durante su proceso de formación profesional, a través de la vinculación a un proyecto de investigación vigente (Nenek). Realizando un estudio de caso, evaluando cuantitativamente metas académicas y de investigación. Las metas académicas estudiadas fueron: Créditos Complementarios, Servicio Social, Residencia Profesional y Titulación integral. Las metas de investigación corresponden a los productos generados por los alumnos dentro del proyecto Nenek, tales como: Artículos y carteles, ponencias, documentos de Residencia Profesional, Tesis, Informes de Residencia Profesional, vocabulario, corpus, acervo y estancias. De 25 alumnos incorporados a la estrategia, el 24% alcanzaron de tres a cuatro metas académicas, 24% dos, 16% una y el 36% pueden seguir su transición a las siguientes metas. El 40% de los alumnos participantes consiguieron metas de investigación como: ponencias, carteles, corpus, vocabulario, acervo y artículos. Tomando en cuenta que el proyecto es multidisciplinario, se conduce una discusión sobre las experiencias obtenidas por los alumnos, basada en una evaluación cualitativa del mismo. La implementación de la estrategia de vinculación gradual, mejoró la consecución de metas y en consecuencia las competencias de los alumnos.

### ANTECEDENTES

Actualmente en México, existe un déficit considerable de tecnólogos e investigadores, lo cual se refleja en la poca aportación que hace este país al mundo, en términos de generación del conocimiento y desarrollo tecnológico (Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, 2013). En el (Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, 2011) SIICYT se menciona que para ese año se estimaba que el número de investigadores por cada mil integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA) llegaría a uno, debido al bajo ritmo de crecimiento del número de investigadores en México. La participación de Ingenieros en el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, mejora las posibilidades de generar tecnología a partir de los resultados de investigación y finalmente facilita la transición de dicha tecnología hacia desarrollos tecnológicos, los cuales mejorarán el déficit del país en este rubro.

Se requiere entonces una fórmula que permita involucrar a los alumnos de Ingenierías en proyectos de investigación, con el fin de enriquecer el perfil profesional con competencias que les permitan desarrollar tecnología y tomar ventaja de los resultados de la investigación realizada. En este trabajo se presenta una estrategia, que propone vincular a alumnos de ingeniería con proyectos de investigación desde los primeros semestres. La idea básica es realizar dicha vinculación en forma paralela con el proceso de formación profesional, que los alumnos de ingeniería de los Institutos Tecnológicos deben realizar para obtener el título de Ingeniero.

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. [dalia\\_rhl@hotmail.com](mailto:dalia_rhl@hotmail.com).

<sup>2</sup> Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. [rosa\\_jmz@hotmail.com](mailto:rosa_jmz@hotmail.com).

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. [crimilda@yahoo.com.mx](mailto:crimilda@yahoo.com.mx).

En la estrategia se asignan gradualmente un conjunto de metas al alumno, en concordancia con el crecimiento de las competencias adquiridas en su proceso de formación profesional, así como la experiencia adquirida al asociarse a un proyecto de investigación.

Dos tipos de metas se establecen en esta estrategia.

- *Metas Académicas:* Son las etapas del proceso de formación profesional tales como: Créditos Complementarios, Servicio Social, Residencias y Titulación Integral.
- *Metas de Investigación:* Estas metas se obtienen cuando el alumno consigue productos tales como: reportes técnicos, artículos, ponencias, prototipos y documentos de Tesis y/o Residencia Profesional.

La cuantificación de las metas que ha obtenido cada alumno y su distribución en una línea de tiempo, representando su proceso de formación profesional, permite, en esta estrategia, determinar fácilmente la contribución del alumno al proyecto de investigación y viceversa.

### **Descripción de las acciones estratégicas y la asignación gradual de metas**

A continuación se enuncian las etapas del proceso de formación profesional, las características de los alumnos que las realizan y la forma en la cual estratégicamente se vincula dicha etapa con diferentes metas de un proyecto de investigación:

Créditos complementarios: Se otorgan a los alumnos cuando realizan actividades en beneficio de su formación integral, con el objetivo de complementar sus competencias profesionales (Lineamiento para Acreditación de Actividades Complementarias versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010, 2011). Los alumnos que cursan los semestres del 1° al 6° son aquellos que pueden acceder a dicha meta.

