

# Proceso de Integración vertical y horizontal para contribuir a la excelencia académica de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información

**Ernesto R. Girbal, Carlos H. Gardella, Mirta del C. Peñalva**  
*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata*

## **Abstract**

*El tronco integrador de la Carrera Ingeniería en Sistemas de Información es un eje que conduce el encadenamiento temático. Al recorrerlo se pretende que el estudiante “aprenda a resolver problemas de la profesión” aplicando una visión global que conjugue el “qué hacer” y el “cómo hacer”. Para lograr este objetivo se propone un proceso integrador que vincule los tópicos correspondientes al tronco de integración con las demás cátedras y estimule la autogestión del conocimiento potenciando la búsqueda e investigación hacia nuevos saberes. Para esto es necesario planificar intervenciones pedagógicas conjuntas en las cuales se presenten contenidos desde enfoques diversos, en ellas los docentes articularán estrategias para que el alumno establezca relaciones, identifique analogías, realice abstracciones que enriquezcan y consoliden sus redes conceptuales. Estas actividades conducidas de esta manera, ampliarán el campo disciplinar ya que el alumno se enfrenta a la visión de nuevos espacios regidos por otras lógicas de pensamiento en los cuales es motivado a indagar y descubrir. Consideramos que este ejercicio de interdisciplinaridad brinda flexibilidad ya que provee una fuente de recursos mayor para lograr soluciones innovadoras a problemas ingenieriles. En el plano docente el proceso de integración dinamiza el trabajo cooperativo intercátedras y la revisión continua de metodologías pedagógicas aplicadas. En este artículo se describen experiencias de las primeras ejecuciones del proceso, se expresan métricas aplicadas y se enuncian conclusiones sobre la forma de desarrollo del proceso delineando aspectos positivos y oportunidades de mejora y se presenta un marco definido y repetible para su institucionalización.*

## **Palabras Clave**

Tronco integrador, visión global de contenidos, autogestión del conocimiento, metodología pedagógica.

## **Introducción**

El término integrar se define en el Diccionario de la Real Academia Española como: “Dicho de las partes: Constituir un todo, Completar un todo con las partes que

faltaban, Hacer que alguien o algo pase a formar parte de un todo, Contener y Aunar, fusionar dos o más conceptos, corrientes, etc., divergentes entre sí, en una sola que las sintetice”. Todas estas expresiones convergen en la necesidad de la construcción de un todo, aunque imperfecto e incompleto, en constante desarrollo. En el caso particular del presente artículo nos referimos al conocimiento.

El tronco integrador formado por las materias integradoras, es una estructura facilitadora cuyo principal objetivo es relacionar e integrar los conocimientos que motivarán al alumno hacia la construcción de una visión integral. Consideramos que el desarrollo de esta estructura requiere una estrategia que intensifique acciones para que el alumno le de sentido al aprendizaje en el contexto y medio cultural de pertenencia. El aprendizaje significativo [1] tiene lugar si el concepto aprendido tiene un significado propio para el sujeto, que lo incorpora a su modelo mental entrelazado con otras teorías o ideas.

El tronco integrador intenta evitar el aislamiento temático, cuya adquisición termina perdiéndose con el tiempo, si no se establece un anclaje conceptual y desaprovecha oportunidades de aprendizaje. Un enfoque global e integrado permite aprender la práctica profesional, ejerciéndola, al identificar el problema o la mejora, analizar alternativas de solución, seleccionar y/o proyectar soluciones contextualizadas, producir, construir, controlar y optimizar. Este proceso no es lineal, requiere de una planificación, la participación activa del alumno no sólo como receptor sino como factor del

descubrimiento, es necesario que emerjan contradicciones y posteriores reconciliaciones entre el saber previo y el nuevo, para que la experiencia del aprendizaje sea re-estructurante y el alumno lo asimile.

### Marco Teórico

La psicología cognitiva aborda ampliamente el tema del aprendizaje significativo [1] y la construcción del conocimiento con la influencia de la interacción social y cultural [2]. La producción documentada sobre experiencias integradoras que contribuyeron a ese enfoque en las carreras de Ingeniería de Sistemas de Información en particular, representada por el trabajo [3], aporta un marco para la formación integral de los ingenieros considerando cuatro dimensiones de formación: ser, saber, hacer y comportarse emplazado en un contexto social y cultural en constante cambio. Encontramos concordancia con los objetivos del marco integrador propuesto respecto de los planos: actitudinal y valores, declarativo de conceptos, procedimental y ético.

