



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CÁTEDRA DE
INNOVACIÓN SISTÉMICA A TRAVÉS DE TRIZ:
APLICACIÓN A UNA CARRERA DE PREGRADO
DE INGENIERÍA CIVIL EN MINAS**

Juan Manuel Céspedes Vásquez

MAGÍSTER EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRENDIMIENTO

Noviembre - 2017

TÍTULO DE LA TESIS:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CÁTEDRA DE INNOVACIÓN SISTÉMICA DE TRIZ: APLICACIÓN UNA CARRERA DE PREGRADO DE INGENIERÍA CIVIL EN MINAS.

AUTOR:

JUAN MANUEL CÉSPEDES VÁSQUEZ

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de Magíster en Innovación Tecnológica y Emprendimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Profesor Guía, Sr. Andrés Fuentes, Ph. D.

Correferente Ex., Sr. Leopoldo Santibáñez, Ph. D.

Correferente Int., Sr. Jorge Contreras, Ph. D.

Valparaíso, Chile. Noviembre de 2017.

Dedicatoria

A Haydeé Vásquez, mi amada madre. A María Alejandra, mi compañera de camino, y a Juan Miguel, lo mejor de mi vida, mi hijo.

Agradecimientos

Mis eternos agradecimientos a Andrés Fuentes por su guía y apoyo, a Cristian Morales por su confianza a toda prueba, a la Universidad Técnica Federico Santa María por su Luz, y al Estado de Chile por el apoyo financiero confiado a mi persona.

1. Resumen Ejecutivo

El presente trabajo realiza un análisis descriptivo de las principales actividades, acciones llevadas a cabo y resultados académicos obtenidos en el proceso de implementación de la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ en la carrera de Ingeniería Civil en Minas en la Universidad Andrés Bello sede República durante los años 2013, 2014 y 2015.

Además, se desarrolla una descripción de las actuales necesidades de mercado de incorporar temáticas relacionadas a la Innovación en las actividades académicas de los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas con el propósito de fortalecer el perfil de egreso de esta carrera, de tal manera, de lograr un alineamiento pertinente y progresivo con los nuevos requerimientos del sector minero industrial.

Finalmente, se realiza una prospección descriptiva de las experiencias docentes, formativas y de servicios destacados en materia de Innovación Sistémica que permita contextualizar según el estado del arte en estas temáticas a nivel internacional.

Abstract

The aims of this work is to develop a descriptive analysis related with the design and implementation of a Systemic Innovation TRIZ program for the undergraduate students of Mining Engineering formed in Chile. Also the results obtained for three years application at Universidad Andrés Bello are presented.

In addition, the work presents a study concerning the needs and the capabilities of Systematic Innovations in order to improve the current plan of common Mining Engineering Careers in Chile. This is relevant and could have a large impact considering the new technological requirements in the profile of Engineers formed in Chile for the Chilean Mining Industry.

1. Índice

Introducción.	5
Objetivos.	6
Alcance y Metodología propuesta.	7
Desarrollo del Tema	8
Requerimientos de mercado respecto a competencias técnicas en materia de Innovación que deben poseer los Ingenieros Civiles de Minas.	15
Principales actividades y acciones desarrolladas para la implementación de la cátedra “Innovación Sistémica TRIZ”.	25
Análisis estadístico de los resultados académicos del Curso TRIZ versiones años 2013, 2014 y 2015.	31
Experiencias docentes y de servicios destacados en materia de Innovación Sistémica a nivel mundial.	33
Conclusiones.	47
Bibliografía.	49
Anexos.	51

2. Introducción

Para nadie es un misterio, que la formación de capital humano avanzado en materias de emprendimiento e innovación es fundamental para sentar las bases de un modelo socio-económico que nos permita como país “*dar el anhelado salto al desarrollo*”.

En tal sentido, las carreras de pregrado relacionadas a las áreas minero metalúrgicas, a mi parecer, tienen un doble desafío. En primer lugar, estos programas académicos deben buscar satisfacer las necesidades y demandas del sector empresarial, la sociedad y del país. Y además, estas iniciativas docentes deben asegurar que cumplen estándares de calidad, eficiencia, competitividad y sustentabilidad a nivel global.

En este contexto, este trabajo es un análisis descriptivo sobre el proceso de implementación de una asignatura de pregrado en materia de Innovación Sistémica en una carrera de Ingeniería Civil en Minas que cobra particular relevancia, ya que, a través de esta experiencia, se pretende avanzar en la incorporación de temáticas ampliamente solicitadas y exigidas por el sector industrial y empresarial minero. Logrando asimilar, estudiar, comprender y analizar, prácticas docentes avanzadas en países del primer mundo en donde sus respectivos ecosistemas de innovación ya han logrado alcanzar niveles de maduración y eficiencia que les permite, como países desarrollados, gozar de mejores condiciones y calidad de vida a sus connacionales.

Este trabajo pretende ser una descripción de un intraemprendimiento de carácter académico que fundió la motivación y pasión del suscrito por aportar a la creación de valor desde una aula, junto a la riqueza de nuestro país, que son los jóvenes estudiantes de Ingeniería Civil de Minas que han sido parte fundamental de este desafío intelectual y pedagógico.

3. Objetivos

Objetivo General y Específicos

Objetivo General

Describir las principales actividades y acciones realizadas en el diseño y la implementación de la cátedra Innovación Sistémica TRIZ llevada a cabo para una carrera de Ingeniería Civil de Minas y aplicado su implementación durante tres años en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andrés Bello (UNAB).

Objetivos Específicos

Describir la necesidad de mercado de incorporar temáticas relacionadas a la innovación en las actividades formativas de los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas.

Describir las actividades y acciones desarrolladas en la implementación de la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ en la carrera de Ingeniería Civil de Minas.

Describir y analizar los principales resultados en la implementación de la cátedra de Innovación en la carrera de Ingeniería Civil de Minas de la UNAB.

Describir experiencias docentes, de formación y de servicios destacadas en materia de Innovación Sistémica a nivel mundial.

4. Alcance

En la presente tesina se establece como alcance, el análisis de carácter descriptivo de las principales acciones y actividades desarrolladas para la implementación de la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ en la carrera de Ingeniería Civil en Minas, y aplicada en sede República de la Universidad Andrés Bello. Además, de la prospección y análisis de algunas iniciativas académicas a nivel internacional comparadas a esta iniciativa.

5. Metodología Propuesta

En primer lugar, se realizará un levantamiento de los antecedentes generales de la carrera de Ingeniería Civil de Minas en el cual se identifica el perfil de egreso de esta carrera, campo laboral y principales características de la carrera.

Posteriormente, se realizará una descripción general de los requerimientos de mercado respecto al desarrollo de competencias técnicas en materias de Innovación que deben poseer los Ingenieros Civiles de Minas.

Además, y como parte del estudio, se describirá las principales actividades y acciones desarrolladas para la implementación de la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ en una carrera de Ingeniería Civil de Minas.

Posteriormente, se procederá a analizar los principales resultados obtenidos en las versiones de los períodos académicos 2013, 2014 y 2015 de los alumnos de la carrera en estudio de la UNAB.

Además, se realizará una descripción general de interesantes iniciativas académicas y de servicios en materia de innovación sistémica a nivel nacional e internacional.

Finalmente, se desarrollarán las principales conclusiones de acuerdo a los objetivos específicos establecidos en esta tesina.

6. Desarrollo del Tema

6.1 Perfil de egreso, campo ocupacional y principales características de la carrera

Perfil de egreso

La carrera de Ingeniería Civil en Minas en la Universidad Andrés Bello fue creada a través promulgación del Decreto Universitario nº 1898 con fecha 02 de febrero del año 2012.

La creación de esta carrera de pregrado, se justificó debido a la creciente necesidad de contar con profesionales capacitados que apoyen la toma de decisiones en empresas e instituciones públicas y privadas que conforman los distintos rubros industriales a nivel nacional como internacional que permitieran generar productos y servicios de mejor calidad, orientados a mercados globalizados y de alta eficiencia técnica y tecnológica.

En este contexto este programa académico, procura la formación de profesionales capaces de gestionar, identificar y responder a las demandas del escenario productivo y social donde se desempeñen, conjugando sistemáticamente conocimientos técnicos y científicos propios de este campo disciplinar para dar solución a los requerimientos del mercado.

En tal sentido, el Ingeniero Civil en Minas de la Universidad Andrés Bello, posee capacidades para crear, planificar, organizar y dirigir procesos mineros productivos y proyectos mineros en sus diferentes etapas, apoyando la definición de objetivos estratégicos y la mejora en la calidad de sus procesos, aplicando para ello su habilidad para liderar grupos interdisciplinarios y sus conocimientos teóricos-prácticos en el ámbito de las ciencias básicas, económicas y de ingeniería.

Este profesional es capaz de gestionar y optimizar los procesos del negocio minero permitiendo maximizar su rendimiento; conducir económicamente proyectos o unidades de negocios mineros; y dirigir organizaciones asociadas a la minería, conduciéndolas hacia el cumplimiento de sus objetivos estratégicos, caracterizándose en su actuar un sello de responsabilidad social y de respeto por el medioambiente.

La carrera ha sido diseñada incorporando los diversos ámbitos necesarios para satisfacer las necesidades de la industria minera, integrando las distintas dimensiones técnicas, comerciales, ambientales y sociales, anticipándose a los cambios y desarrollando respuestas frente a distintos escenarios actuales y futuros de la minería.

Este profesional posee una visión global y estratégica del negocio minero, y está comprometido con el desarrollo sustentable. Lo anterior se fundamenta en el desarrollo de las siguientes capacidades:

- Diseñar, gestionar y optimizar los procesos productivos de la cadena de valor de la minería, para extraer los recursos minerales en forma rentable y sustentable. Capaz de trabajar en todas las fases de la cadena de valor del negocio minero: la exploración, el diseño de ingeniería de proyectos mineros a rajo abierto y subterráneos, la planificación minera, el procesamiento de minerales, la comercialización del producto final, y el cierre final de la operación. [Eje Curricular: Procesos Productivos y Proyectos Mineros].
- Gestionar estratégicamente y maximizar el valor del negocio minero, ya sea en operaciones o en el desarrollo de proyectos, en todas sus etapas, apoyándose en sólidos conocimientos económico-financieros y en herramientas de punta para la toma de decisiones. Entender el funcionamiento de los mercados de “commodities” para apoyar adecuadamente la comercialización de los productos. Liderar y gestionar equipos multidisciplinarios en ambientes dinámicos, bajo sólidos valores y principales éticos. Orientar la gestión hacia la búsqueda de soluciones innovadoras que generen ventajas competitivas para la empresa. [Eje Curricular: Economía y Gestión de Negocios Mineros].
- Gestionar y operar el negocio en forma sustentable, conociendo y respetando la normativa que concierne a la minería, estableciendo los más altos estándares de seguridad y salud ocupacional, cuidando el medio ambiente y el entorno de las operaciones, apoyando el desarrollo económico, social y cultural de las comunidades y regiones donde operan, estableciendo relaciones de mutuo beneficio con entidades de

gobierno, trabajadores, proveedores, clientes, y otros “stakeholders”, anticipándose a las nuevas tendencias nacionales e internacionales en sustentabilidad que pueden afectar el negocio. [Eje Curricular: Sustentabilidad en Minería].

- Comprender, comunicarse, en forma clara y autónoma en idioma inglés. [Eje Curricular: Comunicación en Idioma Inglés].

Campo ocupacional

El Ingeniero Civil en Minas de la Universidad Andrés Bello es un profesional que está capacitado para trabajar en todas las fases de la cadena de valor del negocio minero: la exploración, las distintas fases de ingeniería de un proyecto minero, la dirección y operación de faenas mineras, el procesamiento de minerales, la comercialización del producto final, y el cierre final de la operación.

El Ingeniero Civil en Minas es un profesional de nivel superior capaz de desempeñarse en:

- Empresas mineras nacionales e internacionales (minas en operación).
- Empresas de ingeniería y construcción de proyectos mineros (proyectos de inversión minera: prospección, evaluación, construcción, puesta en marcha. Así como también las etapas de cierre final de la operación).
- Empresas de servicios y suministro de equipos para la minería (empresas de perforación o tronadura, ventas de maquinaria minera, ventas de equipos de generación eléctrica).
- Instituciones gubernamentales relacionadas con la minería (Sernageomin, Ministerio de Minería, ENAMI).
- Empresas de desarrollo de carreteras, hidroeléctricas y de ferrocarriles (diseño de excavaciones profundas y túneles).

Principales características de la carrera

Los estudios de la carrera de Ingeniería Civil en Minas conducen a la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería y al título profesional de Ingeniero Civil en Minas. La duración mínima de la carrera es de 5 años.

La evaluación del rendimiento académico de los alumnos en todas las asignaturas, teóricas y prácticas, práctica profesional, el Examen Final de Título o Examen de Defensa de Memoria, y cualquiera otra actividad curricular conducente a la obtención del título profesional, se expresa en una escala de 1.0 a 7.0, siendo la nota mínima de aprobación 4.0. Para todos los efectos de evaluación y promoción académica, regirá lo establecido en el Reglamento del Alumno de Pregrado de la Universidad.