*Acción estratégica aplicada:* los alumnos que cuenten con características como: responsabilidad, habilidad de programación, que sean metódicos, hablantes ténec (no necesario, pero si sugerido) son invitados a cubrir esta meta académica vinculados a actividades en el grupo de investigación. A través de un semestre, se les capacita en aspectos útiles para el desarrollo de aplicaciones requeridas por el proyecto de investigación y sobre el entorno de trabajo, reglamento y normas éticas establecidas por el director del grupo. Los alumnos son asignados a trabajar con residentes previamente ya vinculados, de tal manera que, paralelamente a su capacitación, comiencen a realizar pequeñas aplicaciones del proyecto que apoyen al residente a conseguir su propia meta.

Servicio social trabajo de carácter temporal y obligatorio que institucionalmente presta y ejecuta un estudiante en beneficio de la sociedad, para cumplir con los créditos del plan de estudio. Los alumnos que cursan el 7° u 8° semestre son aquellos que se encuentran en condiciones de obtener esta meta académica. (Lineamiento para la Operación y Acreditación del Servicio Social versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010, 2011)

*Acción estratégica aplicada:* El caso ideal es aquél en el cual los alumnos vinculados en la etapa de créditos complementarios transiten al servicio social. Los servidores sociales son asignados a los alumnos que realizan tesis. Al alumno se le asignan partes importantes del desarrollo de un tópico determinado del proyecto de investigación. Estos adquieren mayor

responsabilidad y se les invita a realizar un anteproyecto para desarrollar la Residencia Profesional.

*Las residencias profesionales* son una estrategia educativa de carácter curricular, que permite al estudiante emprender un proyecto teórico, práctico, analítico, reflexivo, crítico y profesional, para resolver un problema específico de la realidad social y productiva, para fortalecer y aplicar sus competencias profesionales. Los alumnos a partir del 9° semestre de la carrera deben realizar la Residencia Profesional siempre y cuando hayan cubierto los créditos requeridos (Lineamiento para la Operación y Acreditación de la Residencia Profesional versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010, 2011).

*Acción estratégica aplicada:* El caso ideal es aquel en el cual un servidor social vinculado, transita hacia la residencia. La residencia se diseña para conseguir una o más metas de investigación, así como la capacitación y asesoría continua de los alumnos de servicio social o crédito complementario que les sean asignados, dado que en este punto el alumno ha recibido al menos dos cursos de capacitación en el grupo de investigación. Es responsabilidad de los residentes asistir a los seminarios ofrecidos por el grupo de investigación, los cuales incluyen también realizar ponencias sobre las metas de investigación.

*La titulación integral* es la validación de conocimientos, habilidades y actitudes (competencias) que el estudiante adquirió y desarrolló durante su formación profesional. (Lineamiento para la Titulación Integral versión 1.0 Planes de Estudio 2009-2010, 2012). Una vez terminado el plan de estudios los alumnos optan por programas para obtener su grado de licenciatura a través de la titulación integral, que puede ser: entregar un informe técnico de la Residencia Profesional o el desarrollo de una tesis.

*Acción estratégica aplicada:* A los alumnos que han transitado a esta etapa se les asignan metas de investigación que tienen que ver con desarrollar la tecnología diseñada y/o requerida por el proyecto de investigación. Se les invita a generar su tesis describiendo dichas metas, lo cual les permite obtener más de un producto (artículo, ponencia, cartel, entre otros).

Con el fin de determinar la efectividad de la estrategia antes mencionada, en éste trabajo se describe la aplicación de la misma en un proyecto de investigación vigente.

## **METODOLOGÍA**

Para conducir la evaluación de la estrategia propuesta en éste trabajo, se eligió un instrumento clásico de investigación llamado estudio del caso (Yin, 1994). La evaluación de la estrategia se realiza tanto en forma cuantitativa como cualitativa y ambas se describen en esta sección.