Para la consolidación del proceso de integración, se definió un método para gestionar proyectos y articular acciones entre diferentes cátedras desde un enfoque teórico-práctico. El modelo pensado se apoya en técnicas pedagógicas que contribuyen a resignificar el conocimiento, conformar una visión global y potenciar la autogestión del conocimiento y que a través de proyectos se ejecuten acciones cooperantes que mejoren la calidad educativa y la formación del futuro profesional. El objetivo de nuestra propuesta se describe en la Figura 1.

Las primeras experiencias se ejecutaron en el año lectivo 2011, se evaluaron resultados a través de métricas y se realimentó el ciclo. En esta primera etapa las métricas establecidas para la evaluación del proceso se orientaron a indicadores cuantitativos

como la población estudiantil impactada por las acciones desarrolladas.

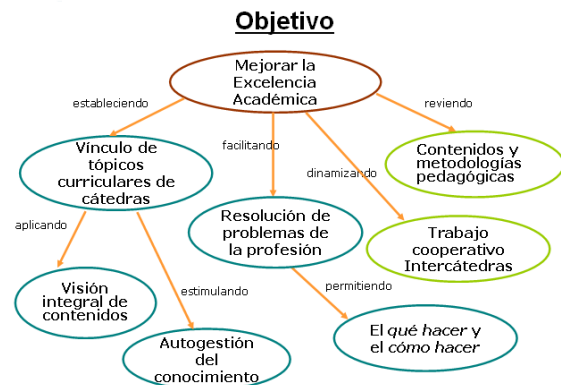


Figura 1. Objetivo del Proceso de Integración Vertical-Horizontal

### Desarrollo del proceso de Integración propuesto

En la Figura 2 se presenta el modelo del proceso de integración propuesto, en él se describe la secuencia de actividades de un ciclo completo de trabajo:

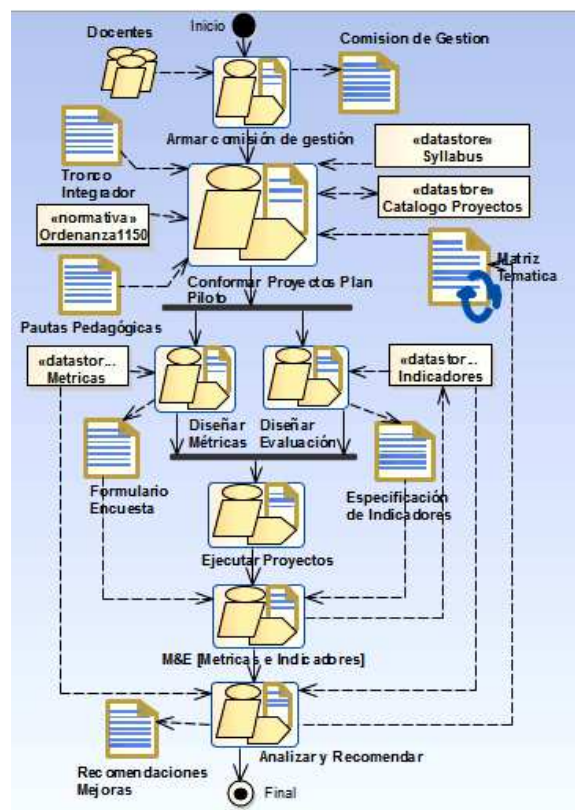


Figura 2. Modelo de Proceso de Integración Vertical-Horizontal

## 1 Acciones integradoras Iniciales

Con la intención de acrecentar el desarrollo de la calidad educativa, durante el año 2011 se decidió poner en marcha un plan de acciones de integración intercátedras. Se definió que se incluyera revisión de temáticas comunes y de métodos pedagógicos aplicados en las distintas cátedras, gestión de acciones propuestas y evaluación de los impactos. Dado que este proceso es repetible anualmente se propuso un marco integrador, se conformó una comisión de gestión encargada de definir agenda de reuniones y convocatoria a docentes de las asignaturas de la carrera. De cada reunión se documentó el acta correspondiente acorde al protocolo definido. Como resultante de la sinergia producida en los encuentros emergieron ideas, se esbozaron proyectos propuestos por los profesores, se formalizaron a través de un protocolo y se catalogaron. Luego estos proyectos se ejecutaron y se establecieron mediciones preliminares. Se elaboraron las conclusiones y se retroalimentó el proceso para su próxima edición. Como producto de esta primera intervención surgió una matriz de temas abordados conjuntamente entre cátedras, que sirvió de inspiración para el armado de una futura Matriz de correspondencia temática entre cátedras.