Las actividades curriculares de la carrera de Ingeniería Civil en Minas, distribuidas en secuencia por niveles o cursos, modalidad y requisitos de cada una, las horas pedagógicas y sus créditos, tanto para las clases teóricas, ayudantías, laboratorios, teórico-prácticas, talleres, prácticas profesionales, proyecto de titulación, se señalan en la respectiva malla curricular (ver anexo).

Los ejes curriculares y las asignaturas adscritas a ellas son las siguientes:

1.- Procesos Productivos y Proyectos Mineros

- Introducción a la Minería
- Métodos y Tecnologías de Explotación
- Hidrometalurgia
- Planificación Minera Subterránea y a Rajo Abierto
- Tecnologías de Excavación de Rocas
- Operaciones de Separación y Concentración
- Tecnologías de Movimiento de Materiales
- Diseño de Minas Subterráneas
- Diseño de Minas a Rajo Abierto

2.- Economía y Gestión de Negocios Mineros

- Evaluación Económica de Proyectos Mineros
- Geoestadística
- Investigación de Operaciones
- Logística y Cadena de Abastecimiento en Minería
- Economía de Minerales
- Gestión Financiera en Minería
- Administración de Proyectos Mineros
- Geología de Minas
- Diseño y Gestión Estratégica
- Dirección de Empresas Mineras
- Comercialización y Marketing

3.- Sustentabilidad en Minería

- Seguridad y Salud Ocupacional
- Gestión Ambiental
- Legislación Minera
- Responsabilidad Social Corporativa

4.- Comunicación en Idioma Inglés

- Inglés I
- Inglés II
- Inglés III
- Inglés IV

Además, de los ejes curriculares, el programa de estudio posee ciclos de formación en ciencias básicas, ciencias de la tierra, educación general y actividades de vinculación con el medio.

Ciencias básicas

- Introducción a las Matemáticas
- Cálculo Diferencial
- Cálculo Integral
- Sistemas y Ecuaciones Diferenciales Lineales
- Probabilidades y Estadística
- Cálculo Avanzado
- Análisis Numérico
- Introducción a la Química
- Química General
- Química Experimental para Geociencias y Minería
- Fisicoquímica
- Física General
- Introducción a la Mecánica
- Resistencia de Materiales
- Mecánica de Fluidos

Ciencias de la tierra

- Geología General y Geología Estructural
- Petrología y Mineralogía
- Geomecánica

Educación general para ingeniería

- Metodología de aprendizaje y estudio
- Tecnologías de la información
- Ética, sociedad y trabajo
- Comunicación efectiva

Vinculación con el medio

- Práctica I
- Práctica II
- Taller de título I
- Taller de título II

Resumen de horas y de créditos académicos totales del Plan de Estudio

Tipo de curso	Tipo de actividades	Horas	%
TEORÍA	TEORÍA + AYUDANTÍA	2560	51%
PRÁCTICA	LABORATORIO+TEÓRICO-PRÁCTICO+TALLER	2496	49%

	Teórico	Ayudantía	Teórico Prácticas	Laboratorio	Taller	Horas	Créditos
Licenciatura	1840	352	816	368	0	3376	211
Egreso	2208	352	976	432	192	4160	260
Titulación Opciones 1 y 2	0	0	896	0	0	896	56
Total Titulación	2208	352	1872	432	192	5056	316

6.2 Requerimientos de mercado respecto a competencias técnicas en materia de innovación que deben poseer los Ingenieros Civiles de Minas.

Lineamientos establecidos por el Consejo de Competencias Mineras dependiente del Consejo Minero:

El **Consejo de Competencias Mineras (CCM)** es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, esta iniciativa genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras –el primero de su naturaleza en el país– opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias.

A la fecha el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y ha significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la industria minera.

Como fuente de información clave se puede citar, en términos generales, el **Estudio “Fuerza laboral de la gran minería chilena 2014-2023”** que establece: el Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Paquetes para Entrenamiento en Minería, Marco de Buenas Prácticas para la Formación, Marco de Calidad para Instructores y el Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Sin duda, iniciativas como estas permitirá generar una fuerza laboral más productiva y, por ende, con mayor empleabilidad y posibilidades de desarrollo, aportando a la competitividad de la minería y el país.

Es necesario destacar que durante el año 2014, el CCM firmó un convenio de cooperación con la Asociación de Grandes Proveedores Industriales de la Minería de Chile (Aprimin) y con la Cámara Chilena de la Construcción, para la **innovación y el desarrollo de capital humano**, con el fin de lograr mayores niveles de productividad y compartir esfuerzos coordinadamente. (Fuente: Estudio “Fuerza laboral de la gran minería chilena 2014-2023”, Capítulo: Consejo de competencias mineras: Avances y Desafíos, Sección: Principales logros del CCM durante 2014, página 10).

Como es sabido el desarrollo de capital humano avanzado es altamente relevante para la industria minera, que hoy busca la innovación, el desarrollo tecnológico y abrirse a la minería de clase mundial. Sobre este punto, **se presenta un desafío de hacer investigación a fondo respecto a la inserción laboral e impacto de estas personas en las empresas** (Fuente: Estudio “Fuerza laboral de la gran minería chilena 2014-2023”, Capítulo: Oferta formativa de capital humano, Sección: Resultados de la oferta formativa, página 65).

En términos generales, las y los reclutadores reconocen que hay poco énfasis en generar estrategias para impulsar la incorporación de capacidades de innovación tecnológica a las empresas. Las prácticas, en efecto, son más bien pasivas:

- **Se espera que quienes ingresan traigan consigo nuevos conocimientos.**

- **Se apela al espíritu innovador e inquieto de las nuevas generaciones.**

- **Apuestan por la formación en el extranjero.**

- En mineras, **muchas de las innovaciones se producen externas a las empresas** por medio de contratos con proveedores de servicios específicos o habituales.
(Fuente: Estudio “Fuerza laboral de la gran minería chilena 2014-2023”, Capítulo: Anexos, Anexo E: Análisis del reclutamiento y selección en la industria minera, página 137).

Lineamientos establecidos por CODELCO

De acuerdo a lo establecido públicamente en su portal corporativo, **Codelco se centra en dos líneas de acción en el ámbito de innovación y tecnología**. Uno es el **desarrollo de tecnologías disruptivas en su negocio principal, o quiebres tecnológicos**; y luego está la promoción, defensa y acceso a los mercados de los principales productos.

Además, Codelco definió su **Plan Estratégico en Tecnología e Innovación 2011- 2015** focalizado en el **desarrollo e implementación de tecnologías claves** para su negocio principal, contribuyendo al crecimiento y rentabilidad de la empresa, así como al fortaleciendo su licencia para operar.

En tal sentido, Codelco, declara explícitamente que la **innovación es parte esencial del desarrollo empresarial de la corporación**, porque genera nuevos conocimientos, crea valor y acrecienta el liderazgo de la empresa, como lo especifica su Carta de Valores.

La **estrategia de Tecnología e Innovación** de Codelco actúa de manera proactiva sobre la cadena de valor del cobre, focalizándose en la producción del metal y en el desarrollo de nuevos mercados y aplicaciones lo que busca potenciar el desarrollo de tecnologías e innovaciones para las actuales faenas y los proyectos futuros, que forman parte su negocio principal (core business).

En la siguiente figura, se establecen claramente las líneas de acción de Codelco

LINEAS DE ACCION



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados.

Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Fuente: Exposición Verónica Bravo C. Vicepresidencia de Recursos Humanos Codelco, Primer Encuentro Nacional de Educación Superior en Minería, 18 abril del 2014 - Santiago

Programa Nacional de Minería

A principios del año 2015, se realizó el lanzamiento oficial del Programa Nacional de Minería Alta Ley, iniciativa enmarcada en las propuestas elaboradas por la Comisión Minería y Desarrollo de Chile junto al Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad descritas en el informe “Minería: Una plataforma de Futuro para Chile”.

El Programa Nacional de Minería Alta Ley, es una iniciativa de CORFO y el Ministerio de Minería, coordinada por Fundación Chile, que se desarrolla dentro de los Programas Estratégicos Nacionales de CORFO. Su principal objetivo es fortalecer la productividad,

competitividad e innovación en la industria minera nacional y sus proveedores, con el fin de impulsar el desarrollo del país.

Las metas del programa buscan desarrollar una industria de bienes y servicios basada en ciencia y tecnología con aplicación en minería, para abordar los desafíos de productividad de la industria minera mediante la generación de un ecosistema robusto de innovación de manera asociativa entre la industria, los proveedores, el sector científico-académico y el Estado.

Agenda estratégica

La minería posee las condiciones para generar el surgimiento de un ecosistema robusto de innovación, y así avanzar a una economía capaz de exportar conocimiento. La evidencia internacional indica que en el siglo actual el crecimiento sustentable de los países depende fuertemente del desarrollo de innovación y tecnología.

La minería puede convertirse en el motor de nuestro desarrollo y asumir un rol de liderazgo en la construcción de capacidades humanas, conocimientos, tecnologías e innovación.

Ámbitos de trabajo

El Programa Nacional de Minería Alta Ley, cuyo foco está puesto en las tareas requeridas para el desarrollo de una minería capaz de desplegar el pleno potencial de las capacidades y talentos de nuestro país, e insertarnos en la sociedad del conocimiento, se ha hecho cargo de algunos de estos temas y trabaja en la actualidad en la generación de la Minería Virtuosa que Chile necesita.

- a) Ámbitos tecnológicos: Fundición y Refinería. Relaves, Hidrometalurgia, Concentración de Minerales, Planificación y Operación Minera.
- b) Ámbitos habilitadores: Capital humano, Proveedores, I+D+i, Infraestructura e Institucionalidad.

Programa Ingeniería 2030

Una de las principales brechas entre un país emergente como Chile y las economías del primer mundo es la necesidad de mejorar los niveles de productividad y competitividad.

Incentivar la Innovación y la generación de nuevos emprendimientos desarrollarán nuevas industrias lo que nos permitirá como país realizar la transformación productiva necesaria para dar el anhelado paso al desarrollo.

En tal sentido, la formación de capital humano avanzado con niveles profesionales de alto desempeño es esencial para el desarrollo de todas las tareas necesarias que permitan aumentar la capacidad de emprendimiento de alto potencial y los niveles de innovación de nuestro país.

Sin embargo, y en general, el proceso de formación de ingenieros posee un diseño orientado a dar soluciones a problemáticas del siglo pasado, propias de una sociedad industrializadas del siglo pasado. Las actuales y futuras demandas que la sociedad del siglo XXI plantea, exige el desarrollo de un modelo económico basado en la innovación y el emprendimiento en el cual los ingenieros debemos ser capaces de liderar y colaborar con equipos multidisciplinarios, aplicar el pensamiento crítico y creativo a la resolución de problemas ambiguos y persistir más allá del fracaso (basado de Achieving excellence in engineering education: The ingredients of successful change. Ruth Graham. The Royal Academy of Engineering, March 2012).

Según el informe **Síntesis Diagnóstica General de las Facultades de Ingeniería Chilenas preparado por la empresa SYN Consultores en el año 2012**, la evidencia confirma que a pesar de que la velocidad con que hoy aparecen, maduran y se declaran obsoletas las tecnologías es muy superior comparada con la existente 40 años atrás, los planes de estudios y estrategias docentes de las facultades de ingeniería se han mantenido solamente sobre la base de mejoras incrementales, resultan insuficientes para enfrentar los desafíos del Chile del futuro.

Con estos antecedentes, y con el consenso de distintos organismos sectoriales respecto de la realidad de las facultades de ingeniería chilenas, CORFO durante el año 2013 convocó al concurso “Plan Estratégico – Nueva Ingeniería para el 2030”. Esta convocatoria dirigida a las universidades chilenas con el propósito de que generaran su Plan Estratégico para las Escuelas de Ingeniería, de tal manera, y así comenzaran un proceso de rediseño y reingeniería en tres fases.

En una primera fase, se desarrolló toda la reflexión interna de las facultades y escuelas participantes respecto a la forma y fondo de sus respectivos procesos educativos, que les permitiera desarrollar el diseño de los respectivos planes estratégicos con el apoyo y vinculación con instituciones y organizaciones líderes y prestigiosas a nivel global, como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y el Instituto Tecnológico de Monterrey, entre otras.

En la segunda fase se buscó apoyar la implementación de los planes estratégicos diseñados en la etapa anterior para lo cual CORFO, en el año 2014, convocó al concurso “Implementación del Plan Estratégico – Nueva Ingeniería para el 2030. En este proceso fueron adjudicados 5 proyectos actualmente en ejecución por un plazo de seis años.

En la tercera y última etapa de esta iniciativa se realizará un seguimiento al Plan Estratégico implementado a través de la gestión de actividades. En resumen, se espera la realización de un informe en el cual se identifique y relacione la estrategia implementada con la descripción de ajustes, resultados e impactos detectados en la ejecución del proyecto.

Alcance y focalización en ejes estratégicos:

- i) Gobernanza y sinergias.
- ii) Capital humano y gestión del cambio.
- iii) Foco en I + D aplicado y vinculación con la industria.
- iv) Comercialización tecnológica y emprendimiento de base tecnológica.
- v) Alianzas internacionales.
- vi) Armonización de currículo y foco en posgrados tecnológicos.