### **Descripción del estudio del caso**

El sujeto de estudio es un proyecto vigente llamado Nenek, desarrollado por el Grupo de Investigación en Sistemas de Almacenamiento Adaptable (GISAA) del Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITV) en colaboración con la Universidad Autónoma de San

Luis Potosí (UASLP) financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) Ciencia Básica con No. 180863. El proyecto se desarrolla en cuatro etapas anuales con una vigencia que cubre de enero 2013 a diciembre 2016. Cada institución aporta al proyecto particularidades propias de su ramo y especialidad, de tal forma, que el desarrollo de una plataforma y herramientas lingüísticas se realiza por parte del Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITV) y las tareas de documentación lingüística las lleva a cabo la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ (UASLP).

En el portal del proyecto (nenek.mx, 2012) se puede consultar información específica del mismo, así como los productos generados en la primera fase del mismo y en la cual se ha involucrado a alumnos de las diferentes carreras que ofrece el Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITV) del área de Sistemas y Computación. Lo anterior impone a los alumnos de ingeniería el desafío de desarrollar actividades poco cercanas a su perfil tales como: trabajo de campo y difusión, lo cual agrega un ingrediente de heterogeneidad para ser estudiado. Todos los alumnos del Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITV) que participan en el proyecto bajo estudio, han sido vinculados al mismo mediante la estrategia descrita en este trabajo. Se han cuantificado tanto las metas académicas como las de investigación que han obtenido los alumnos y se ha realizado un análisis de productividad de cada uno, así como un análisis global de las contribuciones de los mismos al proyecto. Los resultados del estudio del caso Nenek permiten mostrar la influencia de la estrategia propuesta.

### **Definición y recopilación de métricas**

Para realizar los análisis de efectividad de la estrategia propuesta, dos métricas fueron analizadas para la evaluación cuantitativa en el estudio del caso:

La *métrica académica* se obtiene al acumular las metas académicas conseguidas por cada alumno en las etapas de su proceso de formación profesional. Esta métrica permite observar el grado de vinculación de cada alumno con el proyecto de investigación.

La *métrica de investigación* reconoce la contribución del alumno al proyecto, al acumular el número de productos conseguidos por cada uno en cada etapa de la estrategia de vinculación, por ejemplo: artículos, ponencias, documento de Residencia Profesional, documentos de Tesis, Carteles, informe de residencias, Estancias Académicas. La colección de métricas académicas y de investigación, se realizó recopilando información de los registros del proyecto Nenek, producidas durante la aplicación de la estrategia en tres periodos (Enero-Junio 2013, Agosto-Diciembre 2013 y Enero-Junio 2014).

Para evaluar los aspectos cualitativos de la estrategia se elaboraron cuestionarios con 6 preguntas (tres de opción múltiple y tres abiertas), mismos que fueron aplicados a diez alumnos que llevaron a cabo actividades de trabajo de campo y/o difusión. Este instrumento busca identificar los elementos clave que impactan en un proyecto de investigación multidisciplinario solicitando información sobre: cuántos de ellos participaron en las acciones mencionadas, qué resultados obtuvieron de ellas, qué competencias consideraron se fortalecieron, qué diferencias encontraron entre lo que realiza comúnmente un ingeniero contra las que lleva a cabo un humanista, cómo éstas actividades mejoraron el desarrollo