Sobre la base de las experiencias realizadas se planteó la generación de instancias entre las cuales exista un “hilo conductor” que integre temáticamente las materias de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, de modo que puedan relacionarse los distintos conocimientos en abordajes metodológicos y científicos, teóricos y prácticos con el apoyo de técnicas pedagógicas, retomando tópicos previamente vistos en otras asignaturas, resignificándolos en el refinamiento de conocimiento más específico, logrando así la integración con la propia experiencia del alumno y la realidad. A través de ellas se espera que el alumno desarrolle capacidades para resolver problemas básicos de la ingeniería en Sistemas de

Información en forma creativa y eficiente, desde una visión global y enfoque ampliado por la integración del conocimiento. Es decir que el alumno transforme el saber en un conocimiento útil fusionando el “qué hacer” (conocimiento disciplinar: hechos, conceptos, principios y leyes) y el “cómo hacer” (conocimiento práctico: procedimientos, técnicas, métodos, habilidades). Adicionalmente se pensó una estrategia que promueva la autogestión del conocimiento potenciando la búsqueda y la investigación tal como lo enuncia [4] “la finalidad última de la intervención pedagógica es desarrollar en el alumno la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí solo en una amplia gama de situaciones y circunstancias (aprender a aprender)”.

Los proyectos implementados fueron 10, como muestra de lo ejecutado se ejemplificará la integración intercátedras a través de una de las acciones realizadas en el año 2011. El proyecto de Integración N° 8 describe las acciones llevadas a cabo entre las materias intervinientes: Análisis de Sistemas y Química, ambas correspondientes al 2do. Año de la carrera, razón por la cual la característica de la Integración es Horizontal y Modalidad de implementación a través de clases conjuntas.

El objetivo del proyecto, fue internalizar en los alumnos las correspondencias o isomorfismos existentes entre sistemas de distinta naturaleza, presentes entre los sistemas químicos y los sistemas de información. Se retomaron conceptos referentes a la TGS (Teoría General de Sistemas) [5] [6] y con el uso de herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) que implementa UML (Lenguaje Unificado de Modelado) [7] se construyeron modelos de diferentes aspectos de los sistemas tanto químicos como de información. Se usaron Diagramas de Estados UML para representar los estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gaseoso) con el caso particular del agua desde la visión de la Química y se

modeló la transición de estados de un pedido de compra desde la visión de Análisis de Sistemas.

La métrica establecida en esa oportunidad fue: Población de alumnos beneficiados: la cantidad fue de 143 alumnos distribuidos en 5 comisiones.

Respecto a las conclusiones del proyecto: “Se destacó el uso del enfoque sistémico que permitió encontrar correspondencias entre sistemas que los alumnos estudiaron en ambas asignaturas, resaltando que el objetivo, las definiciones y la clasificación de sistemas propuestos en la teoría, son perfectamente aplicables a ambas disciplinas. Por lo tanto, en la futura vida profesional, tendrán los elementos necesarios para generalizar, independientemente de las características propias de cada sistema. Además La modelización de sistemas químicos permitió reconocer las características relevantes a la hora de modelizar e identificar similitudes entre los diagramas usados en lenguaje de modelado UML y mapas conceptuales cuya elaboración es familiar ya que son usados en Química. Asimismo, los docentes consideraron los resultados de esta intervención interdisciplinaria como positivos, tanto para la formación del alumno en el plano técnico, desarrollo de nuevas capacidades e interacción grupal.”

Respecto de las sugerencias para el futuro: La conveniencia de profundizar el uso de TGS con la visión de la práctica profesional futura Independiente de sistemas particulares e intensificar el modelado con UML en Química.