El objetivo general del concurso “Implementación del Plan Estratégico – Nueva Ingeniería para el 2030” es apoyar a las universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil, en el proceso de implementación de planes estratégicos destinados a transformar según estándares internacionales sus escuelas de ingeniería, en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia tecnológica, innovación y emprendimiento.

Como objetivos específicos se plantea

- a) Formar ingenieros y postgraduados en competencias relevantes para la sociedad, en ámbitos de I + D orientada por misión, de aplicación y transferencia de tecnologías, de innovación y del emprendimiento. Transformar las mallas curriculares, tanto en duración como en contenidos y metodologías activas, para alcanzar estándares de clase mundial en la formación de ingenieros.
- b) Aumentar y consolidar la vinculación con la industria y la sociedad, a nivel nacional e internacional, para producir impacto relevante en su entorno.
- c) Potenciar las capacidades de las facultades de ingeniería en ámbitos de investigación aplicada, de desarrollo y transferencia de tecnologías , de innovación y emprendimiento, en ambientales multidisciplinarios y multiculturales.
- d) Fortalecer los vínculos y alianzas internacionales para asegurar un proceso de transformación de la clase mundial.

Y finalmente, los resultados e impactos esperados son:

- a) Aumento cualitativo y cuantitativo de las actividades conjuntas con actores relevantes de la industria nacional e internacional, tales como: prácticas profesionales, diseño de planes de estudio, contratos de I + D, convenios de colaboración, entre otros.
- b) Aumento significativo del reconocimiento internacional de las escuelas de ingeniería a través de elementos tales como: número de estudiantes internacionales de pre y postgrado, entrega de grados conjuntos, número de contratos y convenios con universidades, centros y/o empresas multinacionales y extranjeras de alto nivel,

mejora en ranking universitarios afines, indicadores de transferencia y comercialización tecnológica, entre otros.

- c) Aumento del número de profesionales nacionales e internacionales al cuerpo docente y de investigación de la facultad de ingeniería, que tengan experiencia práctica en el desarrollo de actividades del ciclo de la innovación, tales como: empaquetamiento, transferencia y comercialización de los resultados de la I + D.
- d) Planes de estudio de pre y postgrado, y de formación de docentes e investigadores que:
 - Permitan formar ingenieros con competencias en investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento.
 - Incorporen componentes de trabajo multidisciplinario y multiculturales.
 - Incorporen nuevas herramientas docentes, tales como: nuevas metodologías, laboratorios, equipamiento, alianzas estratégicas con universidades nacionales e internacionales, centros y/o empresas, que permitan potenciar un ambiente favorable a la innovación y el emprendimiento.
- e) Programa de seguimiento y control del plan estratégico, con un plan de financiamiento flexible para enfrentar los potenciales apoyos y lograr éxitos en el largo plazo.

Ante la pregunta ¿Cómo la Innovación Sistémica, en este caso la aplicación de TRIZ, puede contribuir a la formación del nuevo Ingeniero de acuerdo a los objetivos planteados por el Programa Ingeniería 2030?

Como es sabido, TRIZ (por sus siglas en ruso) se puede definir como la teoría de la solución de problemas de inventiva. Esta metodología se basa, principalmente, en el desarrollo del proceso de pensamiento sistémico. Es decir, es producto del estudio de miles de patentes creadas a través de la aplicación de uno o varios procesos o metodologías que ayudaron a solucionar un problema en particular. En tal sentido, se podría decir, que todo nuevo conocimiento está reflejado en una patente. Es más, Genrich Altshuller definió que los principios de inventiva eran acciones particulares que estaban presentes en varias patentes, es decir, este planteamiento permite comprender la lógica del pensamiento

creativo humano que a través de varios pasos, permite disgregar una problemática, aplicar un proceso analítico y encontrar la solución más idónea.

Al aplicar TRIZ paso a paso, en donde el primer escaño es la definición del problema específico. Al enfrentar este problema se debe correlacionar a través de parámetros técnicos en un problema genérico y con una contradicción particular. Posteriormente, al cotejar con otros problemas generales similares (aplicación de la Matriz de Contradicciones), se logra establecer algunas soluciones (Principios de Inventiva), lo que permite acotar los posibles dominios de soluciones ideales a la problemática inicialmente planteada. Este sistema o procedimiento aplicado, permite prospectar y definir un número acotado de potenciales soluciones obtenidas en forma exhaustiva y comprensiva que puede ser aplicado desde niveles educativos básicos a niveles avanzados.

Según la experiencia internacional de países “seriamente líderes” en el desarrollo y práctica de la Innovación como eje fundamental del bienestar social, sustentabilidad medioambiental y desarrollo económico, creo que la aplicación, incorporación, enseñanza, y difusión de TRIZ, como una herramienta basada en la Innovación Sistémica, sin duda, contribuiría y aportaría en el logro y cumplimiento de los objetivos específicos, impactos y resultados esperados del programa Ingeniería 2030 actualmente en ejecución, por las siguientes razones, entre otras:

- TRIZ puede ser enseñado y aplicado en cualquier nivel, con mayor razón y urgencia en escuelas de ingeniería civil a nivel nacional.
- TRIZ permite que los estudiantes desarrollen habilidades para solucionar problemas incorporando distintos dominios de estudios de carácter multidisciplinarios.
- TRIZ permite desarrollar el proceso de pensamiento creativo y de inventiva esenciales para el desarrollo de la innovación.
- TRIZ “democratiza” el aprendizaje y desarrollo del proceso de pensamiento creativo ya que no es necesario ser una persona “especial” para desarrollar habilidades creativas esenciales para la innovación.

6.3 Principales actividades y acciones desarrolladas para la implementación de la cátedra “Innovación Sistémica TRIZ”

En nuestro país, y principalmente, en las carreras de Ingeniería Civil relacionadas al sector minero metalúrgico, no es común la existencia formal de iniciativas docentes que permitan desarrollar las competencias básicas en innovación de los estudiantes de ingeniería, actualmente tan requeridas por el sector.

En tal sentido, y debido a la asunción de funciones como director de la carrera de Ingeniería Civil en Minas de la sede República en la Universidad Andrés Bello, se estableció una estrategia que permitió incorporar la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ, de tal manera, de aportar concretamente al fortalecimiento y desarrollo del capital humano avanzado a través de la entrega de conceptos y herramientas prácticas de Innovación como lo es esta metodología.

Este intraemprendimiento académico, no ha estado exento de dificultades. Por ejemplo: incorporar esta nueva temática en una carrera con una malla académica de carácter no flexible, ausencia de experiencia docente en pregrado en temáticas de innovación sistémica, inexistencia de un ecosistema de innovación como agente facilitador de este tipo de actividades, ausencia de más docentes con preparación pedagógica en estas materias, entre otras.

No obstante, y por intermedio de la postulación al concurso 2013 del Fondo de Innovación de la Docencia de la Dirección General de Pregrado de la Vice Rectoría Académica UNAB, se logró adjudicar el proyecto **“Conceptualización, diseño y dictación Curso TRIZ: Metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva para estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de Minas sede República”** que permitió la incorporación de este curso desde el segundo semestre del año 2013 (ver anexo).

Una vez adjudicada dicha iniciativa, se procedió a conceptualizar, diseñar, organizar y planificar las distintas actividades académicas que permitieran, en primera instancia,

establecer un programa académico a desarrollar a contar del segundo semestre académico del año 2013 (ver anexo).

Para la concreción de dicho hito docente, se estableció la asignatura código IMIN 504 “Curso de Innovación TRIZ”.

La metodología de enseñanza, se desarrolló, principalmente, a través de clases expositivas, análisis de casos, actividades de investigación aplicada de parte los estudiantes, presentación de trabajos, actividades en laboratorio (utilización de matrices TRIZ), entre otras.

A continuación, se detalla la cantidad de alumnos por número de secciones por año, y total alumnos que han desarrollado esta actividad a la fecha:

Secciones NRC´s	Años			Total alumnos a la fecha
	2013 nº alumnos	2014 nº alumnos	2015 nº alumnos	
9265	35			
9275	26			
10908		31		
6064		36		
6066		39		
4800			33	
Total Alumnos x año	61	106	33	

A continuación, se detalla las actividades realizadas en la implementación de esta cátedra:

- a) Investigación de estado del arte de la Metodología TRIZ como herramienta sistémica de resolución de problemas de inventiva: Para este propósito se desarrollaron sesiones de trabajo en las cuáles se analizaron casos y experiencias exitosas. Además, se procedió a prospectar y analizar la bibliografía básica del curso.
- b) Conceptualización del programa académico: Con este objetivo, y analizado los resultados obtenidos de la etapa anterior, se definieron los aprendizajes esperados:
 - i) Conocer, entender y desarrollar habilidades personales necesarias para el desarrollo de la innovación.
 - ii) Reconocer aspectos esenciales para el desarrollo de emprendimientos innovadores.
 - iii) Entender y utilizar TRIZ como herramienta de innovación sistémica aplicada a problemáticas de la industria minera.
 - iv) Analizar, comprender y desarrollar ejemplos de aplicación en la industria minera y sectores asociados.
- c) Difusión entre el estudiantado: Con el propósito de desarrollar esta actividad, se procedió a difundir a través de material de promoción y explicativos del curso.
- d) Desarrollo del programa académico del Curso TRIZ: Una vez definidos los aprendizajes esperados, se procedió a definir los contenidos de cada unidad del programa docente, que son los siguientes:

i) Unidad I: Desarrollo de habilidades personales necesarias para la innovación.

- Desarrollo de competencias, tipologías y sus componentes.
- Habilidades de comunicación.
- Asertividad.
- Proactividad o iniciativa.
- Liderazgo.
- Trabajo en equipo.
- Empatía.
- Capacidad para aprender.
- Organización y planeación.
- Evaluación de problemas y toma de decisiones.
- Servicio al cliente.
- Visión estratégica.
- Negociación.
- Orientación a resultados.
- Tenacidad y Resiliencia.

ii) Unidad 2: La importancia del Liderazgo para el emprendimiento dinámico.

- Tipos de liderazgos.
- Diferencias entre Líder y Jefe.
- Características de un Líder.
- Equipos de trabajo.
- Grupos de trabajo.
- Importancia de la sinergia.
- Tipos de roles de los miembros de los equipos de trabajo.

iii) Unidad 3: Innovación Sistémica.

- Genrich Altshuller.
- Potencial TRIZ.
- Niveles de Invención y Creatividad.
- Concepto de patentamiento.
- Concepto de idealidad.
- Concepto de contradicciones ingenieriles.
- Modelamiento de problemas.
- Componentes de la Matriz de Altshuller.
- Definición de parámetros.
- Definición de principios inventivos.
- Ejemplos y aplicación de matriz TRIZ.
- Análisis de resultados.

iv) Unidad 4: Emprendimiento innovador.

- Características del emprendedor.
- Evaluación y selección de “Buenas ideas”.
- Detección y definición de necesidades (pains).
- Modelos de negocios: Tipos y componentes.
- Conceptualización de Modelos de Negocios.
- Definición del Plan de Negocios.
- Importancia de desarrollar un Plan de Negocios.
- Componentes de un Plan de Negocios.
- Presentación e informe de trabajo de investigación aplicada.

Carta Gantt desarrollada del proyecto:

Objetivos Específicos	Nombre de la Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1. Investigar el estado del arte de la Metodología TRIZ como una metodología sistémica de resolución de problemas de inventiva	1.1 Sesiones de trabajo y coordinación	X								
	1.2 Prospección y análisis de experiencias exitosas	X								
	1.3 Estudio y análisis de casos	X	X							
	1.4 Análisis, Selección y Compra de Bibliografía.	X	X							
2. Conceptualizar y definir el programa académico del Curso TRIZ	2.1 Sesiones de trabajo		X	X						
	2.2 Análisis de la población objetivo		X	X						
	2.3 Determinación de estrategias de inducción			X						
	2.4 Determinación de casos aplicables		X	X						
	2.5 Definición del programa académico		X	X						
	2.5 Determinación de métricas.			X						
3. Difundir entre los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas la metodología TRIZ como una herramienta que permita el desarrollo de habilidades en innovación	3.1 Impresión de afiches explicativos			X						
	3.2 Desarrollo de Portal TRIZ INGEMIN-UNAB (en forma conjunta con Centro de Alumnos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3.3 Gestión de notas periodísticas		X		X		X		X	X
4. Desarrollar el programa académico del Curso TRIZ en el segundo semestre del presente año académico	4.1 Gestiones para inscripción de asignatura.			X	X					
	4.2 Programación docente de asignatura (Planificación)			X	X					
	4.3 Realización de Clases/Talleres de Curso TRIZ (2 Secciones - 90 alumnos total)					X	X	X	X	X

6.4 Análisis estadístico de los resultados académicos del Curso TRIZ versiones años 2013, 2014 y 2015.

Se desarrolló un levantamiento de los resultados académicos finales de los alumnos que inscribieron esta asignatura motivo del estudio. En total, en estas tres versiones, 200 alumnos han cursado esta asignatura.

En la versión del año 2013, el porcentaje de aprobación correspondió al 84%. En los años 2014 y 2015, los porcentajes de aprobación correspondieron al 42% y al 39% respectivamente.