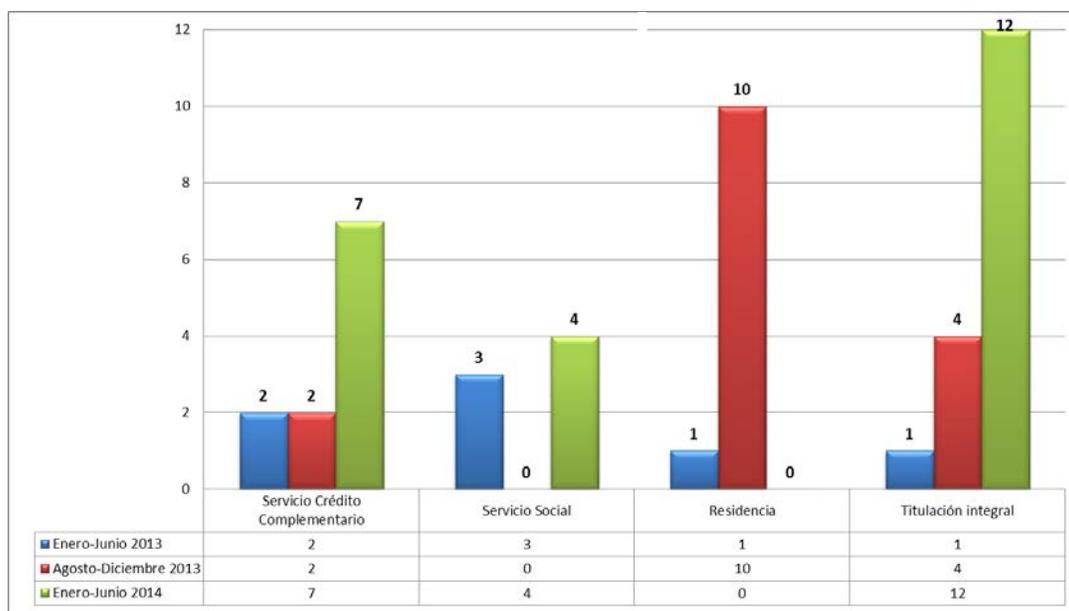
del proyecto y qué fue lo más difícil de llevar a cabo. Se grafican resultados y se analizan para describir de manera cualitativa los aprendizajes y experiencias logrados.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos al estudiar el caso Nenek en las evaluaciones cuantitativas y cualitativas.

#### Evaluación cuantitativa de la estrategia de vinculación

Como primer paso se analizan las métricas académicas globales de los alumnos vinculados al proyecto Nenek. La Figura 1 muestra dichas métricas para cada etapa del proceso de formación profesional en los periodos Enero- Junio 2013, Agosto-Diciembre 2013 y Enero-Junio 2014. Como se puede observar, la aplicación de la estrategia ha conseguido incrementar periodo a periodo el número de alumnos vinculados al proyecto.