La cooperación intercátedras fortaleció la vinculación entre los docentes y surgió un clima motivador para nuevas acciones conjuntas. Para institucionalizar estas acciones es necesario establecer un marco que permita transformar las primeras experiencias en una práctica cotidiana, como así también es conveniente la realización de nuevas experiencias intercátedras. A tal fin a continuación se describen las acciones establecidas para la

elaboración del referido marco y las nuevas experiencias piloto.

## **2. Elaboración del marco de trabajo para acciones de integración futuras**

Conjuntamente con la gestión de los proyectos de integración surgió la iniciativa de la conformación tres nuevas acciones complementarias a saber: la Matriz de correspondencia temática entre cátedras, Experiencias “piloto” de Integración derivadas de la misma y la Definición de Indicadores de Evaluación del proceso de Integración

a) Matriz de correspondencia temática entre cátedras: la conformación de esta matriz Cátedras-Ejes temáticos posibilitará establecer una correlatividad de contenidos específicos y establecer nuevas actividades de integración. Una vez generada, estará sujeta a un proceso de revisión continuo, adecuando y actualizando los ejes temáticos y las cátedras intervinientes. Las tareas involucradas en la generación de la matriz de correspondencia son: Análisis de contenidos mínimos de las materias establecidos en la Ordenanza 1150 de la UTN [8], Análisis y evaluación de los contenidos de los Syllabus (programa de estudios) de las cátedras, Validación en los respectivos Syllabus de contenidos mínimos contemplados en la Ordenanza. 1150, Identificación de ejes temáticos comunes, Elaboración de la Matriz integradora, Refinamiento de la matriz elaborada con la participación de todas las materias involucradas de la cual se derivarán los temas específicos a abordar en el proceso de integración, Elaboración de la matriz definitiva de correspondencia temática entre Cátedras.

b) Experiencias “piloto” de Integración  
Sobre la base de las actividades realizadas en el punto a) se propone la realización de una nueva serie de actividades, estas experiencias “piloto” consisten en acciones integradoras intercátedras, realizadas bajo

distintas modalidades, en base a ejes temáticos comunes extraídos de la Matriz de correspondencia temática entre cátedras, en las cuales se presentan distintos casos a los alumnos, a través de las cuales podrá interpretar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos. En estas actividades todas las cátedras involucradas participarán en forma activa y las mismas se documentarán conforme al protocolo establecido oportunamente. La diferencia sustancial con la experiencia del año 2011 es que los proyectos no surgen espontáneamente por la interacción intercátedras sino que se derivan de la estructura conformada por los ejes temáticos definidos en la Matriz de correspondencia temática entre cátedras.

Las actividades a desarrollar son las siguientes: Selección de cátedras participantes en la experiencia piloto, Reunión metodológica con la supervisión del “Equipo Interdisciplinario de la UTN-FRLP” con el fin de establecer pautas pedagógicas para la implementación de las mismas, Propuesta de integración de cátedras desde primer año hasta quinto, realizando un recorrido de la integración vertical y horizontal de las distintas asignaturas, Modelado del piloto de implementación, Documentación del método, Elaboración y presentación del Informe sobre el Producto: Integración horizontal y vertical de las materias de Ingeniería en Sistemas de Información mediante acciones integradoras que permitan mejorar la excelencia académica, Control de Gestión y seguimiento del proceso, Revisión de la experiencia, evaluación, conclusiones, y documentación, Actualización del Catálogo de Proyectos, Análisis y evaluación de otras experiencias metodológicas aplicables al proceso de integración.

### c) Indicadores de Evaluación del proceso de Integración

A los efectos de estimar la adquisición del conocimiento por parte de los alumnos como así también la relación existente entre

el saber y la aplicación del mismo se prevé para el futuro implementar las métricas cualitativas diseñadas que logren estimar la aproximación a los objetivos. Para esto se definieron dos indicadores:

c.1) Indicador Porcentual alumnos impactados por comisión: Permite establecer en forma fehaciente, el porcentual de alumnos que tomaron parte de la Acción Integradora.