Por otro lado, la nota promedio de la versión 2013 fue de un 4,1 en una escala tradicional de evaluación de 1 a 7. La nota promedio de los años 2014 y 2015, fueron de 3,3 y 3,7 respectivamente. Las respectivas desviaciones estándar son: 1,17 para el año 2013, 0,92 para el periodo 2014 y 0,46 para la versión del año 2015.

A medida que pasan los años, la dispersión de las notas se va reduciendo. Esto se explica por una mejor comprensión de la evaluación por parte de los profesores y alumnos, una retroalimentación más fluida y un ajuste de la ponderación entre los trabajos grupales y las pruebas individuales.

Se observa una estricta relación de orden entre el porcentaje de aprobación y la zona central de la campana (ver Gráficos de Distribución en anexo), justo por debajo de la nota 4,0 en los dos últimos años. Esto se explica por el ajuste en las evaluaciones y en el de los niveles de exigencia para la aprobación de la asignatura de una versión a otra. Al analizar los gráficos de distribución porcentual es evidente que el aumento del nivel de exigencia se verifica en el año 2014 y 2015.

Respecto del gráfico Notas TRIZ versus Rendimiento académico de los alumnos (ver anexo), no se verifica relación alguna entre ambas variables, se descarta funcionalidad y tendencia. Se presume, que la mayoría de las asignaturas de la carrera en los primeros

dos años se desarrollan en base de una disciplina mental rígida, requerimiento no necesariamente deseable en el proceso de enseñanza y aprendizaje de una asignatura como TRIZ en la cual se necesitan grados de flexibilidad mental importantes que se relacionan, principalmente, al desarrollo de la creatividad, trabajo en equipo, empatía, espíritu crítico, comunicación y liderazgo. Habilidades blandas no necesariamente estimuladas en los primeros años de Ingeniería.

En lo que respecta a los gráficos notas TRIZ versus promedio PSU y notas TRIZ versus NEM (ver anexo), no se verifica ninguna relación entre la nota final obtenida por los alumnos en la asignatura TRIZ y los posibles predictores, puntaje PSU y notas de enseñanza media (NEM). Este resultado tiene varias posibles explicaciones, pero basado en el conocimiento directo de los alumnos que han cursado esta asignatura, se puede indicar que los estudiantes sí poseen competencias necesarias en temáticas relacionadas con la creatividad e innovación. Se debe recordar que la creatividad se asocia a la capacidad de generar ideas novedosas y la innovación se refiere a la aplicación virtuosa de estas ideas. **En el proceso clásico de selección universitaria (predictores PSU y NEM), estas temáticas de creatividad e innovación, no son parte de los objetivos a medir en estos instrumentos**, esto explicaría, en parte, la nula relación entre estos predictores y los resultados académicos de la asignatura. Esta situación permitiría justificar la realización de una investigación de mayor alcance y profundidad.

6.5 Experiencias docentes y de servicios destacadas en materia de Innovación Sistémica a nivel mundial

A continuación, se realizará una descripción general de algunas experiencias docentes y de servicios en materia de innovación a nivel internacional.

a) Massachusetts Institute of Technology (MIT)

El Instituto Tecnológico de Massachusetts es una universidad americana, privada, independiente y co-educacional organizada en cinco escuelas (arquitectura y planificación, ingeniería, humanidades, las artes y las ciencias sociales, gestión, y Ciencia). Cuenta con unos 1.000 miembros, más de 11.000 estudiantes y graduados, y más de 130.000 ex alumnos.

El Instituto Tecnológico de Massachusetts, tiene como misión avanzar en el conocimiento y educar a los estudiantes en la ciencia, la tecnología y en otras áreas de investigación que servirán mejor a la nación y el mundo en el siglo XXI . Además, busca desarrollar en cada miembro de la comunidad del MIT la capacidad y la pasión para trabajar con prudencia, de forma creativa y efectiva para el mejoramiento de la humanidad.

En materia de Innovación, al interior del MIT existe *La Iniciativa de Innovación* que trabaja con las cinco escuelas del MIT para fortalecer los itinerarios educativos y redes para los estudiantes, ex alumnos y socios para mover las ideas desde la concepción hasta el impacto.

De acuerdo a lo prospectado y disponible en su portal institucional, a nivel de pre grado, existen tres cursos que son:

- a) Curso 2.627 Fundamentals of Photovoltaics .
- b) Curso 6.901 Inventions and Patents.
- c) Curso ESD. 051J Engineering Innovation and Design

De estas tres alternativas, la opción c, es la que posee un grado de aproximación importante al modelo utilizado objeto de este análisis.

En resumen, y como descriptor de este curso, se puede decir que los objetivos son aprender a producir grandes diseños, ser un ingeniero más eficaz, y comunicar con alto impacto emocional e intelectual. El curso está basado en entregar a los estudiantes la capacidad de entender, contextualizar y analizar los diseños y sistemas de ingeniería. Además, de aprender y aplicar la metodología Thinking Design, los estudiantes van a resolver los problemas de manera más eficaz en cualquier dominio. Este curso desarrolla habilidades en los estudiantes para concebir, organizar, implementar y evaluar proyectos en forma exitosa en cualquier disciplina de ingeniería (<http://ocw.mit.edu/courses/find-by-topic/#cat=business&subcat=innovation>).

En términos generales, en el MIT existen aproximadamente 50 cursos en materias de innovación. La gran mayoría de estos cursos están orientados a programas de postgrado en diversas disciplinas.

b) Politécnico de Milano

Es una universidad científica y tecnológica que forma a ingenieros, arquitectos y diseñadores industriales. La Universidad siempre se ha centrado en la calidad y la innovación de la docencia y la investigación, el desarrollo de una relación fructífera con el mundo empresarial y productivo a través de la investigación experimental y la transferencia tecnológica.

La investigación siempre se ha relacionado con la didáctica y es un compromiso prioritario que ha permitido al Politécnico de Milán lograr resultados de alta calidad a nivel internacional permitiendo integrar a la universidad al mundo de los negocios.

Actualmente, el Politécnico de Milán está organizado en 12 departamentos a través de una red de 4 escuelas en 7 campus. Las escuelas están orientadas, principalmente, a la academia y los distintos departamentos a desarrollar las líneas de investigación.

En este contexto, el departamento de Ingeniería Mecánica, es una de las unidades académicas más activas en el Politécnico de Milán. Desde 1951, esta unidad académica ha sido calificada como una de las principales entidades científicas tanto a nivel italiano como europeo.

La misión de esta unidad académica es realizar investigación de clase mundial y la educación en Ingeniería Mecánica, con especial atención en la aplicación práctica en sectores industriales, tales como la energía, el transporte, la movilidad sostenible e industrialización avanzada. Esta unidad académica está organizada en 6 áreas de investigación: Dinámica y vibraciones, Diseño de Vehículos y maquinarias, Sistemas de producción y manufactura, Materiales, Mediciones térmicas y mecánicas, y Métodos y herramientas para el diseño de productos.

De acuerdo a lo prospectado, en el grupo de investigación de Métodos y herramientas para el diseño de productos se han desarrollado competencias específicas en el ámbito de la innovación sistemática, utilizando metodologías como TRIZ y desarrollando herramientas tanto para el diseño inventivo y resolución de problemas de un producto y del proceso de innovación. Las mismas técnicas también han sido diseñadas para aplicaciones estratégicas, tales como la evaluación comparativa y previsión tecnológicas, validadas por medio de varios estudios de casos industriales en diferentes campos, tales como, por ejemplo, electrodomésticos, aparatos sanitarios, la industria alimentaria, tecnologías de fabricación, etc.

Como uno de los miembros fundadores de la asociación APEIRON (www.aperon-triz.org), cuya misión es difundir las prácticas de la innovación sistemática en la industria, y en particular a las PYMEs. Este grupo ha contribuido a la construcción de una red mundial de universidades dirigida a la definición de un plan de estudios estándar para la enseñanza de TRIZ (universitytriz.wikidot.com) alineado con los requerimientos de la mayoría de las grandes empresas.

En esta institución, se han dictado un número importante de cursos relacionados a temas de innovación. La mayoría de asignaturas se dictan en programas de postgrados, en especial, en maestrías de ciencias (Fuente:https://www4.ceda.polimi.it/manifesti/manifesti/controller/ricerche/RicercaPerInsegnamentoPublic.do?jaf_currentWFID=main).

A continuación, se presenta un listado de los principales cursos relacionados a temáticas relacionadas con la innovación:

- a) Código 072451, Curso Management of Innovation and Project Management.
- b) Código 083431, Curso Management of Innovation.
- c) Código 086849, Curso Metallic Materials and Product Innovation.
- d) Código 091122, Curso Innovation and Intellectual Property Management.
- e) Código 095120, Curso Material Engineering for Product Innovation.
- f) Código 091144, Curso Methods and Tools for Systematic Innovation A.
- g) Código 091118, Curso Methods and Tools for Systematic Innovation B.

- h) Código 093263, Curso Design Innovation and Design Methods.
- i) Código 096093, Curso Business Innovation.
- j) Código 095998, Curso Theories and Cultures of Innovation.
- k) Código 093238, Curso Materials and Technologies for Industrial Product Innovation.
- l) Código 094832, Curso IC Technology Innovation.

De este listado, los cursos de f) y g) Methods and Tools for Systematic Innovation A y B, están directamente relacionados a temáticas de Innovación Sistémica en los cuales se proporciona conocimientos teóricos y prácticos acerca de las más recientes metodologías para la aplicación de la innovación sistémica en productos y procesos. Es decir, se proporciona conocimientos sobre técnicas de resolución de problemas inventivos de productos y procesos. Además, abarca una serie de técnicas y herramientas de apoyo a la creatividad como técnica, a partir de métodos psicológicos, sus potencialidades y limitaciones. La metodología TRIZ se presenta en detalles, con ejemplos prácticos para ejecutarse, tanto individualmente como en equipo. Como un set de herramientas complementario, estos cursos introducen también los principios básicos de la biomimética y técnicas de innovación sostenible.

c) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey es una institución de educación superior mexicana fundada en el año 1943 por don Eugenio Garza Sada y un grupo de empresarios.

Posee como visión formar líderes con espíritu emprendedor, sentido humano y competitivos internacionalmente. Posee una oferta educativa de más de 100 programas de carreras de profesionales, maestrías, doctorados y bachillerato. El Tecnológico de Monterrey posee una matrícula cercada a los 100 mil estudiantes en 31 campus y 16 oficinas de enlace internacional.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey forma parte de las 50 mejores universidades privadas del mundo según QS World University Ranking. La EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey es considerada como la mejor escuela de negocios de Latinoamérica.

El Centro de Innovación y Diseño Estratégico de Productos (CIDEP) fue creado para incentivar y apoyar la creación de empresas de alta tecnología en el Estado de Nuevo León y para proveer soluciones tecnológicas a pequeñas y medianas empresas mexicanas y a empresas en proceso de incubación.

Los servicios que ofrece el CIDEP son los siguientes:

Servicios Tecnológicos

- Laboratorios para pruebas de confiabilidad
- Laboratorio de metrología
- Laboratorio de prototipado rápido
- Prototipado de Diseño exterior
- Laboratorio de redes inalámbricas
- Laboratorio de señales de radiofrecuencia
- Laboratorio de cámara anecóica

Transferencia de Tecnología

- Soporte de inteligencia competitiva para identificar tendencias tecnológicas.
- Evaluación de tecnologías nuevas y emergentes.
- Identificación de canales de comercialización para nuevas tecnologías.
- Promover invenciones y proyectos tecnológicos prominentes.
- Movilizar el desarrollo de estas tecnologías en negocios.
- Asesoría y soporte en el proceso de protección de la PI en México.

Vinculación Industrial

- Vinculación con la Industria.
- Integración de equipos multidisciplinarios para preparar propuestas tecnológicas para atraer la inversión extranjera.
- Networking con los clusters industriales para crear una red de valor agregado.
- Compartir conocimiento a través de sesiones de facilitación usando técnicas de planeación interactivas.

En términos académicos a nivel de pre-grado, es muy necesario destacar que el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey dicta la carrera profesional de Ingeniero en Innovación y Desarrollo. Instancia de formación profesional pionera a nivel latinoamericano.

Como perfil de egreso se establece que es un profesional que desarrolla soluciones integrales sostenibles en campos emergentes de la ingeniería, tales como la nanotecnología, el uso de fuentes alternas de energía y la bioinformática. Posee formación en ciencias de la ingeniería, a través del desarrollo de habilidades de comunicación y liderazgo que le permiten trabajar en equipos interdisciplinarios para gestionar y desarrollar proyectos de innovación tecnológica que contribuyen al aumento de la productividad y al mejoramiento del bienestar social.

Las áreas del conocimiento involucradas en el desarrollo de esta pionera carrera profesional son:

- Once materias referidas a la Ingeniería para la Innovación.
- Seis materias de las Ciencias Naturales.
- Seis materias del área de las matemáticas.
- Doce materias con el objetivo de acentuar las áreas emergentes de la Ingeniería.
- Ocho materias referidas a las Ciencias de la Ingeniería.
- Cinco materias para el desarrollo de habilidades directivas.
- Ocho materias respecto sobre educación general.