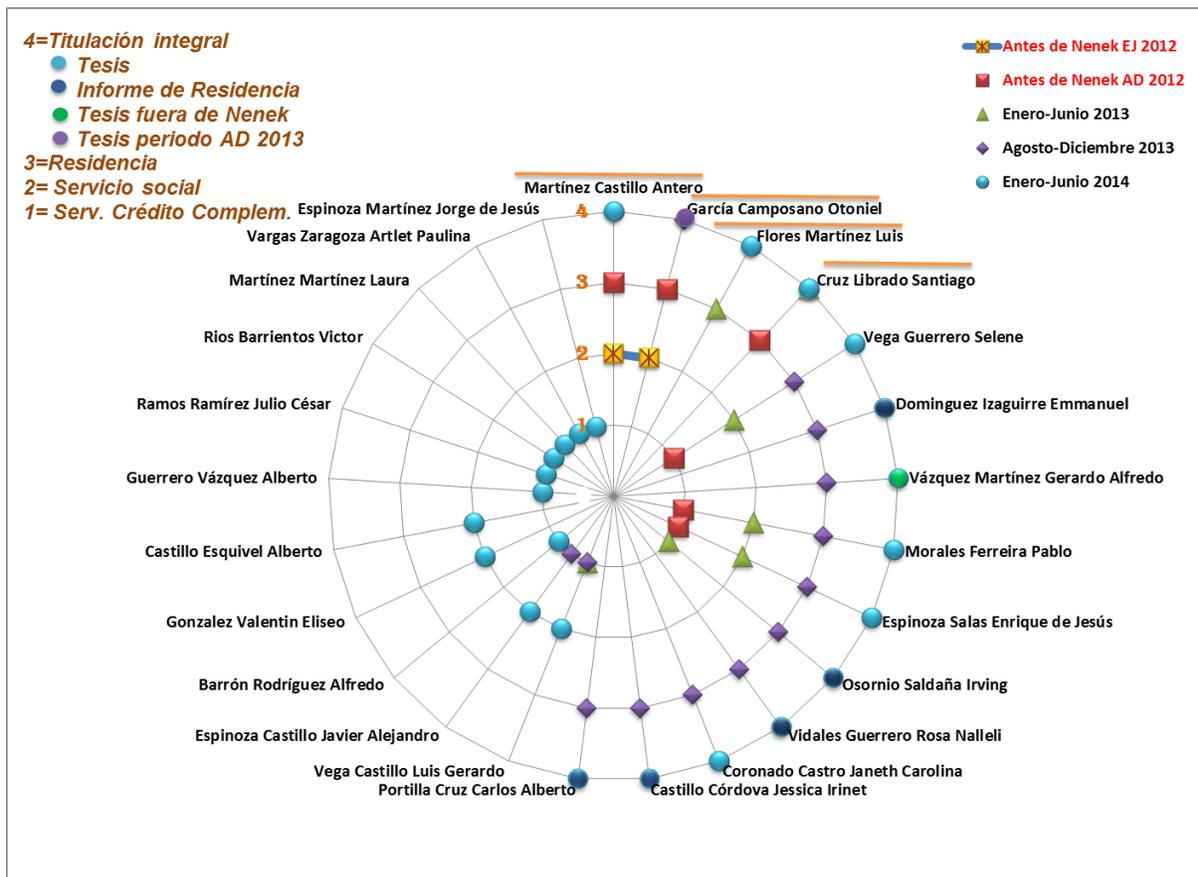


**Figura 1. Número de alumnos involucrados en proyecto de investigación Nenek por estrategia de vinculación**

En la Figura 2 se expresan las metas académicas obtenidas por cada alumno vinculado al proyecto. Cada círculo en la gráfica representa una meta académica y un punto en cada círculo implica que el alumno ha transitado por dicha etapa. Se muestran diferentes tipos de alumnos: aquellos que se habían vinculado al grupo de investigación y pasaron después al proyecto Nenek (3 de ellos con 4 metas conseguidas 3 con al menos 3 metas). Se muestran también aquellos alumnos que se incorporaron una vez iniciado el proyecto Nenek (9 con al menos 2 metas conseguidas, 1 alumno con 3 metas y 2 de ellos solo con una sola meta, 11 de ellos aún pueden seguir su transición a las siguientes metas).

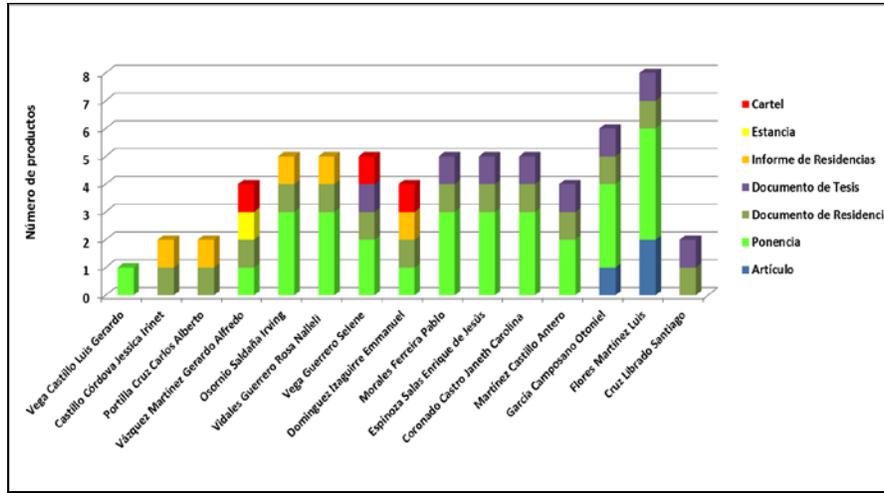
Finalmente, se exponen aquellos alumnos que han comenzado su proceso de formación profesional vinculados al proyecto Nenek (7 alumnos con al menos 1 meta conseguida). De

los 25 alumnos vinculados mediante la estrategia propuesta, cuatro son de Licenciatura en Informática o LI y 21 de Ingeniería en Sistemas Computacionales o ISC.