#T1= Cantidad alumnos presentes comisión  
#T2 = Cantidad total alumnos inscriptos comisión

$$\%IND1 = (\#T1 / \#T2) * 100 \quad , \#T1 > 0 \text{ y } \#T2 > 0 \quad (1)$$

Los niveles de aceptación de %IND1 son: Satisfactorio [80-100], Marginal [50,80) e Insatisfactorio [0,50), en el primer caso el indicador denota un alto nivel de participación en las actividades propuestas, en el segundo caso se podrían recomendar mejoras y en el tercer caso urgen cambios en la intervención de la propuesta.

c.2) Indicador Evaluación aprendizaje #IND2 (con particularidades según modalidades: Clases magistrales, formativas o expositivas, Modalidad Trabajo Práctico y Modalidad combinada). Se dimensiona a través de un cuestionario cerrado que el alumno deberá contestar. Dicho cuestionario asocia cada objetivo específico a una pregunta, cada pregunta tiene dos valores posibles y excluyentes de respuestas.

Los niveles de aceptación de #IND2 es: Satisfactorio si su valor es {4,5}, Marginal si valor es {3} e Insatisfactorio si su valor {0,1,2}, en el primer caso el indicador denota un alto nivel de comprensión e integración del conocimiento en las actividades propuestas, en el segundo caso se recomienda mejoras y en el tercer caso urgen cambios en la intervención de la propuesta.

## Resultados

La ingeniería es la actividad de transformar el conocimiento en algo práctico, es decir integrar el “*qué hacer*” y el “*cómo hacer*”.

Las primeras acciones integradoras llevadas a cabo, han potenciado la interacción dinámica entre cátedras, estableciéndose en forma puntual la correlación temática existente entre las mismas, esto a su vez permitió que los alumnos tuvieran una visión sintetizadora de los conocimientos presentados e interpretaran su aplicabilidad en las cuestiones relacionadas con la Ingeniería de la Información, lo que satisface la definición de Ingeniería expresada previamente. Estas actividades dejaron además sentada una base que permite innovar sobre el conocimiento adquirido ya sea perfeccionándolo o generando nuevos. Esto es asimismo concordante con la idea del uso ágil y pragmático de metodologías, conocimiento, y herramientas en la ingeniería, buscando siempre nuevas alternativas de solución en base al conocimiento adquirido previamente.

Desde el punto de vista pedagógico la interacción de docentes de distintas materias en un mismo proceso de integración resultó positiva, generando una sinergia perceptible desde el alumnado y enriquecedora para todos los participantes. Los resultados de la primera instancia del proceso de integración se presentan en la Tabla 1 de la Sección Anexo.

## Conclusión

La variedad de ejes temáticos abordados en estas primeras experiencias y su correlación y la aceptación de este tipo de prácticas como parte de la currícula, justifican el proceso de integración llevado a cabo previamente.

A futuro deberá profundizarse la evaluación de estas actividades para generar indicadores que permitan medir el aprendizaje alcanzado como así también la calidad de las prácticas realizadas. La interpretación de estos indicadores

permitirá el refinamiento del proceso en forma continua, seleccionado y aplicando estrategias pedagógicas diversas y analizando cuáles fueron más adecuadas para estimular la capacidad cognitiva de los alumnos.

El resultado obtenido se considera satisfactorio considerando que esta es la primera experiencia realizada, la generación de la Matriz de correspondencia temática, la institucionalización de la misma, las experiencias pilotos, y la prosecución de estas actividades, posibilitarán el objetivo de incrementar la excelencia académica de la facultad.

## Referencias

- [1] Ausubel, D. Teoría del Aprendizaje significativo extraído de <http://www.docstoc.com/docs/20972313/La-Teoria-del-aprendizaje-significativo-de-David-Ausubel>.
- [2] Vigotsky, L. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Grupo Editorial Grijalbo
- [3] Urrego G., Giraldo, G. L. (2009). Incorporación de las competencias al modelo de construcción de currículos de ingeniería basados en problemas: el caso de la Ingeniería de Sistemas, Dpto. Ingeniería de Sistemas, Universidad de Antioquia Colombia y Escuela de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Díaz Barriga, F, y Hernández Rojas, G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo - Una interpretación, Mc. Graw Hill, Cap. 2 Constructivismo y Aprendizaje significativo
- [5] von Bertalanffy, L. (1976). Teoría General de los Sistemas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México
- [6] O’connor, J., Mcdermott, I. (1998). Introducción Al Pensamiento Sistemico, Ed. Urano
- [7] Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (2006). El lenguaje unificado de Modelado. Ed. Pearson Education, 2da. Edición.
- [8] Ordenanza de Consejo Superior N° 1150 (2007) Ingeniería de Sistemas de información UTN