Como campo laboral se identifica a:

- Empresas que promuevan el desarrollo de áreas emergentes que busquen solucionar problemas ingenieriles en diferentes sectores.
- Empresas y/o consultoras que busquen implementar nuevos procesos, productos o servicios.
- Centro de investigación y de consultoría.
- Creación de emprendimiento propio.

Las competencias que busca desarrollar este programa académico son:

- Analizar, modelar y resolver problemas complejos en ciencia e ingeniería.
- Desarrollar soluciones integrales basadas en un conocimiento amplio de diferentes disciplinas de la ingeniería.
- Realizar proyectos interdisciplinarios aplicando las ciencias de la ingeniería para innovar, mejorar y encontrar soluciones a problemas en campos emergentes de la ingeniería, tales como la nanotecnología, fuentes de energía, entre otros.
- Evaluar y administrar proyectos de innovación tomando en cuenta su impacto, tanto económico como social, dentro de un marco de desarrollo sostenible.

Plan de estudios:

El programa de estudio de la carrera de Ingeniero en Innovación y Desarrollo posee una duración mínima de 9 semestres de acuerdo al siguiente formato:

1º Semestre:

- Cambio climático y uso de energía
- Física I
- Lengua extranjera
- Análisis y expresión verbal
- Matemáticas I
- Introducción a la innovación en ingeniería

- Computación

2º Semestre:

- Ética, persona y sociedad
- Matemáticas II
- Taller de innovación y creatividad
- Laboratorio de ciencias
- Estadística
- Optativo de ciencias I
- Optativo de ciencias de la ingeniería I

3º Semestre:

- Contabilidad y administración de costos
- Expresión verbal en el ámbito profesional
- Matemáticas III
- Innovación de procesos y diseño de prototipos
- Optativo de ciencias II
- Optativo de ciencias de la ingeniería II

4º Semestre:

- Electricidad y magnetismo
- Humanidades y bellas artes
- Factibilidad y viabilidad de proyectos de innovación
- Optativo de matemáticas I
- Optativo de ciencias de la ingeniería III
- Optativo de ciencias de la ingeniería IV

5º Semestre:

- Economía para la creación de negocios
- Métodos numéricos en ingeniería
- Posicionamiento de la innovación
- Metodologías para la innovación

- Optativo de matemáticas II
- Optativo de ciencias de la ingeniería V

6º Semestre:

- Emprendimiento
- Taller de innovación, diseño y entorno de negocios
- Optativa de acentuación en ingeniería I
- Optativa de acentuación en ingeniería II
- Optativa de acentuación en ingeniería III
- Optativa de acentuación en ingeniería IV

7º Semestre:

- Ciudadanía
- Ingeniería de productos y servicios
- Optativa de acentuación en ingeniería V
- Optativa de acentuación en ingeniería VI
- Optativa de acentuación en ingeniería VII
- Optativa de habilidades directivas I

8º Semestre:

- Viabilidad de proyectos
- Proyecto integral de innovación en ingeniería I
- Optativa de acentuación en ingeniería VIII
- Optativa de acentuación en ingeniería IX
- Optativa de habilidades directivas II
- Optativa de acentuación en ingeniería X

9º Semestre:

- Ética aplicada
- Proyecto integral de innovación en ingeniería II
- Introducción a la vida profesional
- Optativa de habilidades directivas III
- Optativa de acentuación en ingeniería XI
- Optativa de acentuación en ingeniería XII

Actividades remediales:

- Introducción a la física
- Inglés remedial I
- Inglés remedial II
- Inglés remedial III
- Inglés remedial IV
- Inglés remedial V
- Fundamentos de la escritura
- Introducción a las matemáticas
- Introducción a la computación

d) Universidad de Oxford

La Universidad de Oxford es una universidad colegiada, que consiste en la unión de una universidad central y una comunidad de colegios (colleges). La universidad central se compone de departamentos académicos y centros de investigación, unidades de administración, bibliotecas y museos. La comunidad de colegios está compuesto por 38 instituciones autónomas y financieramente independientes, las cuales están relacionados con la universidad central en un sistema federal. Su matrícula bordea los 22600 alumnos entre estudiantes de pre y postgrado.

De acuerdo a lo prospectado, en materias de innovación existe una entidad experta en esta disciplina, que en algún momento estuvo vinculada a la Universidad de Oxford: Esta entidad es la empresa Oxford Centre for Innovation dependiente de Oxford Innovation Services Ltd. (Reg. 07860991).

Descripción general del Oxford Centre for Innovation:

Oxford Innovation Ltd. (OI) es una empresa que fue fundada en 1987 por Sir Martin Wood (co-fundador de Oxford Instruments PLC), provee servicios tanto a empresas innovadoras en expansión y a los organismos gubernamentales que promueven el emprendimiento.

Oxford Innovation fue creada como una spin-off de la fundación benéfica independiente The Oxford Trust, cuyo objetivo es fomentar el estudio y la aplicación de la ciencia y la tecnología.

Oxford Innovation Services Ltd. (OIS), es decir, se crea a partir de Oxford Innovation Ltd. en noviembre de 2011 como una empresa independiente para ofrecer apoyo a las empresas y coaching a importantes contratos. En la práctica, la actividad que se lleva a cabo al interior OIS Ltd. tiene un historial de operaciones que se remonta al año 1992.

Como es sabido, las empresas de alto crecimiento crecen en todas formas y tamaños, pero la única característica común entre ellas es la innovación.

En tal sentido, Oxford Innovation Services Ltd. realiza las siguientes actividades: servicios de exploración para la innovación, búsqueda de socios y financiamiento, apoyo y gestión en innovación abierta.

Durante los últimos tres años, esta empresa ha logrado los siguientes hitos:

- Se ha entregado £ 50 millones de programas de apoyo a las empresas lo que ha generado 400 millones de £ como valor agregado bruto.
- Ha realizado 27000 días de asesorías individuales.
- Ha capacitado a más de 4700 empresas.
- Ha creado/fortalecido 9000 puestos de trabajo.
- Ha desarrollado 300 sesiones de entrenamiento y clases magistrales en temáticas expertas de innovación.
- Ha recaudado más de 50 millones de £ a través de la Red de Inversionistas Ángeles, lo que ha permitido ampliar estos fondos al doble.

- Ha apoyado a más de 500 empresas de alto crecimiento en el proceso de comercialización de sus innovaciones, en metodologías para la comprensión de las necesidades del cliente, en el desarrollo de Modelos de Negocios Robustos, en Propiedad Intelectual y en Estrategias de Mercado.

Descripción general de Oxford Creativity Ltd. (Reg., 03850535).

Si bien esta empresa no está vinculada con la Universidad de Oxford, se cree importante y muy necesario listar las principales actividades que esta empresa desarrolla en materias de innovación. Es de especial atención que, de las instituciones analizadas, esta empresa presenta un completo programa de formación, capacitación y consultoría en Innovación Sistémica, específicamente, respecto de la metodología TRIZ.

Las principales actividades que Oxford Creativity desarrolla son:

- Ayudar a integrar la metodología TRIZ en empresas y en sus procesos existentes.
- Suministrar softwares para aplicar TRIZ a una problemática específica.
- Capacitar a distancia suministrando materiales y hojas de trabajo, proporcionando todos los materiales y hojas de trabajo para capacitación de personal de una empresa que contrate sus servicios.
- Prestar permanente apoyo y desarrollar sesiones de resolución de problemas en forma conjunta con equipos de trabajo, proveedores y clientes de una empresa con el propósito de encontrar las mejores soluciones a problemas complejos.
- Dictación talleres de Gestión de IP para la Alta Dirección, de tal manera, de apoyar el desarrollo y mantención de una estrategia en propiedad intelectual en la empresa.
- Dictación Curso Básico de Metodología TRIZ.
- Dictación Curso Avanzado de Metodología TRIZ.
- Dictación Curso Propiedad Intelectual – Metodología TRIZ.
- Dictación Workshop Resolución de Problemas.
- Dictación de Talleres de Innovación y Creatividad.
- Dictación de Curso Construcción de Equipos Creativos a través de la Teoría KAI (Kirton Adaptive-Innovative)
- Realizar Consultoría experta en Innovación Sistémica a empresas e instituciones.

Es necesario destacar que Oxford Creativity posee una importante alianza con el IET, para la dictación en forma conjunta de diversos cursos de formación en la metodología y herramientas TRIZ. El IET, Instituto de Ingeniería y Tecnología (The Institution of Engineering and Technology, IET) es la organización profesional más grande del mundo con más de 167.000 miembros en 127 países. Es la institución más multidisciplinar, que refleja la naturaleza cada vez más diversa de la ingeniería en el siglo 21. Su visión es: Ingenieros trabajando por un mundo mejor. Como misión el IET declara inspirar, informar e influenciar a la comunidad global de ingenieros. Apoyar la tecnología de innovación para satisfacer las necesidades de la sociedad. Y sus valores son la Integridad, la Excelencia y el Trabajo en Equipo.

7. Conclusiones

Se puede establecer que existe una creciente necesidad de parte de la industria minera por contar con capital humano avanzado que posea competencias que permitan crear valor (innovación) frente a los nuevos desafíos que este sector económico enfrenta.

En tal sentido, a través de este trabajo se han descrito iniciativas concretas de parte del Consejo Minero, Codelco, Ministerio de Minería y Corfo que permiten establecer cuáles son estas competencias y habilidades que estos futuros profesionales de la minería deben desarrollar.

En este proceso, es clave el papel que deben cumplir las instituciones de educación superior, ya que son ellas las llamadas a incorporar las respectivas innovaciones curriculares que permitan alinear los actuales programas académicos con los nuevos requerimientos provenientes de la industria según la experiencia y las buenas prácticas internacionales.

En el capítulo 6.3 se describe detalladamente las actividades y acciones desarrolladas en la implementación de la cátedra Innovación Sistémica TRIZ producto de la postulación del suscrito al concurso Fondo de Innovación a la Docencia 2013 en la UNAB.

Respecto del análisis de los resultados académicos, se logra evidenciar la **nula relación** entre las calificaciones finales de los alumnos que cursaron la cátedra de Innovación Sistémica TRIZ y sus respectivos puntajes promedio PSU de ingreso, notas de enseñanza media (NEM) y rendimiento universitario acumulado. Además, se logra evidenciar el aumento del nivel de exigencia académica en las últimas dos versiones del curso (2014 y 2015), debido principalmente al nivel de consolidación, maduración y experiencia alcanzado en la dictación de esta cátedra durante estos años.

Finalmente, es necesario destacar que a nivel internacional existe un número importante e interesante de experiencias y prácticas docentes en materias de innovación, principalmente, en cursos de postgrado.

En tal sentido, es necesario destacar el caso del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey que **visionariamente** dicta la carrera **Ingeniería en Innovación y Desarrollo**. Este programa académico de pre grado puede servir de guía para aquellas instituciones de educación superior que efectiva y seriamente desean desarrollar e incorporar a la Innovación como eje central de su quehacer académico, pedagógico y de investigación aplicada.

8. Bibliografía

- Presentación ¿Qué Ingeniero de Minas necesita la empresa minera para cumplir con los desafíos de la Industria?, Primer Encuentro Nacional de Educación Superior en Minería, Sra. Verónica Bravo, Vicepresidencia de RR.HH., Codelco Chile, 18 de abril de 2013, Santiago – Chile.
- Síntesis Diagnóstica General de las Facultades de Ingeniería Chilenas preparado por la empresa SYN Consultores en el año 2012
- Discurso del Sr. Oscar Landerretche M., Presidente del Directorio de Codelco, Evento sobre Innovación para la Minería, Facultad Ciencias y Matemáticas, U. Chile, Junio 04 de 2015.
- Documento Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2014 – 2023 Diagnóstico y Recomendaciones, Consejo Minero – Innovum FCH.
- Proveedores de la Minería Estudio de Caracterización 2014, Innovum FCH.
- Informe Final Resultados de la Información Levantada “Diseño e implementación del Sistema Nacional de Certificación y Competencias Laborales, CHILEVALORA, PRAGMAC, Mayo 2015.
- Mining Report CHILE 2016, International Investor.
- Informe Competitividad de la minería chilena del cobre, Comisión Chilena del Cobre, Gobierno de Chile, Julio 2015.
- Minería en Chile: Impacto en Regiones y desafíos para su desarrollo, Ministerio de Minería, Comisión Chilena del Cobre, Gobierno de Chile, Diciembre 2013.
- Marco de Cualificaciones para la Minería Versión actualizada 2015, Consejo de Competencias Mineras, Consejo Minero, Innovum FCH.

- Memoria Anual 2014, Codelco Chile.
- El enfoque sistémico de la innovación: Ventaja competitiva de las regiones, Carlos Scheel Mayenberger, Instituto Tecnológico de Monterrey, Egade Business School, Mexico.
- Bases “Implementación del Plan Estratégico Nueva Ingeniería para el 2030 Regiones”, 12 de Agosto de 2016, Toma de Razón Contraloría General de la República.
- Innovation systems: analytical and methodological issues, Bo Carlsson at el, Department of Economics, Weatherhead School of Management, Case Western Reserve University, Cleveland, OH, NH Elsevier.