**Figura 2. Recurso Humano formado participando en proyecto Nenek en la estrategia de vinculación por semestre**

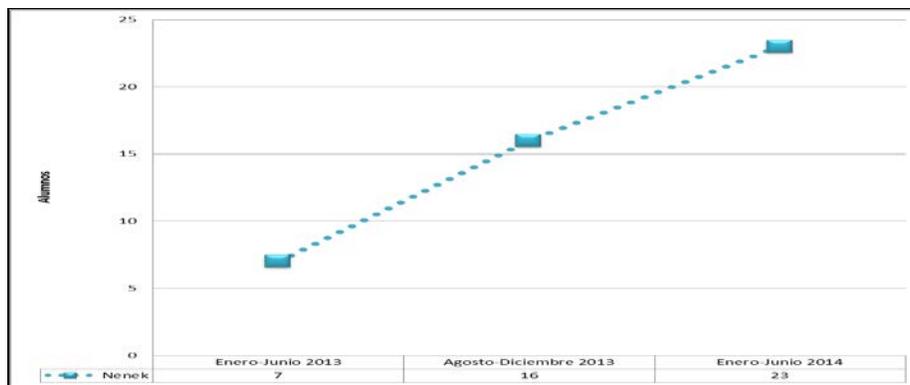
En la Figura 3 se observan los productos de investigación generados por los alumnos vinculados al proyecto Nenek tales como: Carteles, estancias, Informe de Residencias, Documento de Tesis, Documento de Residencias, Ponencias y Artículos. Al concluir la primera etapa del proyecto, los alumnos colaboradores cuentan con una producción de: tres artículos, 29 ponencias una de ella con premio estatal de investigación en el 1er Encuentro de Jóvenes Investigadores de San Luis Potosí, 14 documentos de residencias (puede haber hasta tres alumnos asociados a un solo proyecto de residencia), ocho tesis (una terminada y siete en proceso), cinco informes de Residencia Profesional en proceso (puede haber más de un alumno), una Estancia Académica y tres carteles o posters en conferencia. Cabe mencionar que se tienen alumnos que no cuentan con algún producto, por estar en periodo de capacitación.



**Figura 3. Productos generados por los alumnos colaboradores del proyecto Nenek**

La producción de metas de investigación de los alumnos, es proporcional a las metas académicas conseguidas durante su vinculación con el proyecto de investigación, porque la estrategia les permite acumular metas gradualmente. El caso de Luis Flores Martínez es atípico ya que él es hablante de la lengua Tének y gran parte de los proyectos requieren de su participación. Es importante notar que las oportunidades de becas (PRONABES, alimentarias, CONACYT, de la SEP, entre otras) motivan e incrementan la colaboración de los alumnos en el proyecto por periodos extensos.

La Figura 4 muestra en números absolutos la cantidad de estudiantes vinculados al proyecto en cada período. Como se puede observar, la vinculación de los alumnos al proyecto mediante la estrategia propuesta ha crecido en forma exponencial (Moore, 1965). De hecho se aprecia un incremento de un 328% del número de alumnos participantes en el proyecto Nenek, con respecto a los que iniciaron en el mismo. Lo anterior se debe a los incentivos conseguidos para los alumnos vinculados así como por las metas obtenidas por ellos mismos.