**Datos de Contacto:**

Ernesto R. Girbal, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Calle 60 y 124. La Plata. E-mail: [ergirbal@yahoo.com.ar](mailto:ergirbal@yahoo.com.ar)

Mirta del Carmen Peñalva, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Calle 60 y 124. La Plata. E-mail: [mirpenalva@hotmail.com](mailto:mirpenalva@hotmail.com)

Hugo Gardella, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Calle 60 y 124. La Plata. E-mail: [hugarde2002@yahoo.com.ar](mailto:hugarde2002@yahoo.com.ar)

**Anexo****Tabla 1.** Tabla de Proyectos ejecutados en 2011-2012 (primer semestre) con población de alumnos beneficiados

Materias Intervinientes	Temáticas	Población Beneficiada (alumnos)
Algoritmos y Estructuras de Datos (1er. Año) - Arquitectura de Computadoras (1er. Año)	Desarrollo de algoritmos en SISTEMAS NUMERICOS: (conversiones, operaciones, complementos, punto flotante, ASCII) y ALGEBRA DE BOOLE: Funciones lógicas, diagrama temporal, tabla de verdad, lógica de compuertas	<b>300</b>
Teoría de Control (4to. Año) Matemática Superior (3er. Año) Análisis Matemático II (2do. Año)	Aplicación de los contenidos "Series" y "Ecuaciones Diferenciales" en planteos de TC.	<b>60</b>
Proyecto Final (5to. Año) Legislación (4to. Año)	Aspectos legales a tener en cuenta cuando la organización elabora proyectos informáticos, Ley 24.766 y 25.326	<b>30 (2011)</b> <b>18 (2012)</b>
Proyecto Final (5to. Año) Internet Working (5to. Año)	Especificación del ambiente de la red física, cableado estructurado, transmisión física o inalámbrica y proveedor de servicio (ISP) en la elaboración de un proyecto informático.	<b>11 (2011)</b> <b>37 (2012)</b>
Proyecto Final (5to. Año) Seguridad en Sistemas de Información (3er. Año)	Análisis y administración de riesgos: identificación de activos de la organización involucrados en el proyecto, las amenazas, vulnerabilidades y controles existentes, aspectos relacionados con el Plan de Contingencia	<b>35 (2011)</b> <b>13 (2012)</b>
Proyecto Final (5to. Año) - Administración de Recursos (4to. Año)	Definición de los recursos técnicos (servidores, PCs, dispositivos E/S, UPS, aire acondicionado) a utilizar en el desarrollo y explotación del sistema de información	<b>5 (2011)</b> <b>33 (2012)</b>
Análisis de Sistemas (2do. Año) Diseño de Sistemas (3er. Año) - Inglés	Lectura y traducción del capítulo en inglés y la interpretación de gráficos Tema Prototipos del libro Ingeniería de Software de Ian Sommerville.	<b>242</b>
Análisis de Sistemas (2do. Año) Química (2do. Año)	Teoría General de Sistemas. Identificación de Isomorfismos Modelización de sistemas químicos y de información con herramientas CASE.	<b>143</b>
Diseño de Sistemas (3er. Año) Gestión de Datos (3er. Año)	Normalización de las entidades, Modelado de DER e implementación en Tablas de B.Datos	<b>77</b>
Análisis de Sistemas (2do. Año) - Diseño de Sistemas (3er. Año) - Paradigmas de Programación (2do. Año)	Aplicación de técnicas metodológicas, lenguaje de modelado, programación y distintas herramientas tecnológicas de soporte al desarrollo de sistemas software, resaltando la evolución de la construcción del software	<b>310</b>

**Tabla 2.** Resultados de Indicadores del Proyecto Integración Química con Análisis de Sistemas ejecutado 2012

Resultado	Indicador
<b>94%</b>	Ha comprendido el objetivo del trabajo
<b>92 %</b>	Ha Comprendido la aplicabilidad del conocimiento en la resolución de casos
<b>89 %</b>	Cree poder aplicar el conocimiento en nuevos casos
<b>88%</b>	Ve relación existente entre el eje/s temático/s y las cátedras intervinientes
<b>91 %</b>	Puede generar nuevas conexiones entre Cátedras/ Ejes temáticos