9. Anexos.

9.1 Malla curricular carrera de Ingeniería Civil de Minas.

Ingeniería Civil en Minas

Facultad de Ingeniería

año 01		año 02		año 03		año 04		año 05	
semestre 1	semestre 2	semestre 3	semestre 4	semestre 5	semestre 6	semestre 7	semestre 8	semestre 9	semestre 10
Introducción a las Matemáticas	Cálculo Diferencial	Cálculo Integral	Sistemas y Ecuaciones Diferenciales Lineales	Cálculo Avanzado	Evaluación Económica de Proyectos Mineros	Investigación de Operaciones	Economía de Minerales	Diseño de Minas Subterráneas	Diseño Gestión Estratégica
Introducción a la Minería	Física General	Introducción a la Mecánica	Probabilidades y Estadística	Resistencia de Materiales	Análisis Numérico	Planificación Minera Subterránea y a Rajo Abierto	Gestión Financiera en Minería	Diseño de Minas a Rajo Abierto	Comercialización y Marketing
Introducción a la Química	Química General	Química Experimental para Geociencias y Minería	Fisicoquímica	Mecánica de Fluidos	Geomecánica	Tecnologías de Excavación de Rocas	Tecnologías de Movimiento de Materiales	Gestión Ambiental	Dirección de Empresas Mineras
Tecnologías de la Información	Geología General y Estructural	Petrología y Mineralogía	Comunicación Efectiva	Métodos y Tecnologías de Exploración	Hidro metalurgia	Operaciones de Separación y Concentración	Administración de Proyectos Mineros	Electiva de Formación Profesional	Responsabilidad Social Corporativa
Metodologías de Aprendizaje y Estudio	Inglés II	Inglés III	Inglés IV		Geostatística	Logística y Cadena de Abastecimiento en Minería	Geología de Minas	Legislación Minera	Seguridad y Salud Ocupacional
Inglés I						Práctica I	Ética, Sociedad y Trabajo	Taller de Título I	Taller de Título II
							Práctica II		
Licenciatura									
Título Profesional									

* Malla podría sufrir modificaciones

GRADO ACADÉMICO
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
(8 semestres)

TÍTULO PROFESIONAL
Ingeniero Civil en Minas
(10 semestres)

DURACIÓN
5 años

RÉGIMEN
Diurno

SEDES
Santiago, Viña del Mar, Concepción

9.2 Proyecto “Conceptualización, diseño y dictación Curso TRIZ: Metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva para estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de Minas sede República”.



Vicerrectoría Académica
Dirección General de Pregrado
Av. República 237, tercer piso
Tel.: +562 2661 8086

Santiago, 18 de abril de 2013

Estimado Prof. Céspedes

Tenemos el agrado de comunicarle que su proyecto “Conceptualización, diseño y dictación curso TRIZ: Metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva para estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de Minas sede República” presentado en el Concurso 2013 del Fondo de Innovación de la Docencia ha sido aprobado por el Comité de Selección integrado por los Drs. Carlos Mujica, Erika Poblete, Mauricio González y Andrés Meza. Se adjuntan comentarios.

El monto total asignado a ambos proyectos es \$ 3.150.000 de acuerdo al detalle adjunto. Cualquier modificación a este presupuesto debe ser autorizada por el Director General de Pregrado. La fecha de inicio de su proyecto es 1 de abril y la firma del convenio será durante la semana del 22 de abril.

El miércoles 24 de abril a las 14:00 horas se realizará una reunión en la Sala de Reuniones de la Vicerrectoría Académica (República 237, tercer piso) para informarle los detalles administrativos asociados a la ejecución de gastos y también las actividades de apoyo que la Dirección de Innovación y Desarrollo Docente puede ofrecerle para el desarrollo de su proyecto.

Saluda atentamente,

Andrés Meza
Director General de Pregrado

FORMULARIO DE POSTULACIÓN CONCURSO 2013

FONDO DE INNOVACIÓN DE LA DOCENCIA

I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Conceptualización, diseño y dictación Curso TRIZ : Metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva para estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de Minas Sede República de la Universidad Andrés Bello.

Título del Proyecto : Conceptualización, diseño y dictación Curso TRIZ : Metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva para estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de Minas Sede República de la Universidad Andrés Bello.

Duración (mes/año) : Desde: Abril 2013 Hasta: Diciembre 2013

Monto Solicitado : \$ 5.950.000.-

II. ANTECEDENTES DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre : Juan Céspedes Vásquez

RUT : 11.721.462-1

Unidad Académica : Escuela de Ciencias de la Tierra – Carrera Ingeniería Civil de Minas (República)

Cargo : Docente – Secretario Académico Escuela de Ciencias de la Tierra.

Jornada : Tres cuarto jornada.

Jerarquía académica : Docente

Año Ingreso UNAB : 2012

Dirección : Salvador Sanfuentes 2357 - Santiago

Teléfono : 02 -770 3774 - 76536041 (cel).

E-mail : juan.cespedes@unab.cl

Títulos Profesionales

Título Profesional	Institución	Año
Ingeniero Civil de Minas	Universidad de Atacama	2000

Grados Académicos

Grado Académico*	Institución	Año
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería	Universidad de Atacama	1996
Magíster © en Innovación Tecnológica y Emprendimiento	Universidad Técnica Federico Santa María	2012

*Indique nombre exacto y completo del grado en su idioma original

Participación en proyectos anteriores financiados por la VRA:

Proyecto	Año
----------	-----

III. PRESENTACION DEL PROYECTO

1. Resumen del proyecto(Extensión máxima 1/2 página)

Una de las premisas señaladas en el perfil de egreso de los estudiantes de Ingeniería de MINAS UNAB es que este profesional será capaz de gestionar y optimizar los procesos del negocio minero permitiendo maximizar su rendimiento; conducir económicamente proyectos o unidades de negocios mineros. En tal sentido, la Innovación es clave en el mejoramiento de la competitividad de cualquier proceso productivo. Es por ello que para llevar a cabo de forma eficaz el proceso de la innovación se requiere una adecuada gestión del mismo, un proceso orientado a organizar los recursos humanos, tecnológicos y económicos en un sistema que permita estudiar el entorno, reconocer amenazas, oportunidades, debilidades, fortalezas y definir estrategias adecuadas para enfrentarse a ellas, un procedimiento para identificar, adquirir o generar los recursos tecnológicos o conocimientos necesarios para obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes, y transferir esas mismas ideas a las fases de producción y comercialización, TRIZ es la herramienta que satisface esta necesidad.

TRIZ es el acrónimo ruso de "Teoriya Rezheniya i zobretatelskiy Zadach" que se traduce al español como "Teoría para la Solución de Problemas Inventivos". Este acercamiento algorítmico probado para solucionar problemas técnicos comenzó en 1946 cuando el ingeniero y científico ruso Genrich Altshuller estudio miles de patentes y noto ciertos patrones. De estos patrones él descubrió que la evolución de un sistema técnico no es un proceso al azar sino que es gobernado por ciertas leyes objetivas. Estas leyes se pueden utilizar conscientemente para desarrollar un sistema a lo largo del camino de la evolución técnica para determinar e implementar innovaciones.

TRIZ es una metodología de análisis, formulación y solución de problemas de inventiva o innovación tecnológica, es también una técnica lógica y estructurada de conocimientos que se enfoca en la solución de problemas técnicos y una manera efectiva de romper la inercia mental de las personas, además dispone de potentes herramientas que reducen la innovación a un proceso algorítmico.

La metodología TRIZ tiene la ventaja de disponer de herramientas que aunque, de ninguna manera sustituyen a la creatividad, sí proporcionan un camino para estimularla y obtener de ella la mayor productividad posible, es decir, entrega un método estructurado para el desarrollo de nuevos productos y procesos y para convertir la creatividad y la innovación en procesos sistemáticos, fiables, prácticos, científicos, reproducibles y entrenables. Por lo anterior, la conceptualización, diseño y dictación de un Curso de TRIZ a través del desarrollo de una metodología sistemática de resolución de problemas de inventiva con nuestros alumnos lo que permitirá fortalecer su formación profesional, incorporando sistemáticamente la Innovación en su proceso formativo docente.

2. Objetivo general (Extensión máxima 1 página)

El objetivo general del proyecto es fortalecer la capacidad de creatividad e innovación a los alumnos de Ingeniería Civil de Minas (Sede República) de la Facultad de Ingeniería a través de la conceptualización, diseño y dictación de un Curso de TRIZ. Esta iniciativa consta de dos etapas. La primera etapa consta de un proceso de investigación, análisis de información, conceptualización, definición del programa académico, preparación de clases, compra bibliográfica y de materiales complementarios de enseñanza. Esta etapa se realizará en 4 meses (primer semestre). La segunda etapa se refiere al desarrollo docente del curso a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de Minas del segundo año. Esta última etapa se llevará a cabo durante el segundo semestre académico del presente año.

3. Objetivos específicos (Extensión máxima 1 página)

Los objetivos específicos son:

- Investigar el estado del arte de la Metodología TRIZ como una metodología sistémica de resolución de problemas de inventiva.
- Conceptualizar y definir el programa académico del Curso TRIZ.
- Difundir entre los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas la metodología TRIZ como una herramienta que permita el desarrollo de habilidades en innovación.
- Desarrollar el programa académico del Curso TRIZ en el segundo semestre del presente año académico.

4. Actividades a desarrollar para lograr los objetivos(Extensión máxima 1 página)

Nombrar la(s) actividad(es) y describir brevemente en qué consiste(n).

- **Investigar el estado del arte de la Metodología TRIZ como una metodología sistémica de resolución de problemas de inventiva:** Se desarrollarán las siguientes actividades: Sesiones de trabajo y coordinación, Prospección y análisis de experiencias exitosas, Estudio y análisis de casos y Análisis, Selección y Compra de Bibliografía.
- **Conceptualizar y definir el programa académico del Curso TRIZ:** Se desarrollarán las siguientes actividades: Sesiones de trabajo, Análisis del perfil de ingreso de la población objetivo, Determinación de estrategias de inducción, Determinación de casos aplicables, Definición del programa académico, Determinación de métricas.
- **Difundir entre los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas la metodología TRIZ como una herramienta que permita el desarrollo de habilidades en innovación:** Se desarrollarán las siguientes actividades: Impresión de afiches explicativos, Desarrollo de Portal TRIZ INGEMIN-UNAB [en forma conjunta con Centro de Alumnos], Gestión de notas periodísticas.
- **Desarrollar el programa académico del Curso TRIZ en el segundo semestre del presente año académico:** Se desarrollarán las siguientes actividades: Gestiones para inscripción de asignatura, Programación docente de asignatura, Realización de Clases/Talleres de Curso TRIZ.

5. Vinculación entre objetivos, actividades y recursos

Elaborar una tabla que especifique la actividad que responde al logro de cada uno de los objetivos específicos planteados, explicitando los recursos y el valor total por cada actividad.

Objetivos Específicos	Nombre de la Actividad	Recursos	TOTAL \$
1. Investigar el estado del arte de la Metodología TRIZ como una metodología sistémica de resolución de problemas de inventiva	1.1 Sesiones de trabajo y coordinación	150000	1250000
	1.2 Prospección y análisis de experiencias exitosas	150000	
	1.3 Estudio y análisis de casos	150000	
	1.4 Análisis, Selección y Compra de Bibliografía.	800000	
2. Conceptualizar y definir el programa académico del Curso TRIZ	2.1 Sesiones de trabajo	150000	1800000
	2.2 Análisis de la población objetivo	150000	
	2.3 Determinación de estrategias de inducción	150000	
	2.4 Determinación de casos aplicables	400000	
	2.5 Definición del programa académico	800000	
	2.5 Determinación de métricas.	150000	
3. Difundir entre los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas la metodología TRIZ como una herramienta que permita el desarrollo de habilidades en innovación	3.1 Impresión de afiches explicativos	500000	1000000
	3.2 Desarrollo de Portal TRIZ INGEMIN-UNAB (en forma conjunta con Centro de Alumnos)	500000	
	3.3 Gestión de notas periódicas	0	
4. Desarrollar el programa académico del Curso TRIZ en el segundo semestre del presente año académico	4.1 Gestiones para inscripción de asignatura.	0	1900000
	4.2 Programación docente de asignatura (Planificación)	400000	
	4.3 Realización de Clases/Talleres de Curso TRIZ (2 Secciones - 90 alumnos total)	1500000	
TOTAL			5950000

6. Cuantificación del impacto del proyecto

Elaborar una tabla que especifique el tipo de indicador e instrumento de evaluación para cada uno de los objetivos específicos planteados.