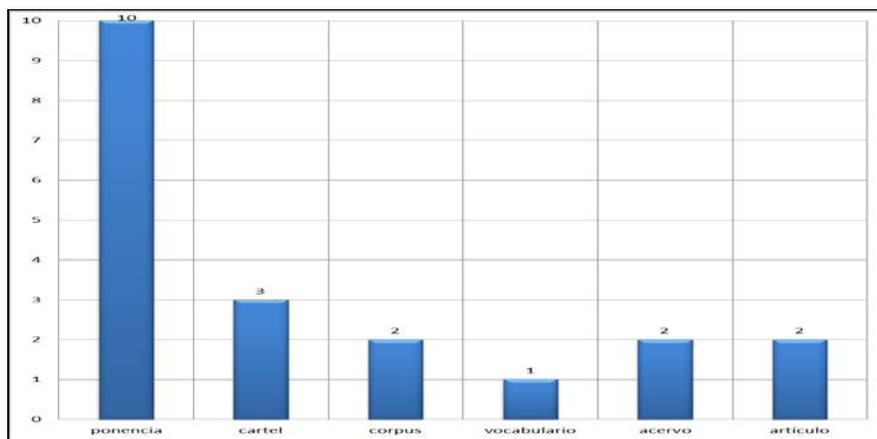


**Figura 4. Cantidad de alumnos en el proyecto Nenek por periodo**

### Evaluación cualitativa de la estrategia de vinculación

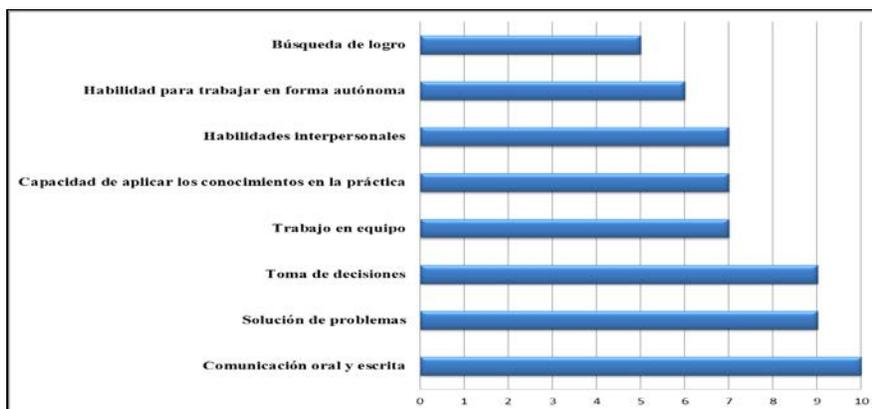
En esta sección se describen los resultados del cuestionario aplicado a los diez alumnos que participaron tanto en trabajo de campo y/o en actividades de difusión.

En la Figura 5, se muestra el número de alumnos que consiguieron al menos un producto derivado del trabajo de campo y difusión: ponencias (10/10), carteles (3/10), corpus (2/10), vocabulario (1/10), acervo (2/10), artículos (2/10).



**Figura 5. Número de alumnos asociados a los resultados obtenidos en el trabajo de campo y difusión**

En la Figura 6 se muestran diez competencias establecidas dentro de los programas de estudio acordes a la carrera, así como la valoración que hacen los propios alumnos sobre cuales se vieron fortalecidas a raíz de la participación en trabajos de campo y difusión. Como se puede ver, la comunicación oral y escrita obtuvo (10/10), toma de decisiones y solución de problemas (9/10), habilidades interpersonales, capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica y trabajo en equipo (7/10), habilidad para trabajar en forma autónoma (6/10), búsqueda de logro (5/10).



**Figura 6. Competencia adquiridas por los alumnos involucrados en trabajo de campo y difusión**

Tres preguntas abiertas completan el cuestionario aplicado y sus respuestas se discuten a continuación: en lo referente a las *diferencias entre el trabajo tradicional realizado por un ingeniero con respecto al trabajo de campo*, los encuestados responden en dos sentidos, primero: esta actividad permite ver el impacto de la tecnología en otros ámbitos como es la preservación de la lengua, segundo: como el trabajo colaborativo con otras disciplinas apoya el cumplimiento de metas.