Nombre de la Actividad	Tipo de Indicador (cuantitativo o cualitativo)	Instrumento de Evaluación	Periodo de Medición
1.1 Sesiones de trabajo y coordinación	Indicador Cuantitativo	Bitácora de reuniones.	Por actividad
1.2 Prospección y análisis de experiencias exitosas	Indicador Cualitativo	Documento por actividad	Por actividad
1.3 Estudio y análisis de casos	Indicador Cualitativo	Documento por actividad	Por actividad
1.4 Análisis, Selección y Compra de Bibliografía.	Indicador Cuantitativo	Listado de bibliografía comprada y enviada a sistema de biblioteca	Por actividad
2.1 Sesiones de trabajo	Indicador Cuantitativo	Bitácora de reuniones.	Por actividad
2.2 Análisis de la población objetivo	Indicador Cualitativo	Documento por actividad	Por actividad
2.3 Determinación de estrategias de Inducción	Indicador Cualitativo	Documento por actividad	Por actividad
2.4 Determinación de casos aplicables	Indicador Cuantitativo	Documento de casos	Por actividad
2.5 Definición del programa académico	Indicador Cuantitativo	Programa Académico	Por actividad
2.5 Determinación de métricas.	Indicador Cuantitativo	Documento por actividad	Por actividad
3.1 Impresión de afiches explicativos	Indicador Cuantitativo	Factura	Por actividad
3.2 Desarrollo de Portal TRIZ INGEMIN-UNAB (en forma conjunta con Centro de Alumnos)	Indicador Cuantitativo	Lanzamiento portal	Por actividad
3.3 Gestión de notas periodísticas	Indicador Cuantitativo	Número de notas	Semestralmente
4.1 Gestiones para inscripción de asignatura.	Indicador Cuantitativo	Envío solicitud	Por actividad
4.2 Programación docente de asignatura (Planificación)	Indicador Cuantitativo	Creación identificador curso	Por actividad
4.3 Realización de Clases/Talleres de Curso TRIZ (2 Secciones - 90 alumnos total)	Indicador Cuantitativo	Programación Académica - Listado de alumnos	Anualmente

7. Participantes (Adjuntar CV en formato UNAB)

Nombre del participante, explicitando si es profesional interno o externo a la UNAB, tipo de contrato y actividad en la que participará.

Coordinador del Proyecto: Sr. Juan Céspedes V., Director de Carrera y Docente Ingeniería Civil de Minas (Sede República), Secretario Académico Escuela de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería.

Profesional Externo: Srta. Mariela Gómez Pastene, Diseñadora Gráfica, Licenciada en Diseño Gráfico, Magíster (c) en Educación mención didáctica e innovación pedagógica.

8. Lugar y fecha de aplicación del proyecto

Las actividades de este proyecto se desarrollarán en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería UNAB de Sede República. El periodo de duración de este proyecto es desde abril a diciembre del presente año académico 2013.

9. Recursos Solicitados.

Item	Cantidad	Valor unitario \$	Total \$
Honorarios profesores (HH)	200	18000	3600000
Honorarios ayudantes (estudiantes)	2	320000	640000
Materiales de oficina (papel, lápices, etc.)	9	40000	360000
Fotocopias e impresiones	5000	30	150000
Software	0	0	0
Material bibliográfico	32	25000	800000
Material docente (Apuntes)	100	4000	400000
Otros (especificar)	0	0	0
TOTAL			5950000


Importante: Adjunte a esta síntesis de recursos, una tabla o planilla que especifique el flujo de caja de acuerdo a la duración del proyecto para el presupuesto que propone y recuerde revisar las bases del fondo de los proyectos de mejoramiento de la calidad de la docencia.

10. Planificación Actividades.

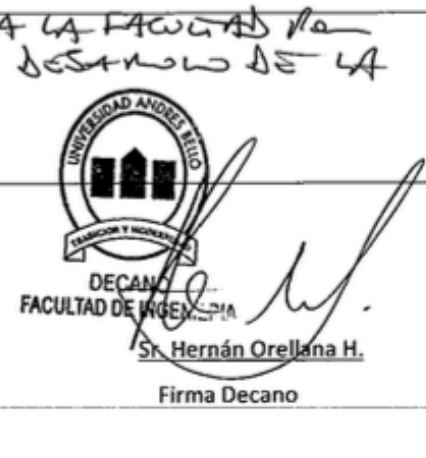
Objetivos Específicos	Nombre de la Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1. Investigar el estado del arte de la Metodología TRIZ como una metodología sistémica de resolución de problemas de inventiva	1.1 Sesiones de trabajo y coordinación	X								
	1.2 Prospección y análisis de experiencias exitosas	X								
	1.3 Estudio y análisis de casos	X	X							
	1.4 Análisis, Selección y Compra de Bibliografía.	X	X							
2. Conceptualizar y definir el programa académico del Curso TRIZ	2.1 Sesiones de trabajo		X	X						
	2.2 Análisis de la población objetivo		X	X						
	2.3 Determinación de estrategias de inducción			X						
	2.4 Determinación de casos aplicables		X	X						
	2.5 Definición del programa académico		X	X						
3. Difundir entre los estudiantes de Ingeniería Civil de Minas la metodología TRIZ como una herramienta que permita el desarrollo de habilidades en innovación	3.1 Impresión de afiches explicativos			X						
	3.2 Desarrollo de Portal TRIZ INGENIUMAB (en forma conjunta con Centro de Alumnos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3.3 Gestión de notas periódicas		X		X		X		X	X
4. Desarrollar el programa académico del Curso TRIZ en el segundo semestre del presente año académico	4.1 Gestiones para inscripción de asignatura.			X	X					
	4.2 Programación docente de asignatura (Planificación)			X	X					
	4.3 Realización de Clases/Talleres de Curso TRIZ (2 Sesiones - 90 alumnos total)					X	X	X	X	X

11. Importancia del Proyecto para la Facultad (DECANO)

Muy interesante proyecto para la Facultad por el sello de innovación y desarrollo de la creatividad.



Juan Céspedes V.
Firma Coordinador



UNIVERSIDAD ANDES BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Sr. Hernán Orellana H.
Firma Decano

Fecha: 28 de enero del 2013.

9.3 Programa académico Curso Innovación Sistémica TRIZ.



I. IDENTIFICACIÓN		
Carrera: INGENIERÍA CIVIL DE MINAS		
Unidad responsable: FACULTAD DE INGENIERÍA		
Nombre: ELECTIVO DE FORMACIÓN PROFESIONAL: INNOVACIÓN EN MINERÍA: INNOVACIÓN SISTÉMICA TRIZ		
Código: IMIN 504		
Periodo: SEGUNDO SEMESTRE SEGUNDO AÑO		
Fecha de emisión: 04/09/2015		
Versión 1.0 VIGENTE		
Requisito para cursar:	Requisitos previos: No tiene	Co - Requisitos: No tiene
II. CARGA ACADÉMICA		
Tipo de Actividad	SCT (horas cronológicas)	
	Directas	Personal
Teórico	3	
Ayudantía		
Laboratorio		
Taller		
Terreno		
Teórico-Práctico		
Total horas dedicación semanal	3	
Créditos	3	
III. DESCRIPCIÓN		
Según DUN 1898/ 2012, conocimiento y práctica de la innovación aplicando herramienta de innovación sistémica TRIZ a problemáticas en minería y sectores relacionados.		

IV. APRENDIZAJES ESPERADOS	V. CONTENIDOS
<p>El estudiante desarrollará aprendizajes que le permitirán:</p> <p>i) Conocer, entender y desarrollar habilidades personales necesarias para la innovación.</p> <p>ii) Aspectos esenciales para el desarrollo de emprendimientos innovadores.</p> <p>iii) Entender el potencial de la innovación sistémica a través de la utilización de TRIZ.</p> <p>iv) Conocer y utilizar TRIZ como una herramienta de innovación sistémica aplicada a la industria minera.</p> <p>v) Analizar, comprender y desarrollar ejemplos de aplicación en la industria minera y sectores asociados.</p>	<p>Unidad 1: Desarrollo de habilidades personales necesarias para la innovación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de competencias, tipologías y sus componentes. • Habilidades de comunicación • Asertividad • Proactividad o iniciativa • Liderazgo • Trabajo en equipo • Empatía • Capacidad para aprender • Organización y planeación • Evaluación de problemas y toma de decisiones • Servicio al cliente • Visión estratégica • Negociación • Orientación a resultados • Tenacidad, RESILIENCIA <p>Unidad 2: La importancia del Liderazgo para el emprendimiento dinámico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de liderazgos. • Diferencias entre Líder y Jefe. • Características de un Líder. • Equipos de trabajo. • Grupos de trabajo. • Importancia de la sinergia. • Tipos de roles miembros de equipos de trabajo.

	<p>Unidad 3: Innovación Sistémica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Alshuller. • Potencial TRIZ. • Niveles de Invención y Creatividad. • Concepto de patentamiento. • Concepto de idealidad. • Concepto de contradicciones . • Modelamiento de problemas. • Componentes de Matriz Altshuller. • Definición de parámetros. • Definición de principios inventivos. • Ejemplo y aplicación de matriz TRIZ. • Análisis de resultados. <p>Unidad 4: Emprendimiento innovador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características del emprendedor. • Evaluación y selección de “buenas ideas” de negocios. • Detección y definición de necesidades. • Modelos de negocios; Tipos y componentes. • Conceptualización de Modelos de Negocios. • Definición de Plan de Negocios. • Importancia de desarrollar un Plan de Negocios. • Componentes de un Plan de Negocios. • Presentación e informe de trabajo de investigación aplicada.
<p>VI. CONDICIONES DE APROBACIÓN</p>	
<p>1. TEORÍA</p> <p>La nota de presentación a examen se calculará como sigue:</p>	

Solemne 1	35%
Solemne 2	35%
Talleres, trabajos, presentación	30%

- El nivel de rendimiento es del 60% para obtener la nota 4,0
- Eximición con nota de presentación a examen es superior o igual a 5,5.
- Los alumnos que no se eximan calcularán su calificación final de la siguiente manera:

$$\text{Nota final} = \text{Nota de Presentación} * 70\% + \text{Nota de Examen} * 30\%$$

- Si el alumno no cumple con alguna de las condiciones de aprobación, la asignatura tendrá el concepto **REPROBADO**.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Altshuller, G. "And suddenly de inventor appeared".
- Ponti, Franc. "Los 7 movimientos de la innovación".
- The TRIZ Journal ., www.triz-journal.com
- TETRIS., www.tetris-project.org
- Céspedes, J., Apuntes de cátedra "Innovación en Minería. Innovación Sistémica TRIZ". UNAB.

VIII. CORRESPONDENCIA CRÉDITOS UNAB

Horas pedagógicas (45 min)

Teóricas: 3

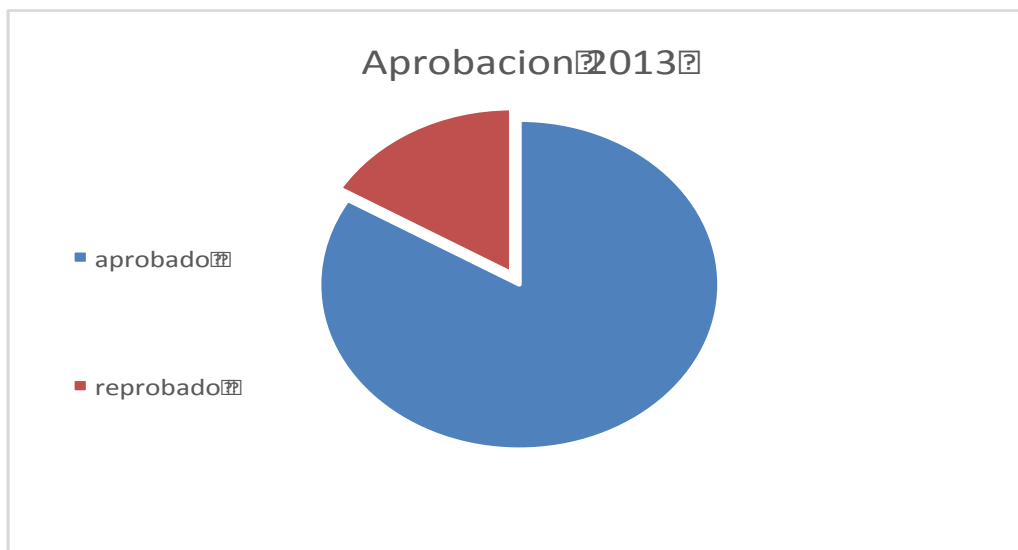
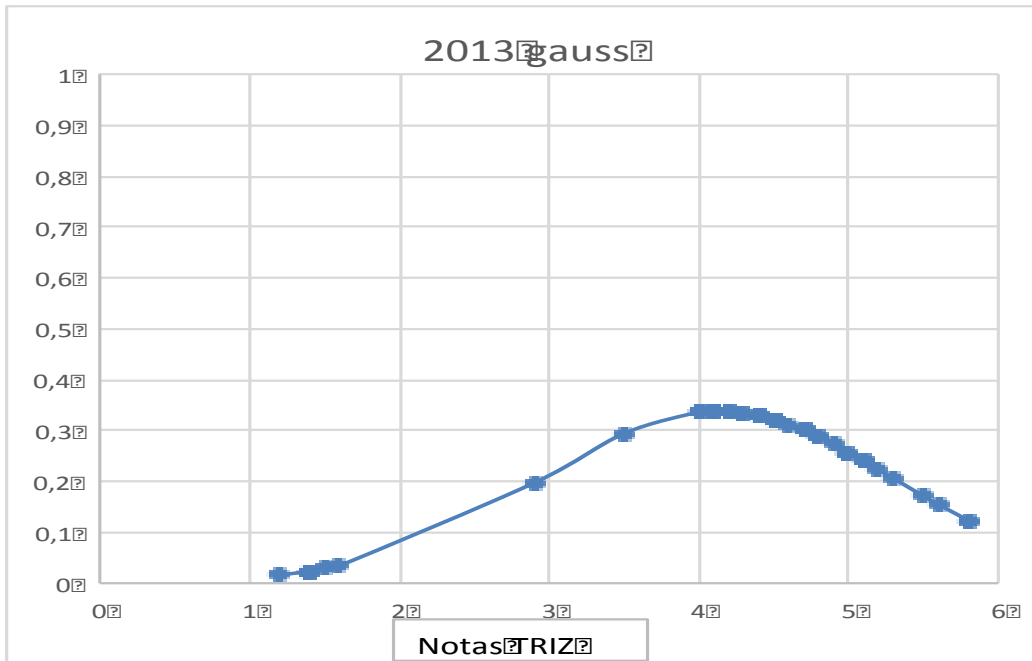
Terreno: 0