A la pregunta *¿Cómo mejoró esta actividad el desarrollo del proyecto?*, los encuestados coinciden en que se incrementó el número de nuevos usuarios en la plataforma y la cantidad de materiales en lengua Tének y se obtuvieron opiniones que permitieron mejorar el diseño de la misma, tales como: la necesidad de integrar una versión para el uso en dispositivos móviles. En la pregunta que hacía referencia a los *desafíos que enfrenta un ingeniero al realizar trabajo de campo y/o difusión*, los encuestados identificaron tres desafíos: 1) conseguir que los usuarios participen en el proyecto 2) coordinarse equipos de trabajos y 3) optimizar el tiempo y los recursos.

## CONCLUSIONES

La implementación de una estrategia de vinculación gradual de alumnos a proyectos de investigación usando las metas académicas como líneas de tiempo, mejora la consecución de metas de investigación de los alumnos. La estrategia es más exitosa cuando se consigue que el alumno transite todas las metas académicas vinculado al proyecto de investigación, porque mientras más se vincule al alumno, más metas de investigación consigue. Incluir a los alumnos vinculados en la capacitación de nuevos alumnos mejora las competencias del perfil profesional de ambos. La inclusión de los ingenieros en proyectos de investigación permite que la investigación aplicada transite al desarrollo tecnológico mejorando las oportunidades del proyecto de investigación para consolidar dicha tecnología en desarrollos tecnológicos.

Desde el punto de vista del alumno, su inclusión gradual en un proyecto de investigación le permite desarrollar: interés para continuar su carrera como investigador al haber adquirido la disciplina, responsabilidades y valores éticos asociados a dicha tarea, lo cual, de acuerdo a las propias palabras de los alumnos vinculados, también les permite crecer personal y profesionalmente.

El (Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, 2013) resalta que al día de hoy México solo aporta el 1% del total del mercado global del conocimiento, y los investigadores mexicanos por cada 1,000 miembros de la población económicamente activa, representan alrededor de un décimo de lo observado en países más avanzados. Por lo que la estrategia de vincular gradualmente a alumnos de ingenierías a proyectos de investigación resulta una opción interesante para incentivar la participación de estos en la investigación aplicada tal como se ha mostrado en el estudio del caso.

En cuanto a la parte cualitativa se puede ver que los alumnos mejoraron en aspectos de habilidades interpersonales a raíz de los trabajos de campo y difusión, ya que acceden a observar los entornos que ellos están automatizando y abre el panorama para conocer los

paradigmas de las personas para las cuales están realizando los desarrollos, llevándolos a ser más empáticos en su trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Lineamiento para Acreditación de Actividades Complementarias versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010. (2011). Recuperado el 20 de 03 de 2014, de DEGST:

<http://www.snit.mx/academica/normateca-de-la-direccion-de-docencia-dp1>

Lineamiento para la Operación y Acreditación de la Residencia Profesional versión 1.0

Planes de estudio 2009-2010. (2011). Recuperado el 20 de 03 de 2014, de DGEST:

<http://www.snit.mx/academica/normateca-de-la-direccion-de-docencia-dp1>

Lineamiento para la Operación y Acreditación del Servicio Social versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010. (2011). Recuperado el 20 de 03 de 2014, de DGEST:

[http://www.snit.mx/images/areas/vinculacion/2012/lineamiento\\_servicio\\_social.pdf](http://www.snit.mx/images/areas/vinculacion/2012/lineamiento_servicio_social.pdf)

Lineamiento para la Titulación Integral versión 1.0 Planes de Estudio 2009-2010. (2012).

Recuperado el 20 de 03 de 2014, de DGEST:

<http://www.snit.mx/academica/normateca-de-la-direccion-de-docencia-dp1>

Moore, G. (1965). *Cramming more components onto integrated circuits*. Electronics Magazine, 4.

nenek.mx. (2012). Recuperado el 20 de 03 de 2014, de <http://www.nenek.mx/ES/>

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. (20 de 05 de 2013). Recuperado el 10 de 03 de 14, de Diario Oficial de la Federación:

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5299465](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465)

Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e innovación. (2011). Recuperado el 2014 de 03 de 10, de

<http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/>

Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.