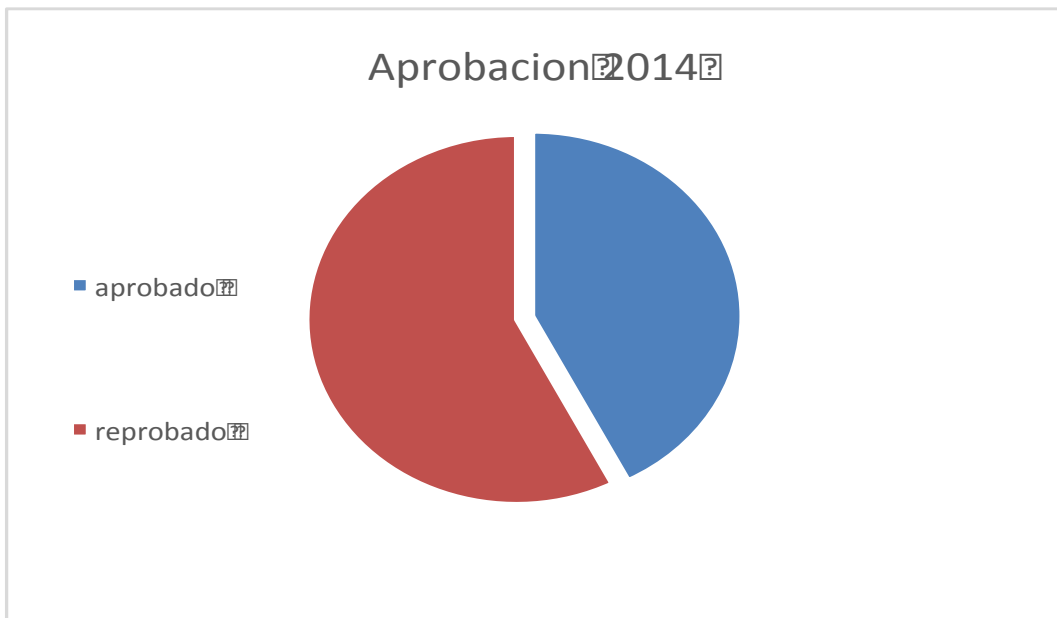
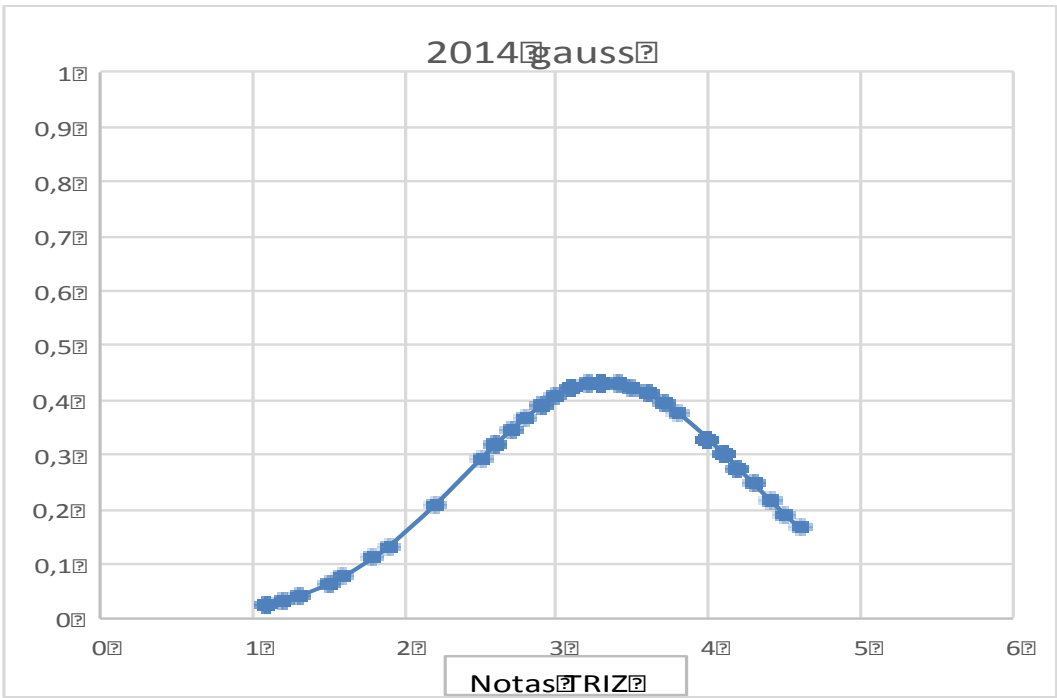
Laboratorio: 0

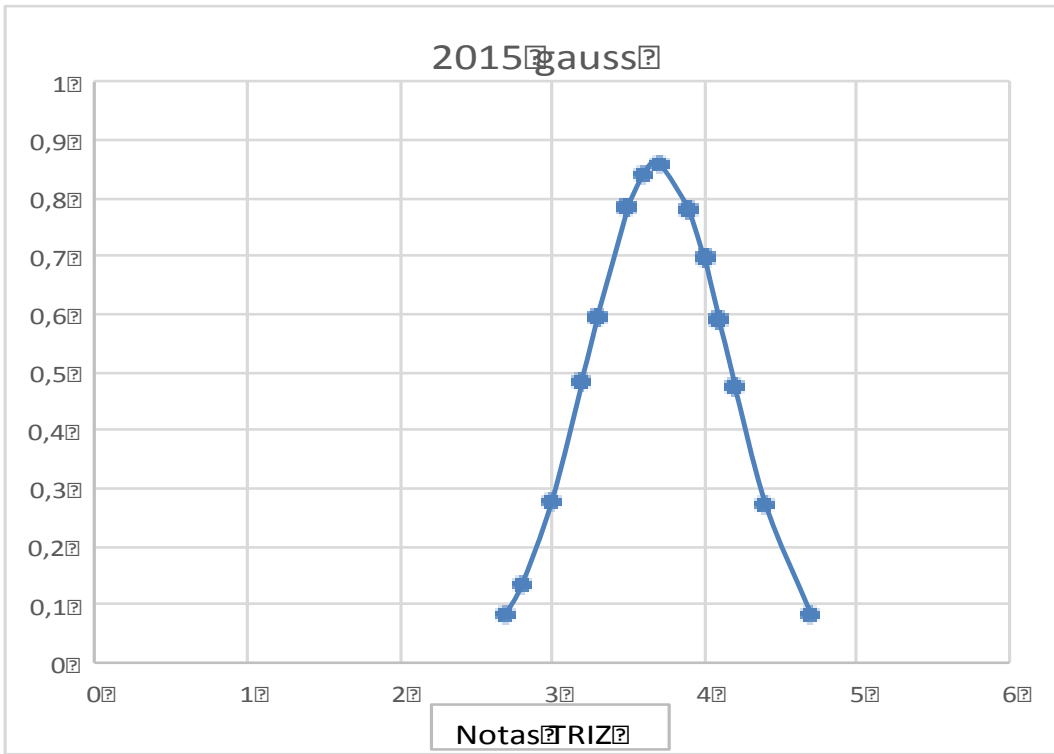
Total : 3

9.4 Serie de gráficos.

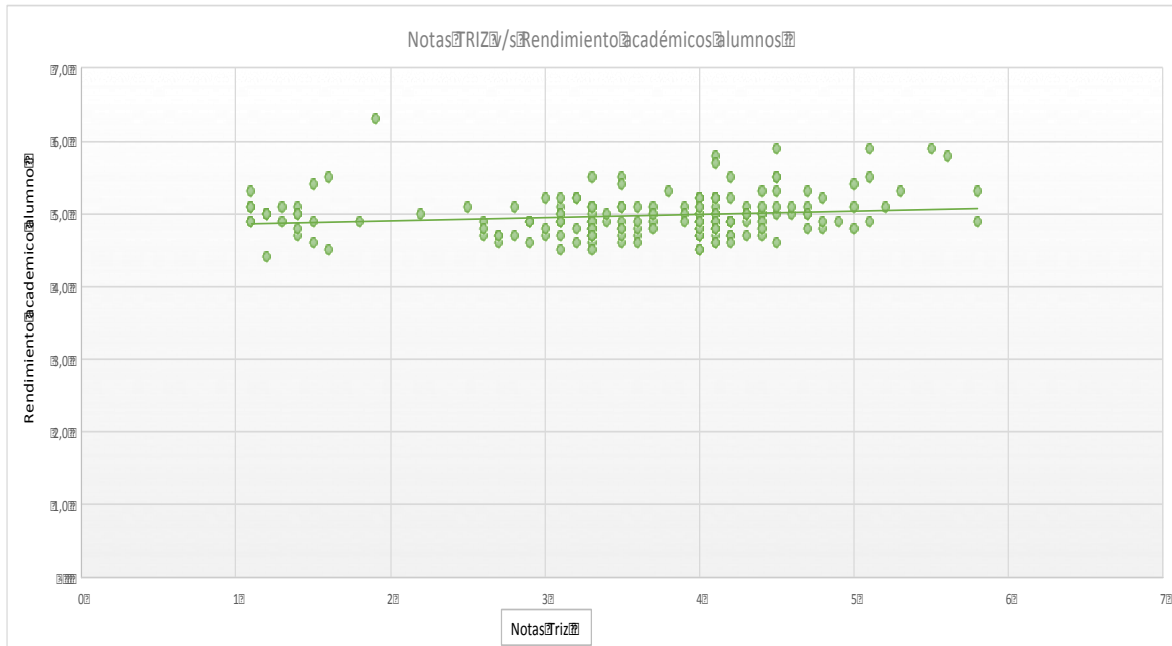
9.4.1 Gráficos de distribución.



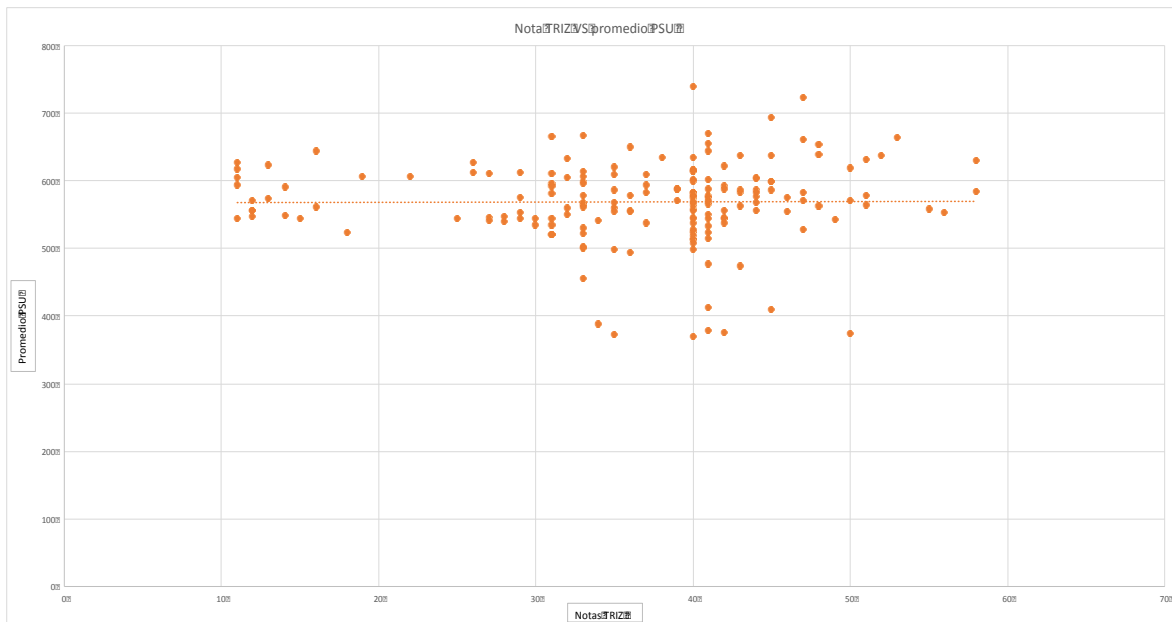




9.4.2 Gráfico Notas TRIZ versus Rendimiento Académico de los alumnos.



9.4.3 Gráfico Nota TRIZ versus promedio PSU



9.4.4 Gráfico Nota TRIZ versus NEM.

